

Dr.-Ing. Peter Hasse  
Prof. Dr.-Ing. Johannes Wiesinger

# Handbuch für Blitzschutz und Erdung

mit 205 Abbildungen und 25 Tabellen

2. überarbeitete  
und erweiterte Auflage

RICHARD PFLAUM VERLAG KG MÜNCHEN  
VDE-VERLAG GMBH BERLIN-OFFEN BACH

# Inhaltsverzeichnis

<b>I.</b>	<b>Blitzschutz</b>	<b>13</b>
<b>1.</b>	<b>Grundsätzliches zur Blitzentladung</b>	<b>15</b>
1.1	Prinzipieller Aufbau einer Gewitterzelle	15
1.2	Blitztypen	17
1.3	Wolke-Erde-Blitze	19
1.4	Erde-Wolke-Blitze	24
<b>2.</b>	<b>Strom kennwerte von Wolke-Erde-Blitzen</b>	<b>25</b>
2.1	Wirkungsparameter	25
2.2	Maximalwert des Stromes	26
2.3	Ladung	29
2.4	Stromquadratimpuls	32
2.5	Maximalwert der Stromsteilheit	38
<b>3.</b>	<b>Elektrische und magnetische Felder bei Blitzentladungen</b>	<b>42</b>
3.1	Magnetische Felder im Nahbereich	42
3.2	Berechnung der Gegeninduktivitäten von Schleifen	43
3.2.1	Analytisches Verfahren für Rechteckschleifen	45
3.2.2	Numerisches Verfahren für beliebige Schleifen	52
3.3	Elektromagnetische Felder im Fernbereich	54
<b>4.</b>	<b>Schutzbereich von Fanganordnungen</b>	<b>62</b>
4.1	Schutzraummodell	62
4.2	Schutzraum grundsätzlicher Fanganordnungen	65
4.3	Schutzraum beliebiger Anordnungen	71
4.4	Schutzraum im Kleinen	73
4.5	Einschlaghäufigkeit in Objekte	73
<b>5.</b>	<b>Schutz gegen Überspannungen bei Blitzentladungen</b>	<b>75</b>
5.1	Ursachen für die Gewitterüberspannungen	76
5.1.1	Naheinschlag	77
5.1.1.1	Spannungsfall am Stoßerdungswiderstand	78
5.1.1.2	Induktionsspannungen und -ströme in metallenen Schleifen	81
5.1.2	Ferneinschlag	90
5.1.3	Spannungen und Ströme bei Fern- und Naheinschlägen	90

5.2	Schutzmaßnahmen	91
5.2.1	Äußerer Blitzschutz	91
5.2.2	Innerer Blitzschutz	93
5.2.2.1	Potentialausgleich	93
5.2.2.2	Schirmung von Leitungen	99
5.2.2.3	Schirmung von Geräten	106
5.2.2.4	Begrenzung von Längsspannungen	111
5.2.2.5	Begrenzung von Querspannungen	114
5.2.2.6	Überspannungsschutz von Installationen	114
5.2.2.7	Überspannungsschutz von Geräten	114
5.2.2.8	Schutz von exponierten Geräten	116
5.2.2.9	Zusammenstellung von Überspannungsschutzmaßnahmen für elektrische Anlagen mit elektrischen Einrichtungen	118
5.3	Bauteile und Geräte zur Begrenzung von Überspannungen Wirkungsweise und Einsatzbereiche	118
5.3.1	Isolierte Ableitungen	118
5.3.2	Spezielle MSR-Kabel	119
5.3.3	Potentialausgleich	120
5.3.4	Trennfunkstrecken	121
5.3.5	Gasgefüllte Überspannungsableiter	124
5.3.6	Varistoren	126
5.3.7	Kombinationen von Funkenstrecken und Varistoren für den Überspannungsschutz von Niederspannungsverbraucheranlagen	128
5.3.8	Ventilableiter	136
5.3.9	Überspannungsschutzgeräte für Meß-, Steuer- und Regelanlagen	140
5.3.10	Überspannungsschutz einer MSR-Anlage	143
<b>6.</b>	<b>Blitzschutz für Personen</b>	<b>144</b>
6.1	Blitzgefahren	144
6.2	Blitzschutzmaßnahmen	147
<b>7.</b>	<b>Blitzregistrierung und Gewitterwarnung</b>	<b>153</b>
7.1	Blitzdichte	153
7.2	Gewitterwarnung	158
<b>8.</b>	<b>Blitzschutzbestimmungen in der Bundesrepublik Deutschland</b>	<b>161</b>
8.1	Allgemeine Bestimmungen	161
8.2	Blitzschutzformeln und Gefährdungskennzahlen	165
8.3	Bestimmungen in Sonderfällen	165
8.4	VDE-Bestimmungen	169

<b>9.</b>	<b>Prüfverfahren und -generatoren für Blitzschutzbauteile, Geräte und Anlagen.</b>	<b>173</b>
9.1	Grundsätzliches zu Blitzstoßstrom-Prüfanlagen.	173
9.1.1	Definitionen für Blitzstoßströme.	175
9.1.2	Grundgleichungen für C-L-R-Stoßstromkreise.	176
9.2	Stoßstrom-Prüfanlage für Überspannungsableiter in Niederspannungsanlagen.	185
9.3	Prüfverfahren für Klemmen und Trennfunkentrecken.	187
9.4	Prüfverfahren für Flugzeuge.	193
9.5	Grundsätzliches zu Blitzstoßspannungs-Prüfanlagen.	194
9.5.1	Definitionen für Blitzstoßspannungen.	194
9.5.2	Stoßspannungs-Prüfanlage für Überspannungsschutzgeräte in Niederspannungsanlagen.	195
9.6	Blitztriggerstationen.	198
<b>II.</b>	<b>Erdungsanlagen.</b>	<b>201</b>
<b>1.</b>	<b>Begriffserläuterungen</b>	<b>203</b>
2.	Spezifischer Erdwiderstand.	206
2.1	Jahreszeitliche Schwankungen.	206
2.2	Messung.	208
<b>3.</b>	<b>Berechnung von Erdern.</b>	<b>210</b>
3.1	Gerade Oberflächenerder.	210
3.2	Tiefenerder.	212
3.3	Fundamenterder.	214
3.4	Kombination von Erdern.	214
3.4.1	Strahlenerder.	215
3.4.2	Parallelgeschaltete Tiefenerder.	216
3.4.3	Kombination aus Band- und Tiefenerdern.	216
3.4.4	Ringerder.	217
3.5	Stoßerdungswiderstand bei Blitzströmen.	217
3.5.1	Tiefenerder.	218
3.5.2	Oberflächenerder.	222
3.5.3	Fundamenterder.	223
<b>4.</b>	<b>Ausführung von Blitzschutz-Erdungsanlagen.</b>	<b>224</b>
4.1	Vergleich der Erderarten.	225
4.2	Potentialsteuerung.	226
4.3	Auswahl der Erderwerkstoffe bezüglich der Korrosion.	227

4.3.1	Begriffe .....	227
4.3.2	Grundsätzliches .....	228
4.3.3	Erderwerkstoffe .....	236
4.4	Zusammenschluß von Erdern aus verschiedenen Werkstoffen ...	239
4.5	Sonstige Korrosionsschutzmaßnahmen .....	240
<b>5.</b>	<b>Messen der Spannungsverteilung und des Ausbreitungswiderstandes.</b> .....	<b>242</b>
5.1	Spannungstrichter .....	243
5.2	Ausbreitungswiderstand von Erdern kleiner Ausdehnung .....	244
5.3	Ausbreitungswiderstand von Erdungsanlagen größerer Ausdehnung .....	244
	Stichwortverzeichnis: I Blitzschutz .....	247
	II Erdung .....	254