

Inhalt

Vorwort	5
1 Wirkungen des elektrischen Stroms auf Menschen und Tiere	13
1.1 Historische Betrachtungen	13
1.2 Elektrischer Widerstand der Körper von Menschen und Nutztieren	16
1.2.1 Messungen der Körperimpedanzen und das Ersatzschaltbild der Gesamtkörperimpedanz für den Menschen	16
1.2.2 Körperimpedanzen für Wechselstrom 50/60 Hz	18
1.2.3 Der Körperwiderstand R_T bei Gleichstrom	77
1.2.4 Einfluss der Frequenz auf die Körperimpedanz Z_T des Menschen	80
1.2.5 Körperimpedanz Z_T von Nutztieren für Wechselstrom 50/60 Hz ...	82
1.3 Herz und Elektrizität	87
1.3.1 Die Darstellung der Herzfunktion	87
1.3.2 Das Phänomen des Herzkammerflimmerns	91
1.3.3 Die Extrasystolentheorie des Herzkammerflimmerns	94
1.4 Ergebnisse von Tierversuchen mit Wechselstrom 50/60 Hz	101
1.4.1 Messungen der Flimmerschwelle von Schweinen	101
1.4.2 Messungen der Flimmerschwelle von Hunden	104
1.4.3 Messungen der Flimmerschwelle von Schafen	110
1.5 Übertragbarkeit der Flimmerschwellen für Wechselstrom 50/60 Hz von Nutztieren auf Menschen	115
1.5.1 Allgemeine Überlegungen	115
1.5.2 Abhängigkeit der Flimmerschwellen vom Körpergewicht	117
1.5.3 Elektrische Ströme und Feldstärken im Herzen bei Ganzkörperdurchströmungen	123
1.5.4 Übertragbarkeit der Flimmerschwellen vom Modelltier Schwein auf den Menschen	140
1.5.5 Übertragbarkeit der Flimmerschwellen vom Modelltier Hund auf den Menschen	142

1.5.6	Statistische Auswertung von Kenndaten von Stromunfällen und ihrer Letalität zur Beurteilung des Grenzzrisikos für das Auftreten von Herzkammerflimmern beim Menschen	145
1.6	Sonstige Wirkungen von Wechselstrom 50/60 Hz auf den Menschen – Wahrnehmbarkeits- und Loslassschwelle	157
1.7	Höhere Frequenzen und besondere Kurvenformen	163
1.7.1	Höhere Frequenzen	163
1.7.2	Wechselströme mit Gleichstromkomponenten	166
1.7.3	Wechselströme bei Schwingungspaketsteuerung	167
1.8	Wirkungen von Gleichstrom	168
1.8.1	Wirkungen ausgenommen Herzkammerflimmern	168
1.8.2	Die Flimmerschwellen für Gleichstrom	169
1.8.3	Vorschlag für eine konventionelle Strom-Zeit-Bereichsgrenze im IEC-Bericht 60479 für Gleichstrom	176
1.9	Wirkungen von Impulsströmen	179
1.10	Wirkungen von Blitzströmen	185
1.10.1	Allgemeines	185
1.10.2	Physikalische und physiologische Gegebenheiten bei Blitzeinwirkungen auf Menschen und Nutztiere	189
1.10.3	Tierversuche	192
1.11	Literatur zu Kapitel 1	195
2	Elektrounfall und Unfallstatistik	201
2.1	Sicherheit der Elektrizitätsanwendung und Unfallgeschehen	201
2.2	Darstellung des Unfallgeschehens an Hand der Statistiken über Elektrounfälle in verschiedenen Ländern	202
2.2.1	Das Problem der international vergleichbaren Statistiken über Stromunfälle	202
2.2.2	Vergleichbare Statistiken über tödliche Stromunfälle	203
2.3	Statistiken, die nicht tödliche und tödliche Stromunfälle erfassen ...	208
2.4	Die Letalität von Stromunfällen als Maßzahl eines erhöhten Risikos	215
2.5	Elektrophysiologisch relevante Unfallmerkmale und Letalität	220
2.5.1	Anteil und Letalität von Stromunfällen bei unterschiedlichen Stromwegen	220
2.5.2	Der Einfluss der Umgebungsverhältnisse	223
2.5.3	Der Einfluss der Durchströmungsdauer	225

2.5.4	Die Letalität beim Stromunfall infolge Lichtbogeneinwirkung	226
2.6	Zusammenfassende Betrachtungen	228
2.7	Literatur zu Kapitel 2	234
3	Fehlerstrom, Fehlerspannung und davon abgeleitete Begriffe	237
3.1	Fehlerstrom I_F und Fehlerspannung U_F	237
3.2	Berührbare Teilfehlerspannung U_{FP} , Berührungsspannung U_T und Berührungsstrom I_T	240
3.3	Grenzfehlerspannung U_{FL} , Wirkfehlerspannung U_{FA} , Grenzausschaltstrom I_{AL} und schädlicher elektrischer Schlag	243
3.4	Messung der Berührungsspannung U_T und des Standortwiderstands R_{ST} des Menschen	247
3.5	Verteilung der Fehlerspannung U_F im Erdboden	248
3.6	Literatur zu Kapitel 3	251
4	Berührungsspannungen, Berührungsströme und Ausschaltzeiten	253
4.1	Die elektrophysiologischen Grundlagen	253
4.2	Berührungsspannungsbereiche und Ausschaltzeiten	256
4.2.1	Der Berührungsspannungsbereich von 0 V bis 60 V (Wechselstrom 50/60 Hz) für Durchströmungsdauern von einigen Sekunden	256
4.2.2	Der Berührungsspannungsbereich von 60 V bis 120 V (Wechselstrom 50/60 Hz) für Durchströmungsdauern von einigen Sekunden	258
4.2.3	Der Berührungsspannungsbereich von 120 V bis 230 V (Wechselstrom 50/60 Hz) für Durchströmungsdauern unter 0,2 s	259
4.2.4	Der Berührungsspannungsbereich über 230 V (Wechselstrom 50/60 Hz), gesamter Zeitbereich 260	261
4.3	Literatur zu Kapitel 4	261
	Stichwortverzeichnis	263