

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>I. Allgemeine Grundlagen des Berührungsspannungsschutzes</b>	<b>Seite</b>
<b>A. Statistik elektrischer Unfälle . . . . .</b>	<b>1</b>
1. Statistik der Berufsgenossenschaften . . . . .	1
2. Statistik der Elektrizitätswerke . . . . .	3
<b>B. Wann ist der elektrische Strom für den Menschen gefährlich? . . . . .</b>	<b>8</b>
1. Verbrennungen . . . . .	8
2. Einwirkung des Stromes auf das Herz . . . . .	10
3. Einwirkung des Stromes auf das Nervensystem . . . . .	12
4. Individuelle Veranlagung . . . . .	12
<b>C. Elektrischer Widerstand des menschlichen Körpers . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>D. Welche Spannung ist für den Menschen gefährlich? . . . . .</b>	<b>16</b>
<b>E. Berührungsspannung . . . . .</b>	<b>18</b>
1. Begriffserklärung, Übergangswiderstand des Standortes . . . . .	18
2. Messung der Berührungsspannung und des Standort-Übergangswiderstandes . . . . .	22
3. Praktische Meßergebnisse . . . . .	25
<b>F. Netzverhältnisse . . . . .</b>	<b>29</b>
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	
<b>G. Überstromschutzorgane . . . . .</b>	<b>35</b>
1. Arten der Überstromschutzorgane . . . . .	36
2. Abschaltstrom und Abschaltzeiten . . . . .	36
<b>H. Erdungswiderstand . . . . .</b>	<b>40</b>
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
<b>II. Die Schutzmaßnahmen</b>	
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- erden . . . . .	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	126
8. Beurteilung der Schutzerdung . . . . .	127
<b>F. Nullung. . . . .</b>	<b>127</b>
1. Wirkungsweise . . . . .	128
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	155
4. Kabelmäntel als Nulleiter . . . . .	158
Bleimäntel S. 155. — Aluminiummäntel S. 158	159
5. Verbindung von Wasserrohren mit dem Nulleiter . . . . .	161
6. Prüfung der Nullung . . . . .	161
7. Anwendungsgrenze der Nullung . . . . .	162
8. Beurteilung der Nullung . . . . .	162
<b>G. Schutzleitungssystem . . . . .</b>	<b>162</b>
1. Wirkungsweise . . . . .	163
2. Anwendung . . . . .	164
3. Bedingungen . . . . .	164
Schutzleitungssystem mit Isolationskontrolle S. 164. — Schutz- leitungssystem ohne Isolationskontrolle S. 168. — Schutzleitungs- system mit Netzpunkt verbunden S. 169	169
4. Prüfung des Schutzleitungssystems . . . . .	169
5. Anwendungsgrenze . . . . .	169
6. Beurteilung . . . . .	169
<b>H. Fehlerspannungsschutzschaltung . . . . .</b>	<b>170</b>
1. Entwicklung und Wirkungsweise . . . . .	172
2. Anwendung . . . . .	172
3. Bedingungen . . . . .	172
Allgemeine Bedingungen S. 172. — Schutzschaltung bei von Erde isolierten Anlagenteilen S. 173. — Schutzschaltung geerdeter Anlagen- teile S. 176	186
4. Prüfung der Schutzschaltung . . . . .	188
5. Anwendungsgrenzen der Schutzschaltung . . . . .	189
6. Beurteilung der Schutzschaltung . . . . .	191
<b>J. Fehlerstromschutzschaltung . . . . .</b>	<b>191</b>
1. Entwicklung und Wirkungsweise . . . . .	194
2. Der Fehlerstromschutzschalter . . . . .	196
3. Anwendung . . . . .	197
4. Bedingungen . . . . .	197

	Seite
5. Prüfung . . . . .	198
6. Anwendungsgrenze . . . . .	199
7. Beurteilung . . . . .	200
<b>K. Installationsmaterial für Schutzmaßnahmen . . . . .</b>	<b>202</b>
1. Erder, Beschaffenheit und Verlegung . . . . .	202
2. Schutzleitungen . . . . .	203
Leitungen für ortsfeste Verlegung S. 204. — Leitungen für ortsvoränderliche 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 Anschlußanlagen S. 214	
<b>L. Die Schutzmaßnahmen in der Praxis . . . . .</b>	<b>219</b>
1. Zusammenschaltung und Trennung von Erdungen in Transformatorenstationen . . . . .	220
2. Schutzerdungen an hochabgesicherten Anlagenteilen in Transformatorenstationen bei schwierigen Erdungsverhältnissen . . . . .	225
Überwachung des Erdschlußstromes S. 226. — Verbindung der Schutzerdung mit dem niederspannungsseitigen Transformatortermpunkt 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 Elektrodenwärmegeräte . . . . .	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	
<b>M. Die Berücksichtigung der Schutzmaßnahmen bei der Planung elektrischer Anlagen . . . . .</b>	<b>302</b>
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
<b>Schrifttum . . . . .</b>	<b>344</b>
<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>357</b>