

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Grundlagen und Anwendung der Isolationskoordination</b> . . . . .	<b>9</b>
1.1	Inhalt und Ziel der Isolationskoordination . . . . .	9
1.2	Auftretende Beanspruchungen . . . . .	11
1.3	Bemessung der Luftstrecken . . . . .	15
1.4	Bemessung der Kriechstrecken . . . . .	26
1.5	Bemessung der festen Isolierungen . . . . .	39
1.6	Geeignete elektrische Prüfverfahren . . . . .	46
1.7	Bemessungsdiagramme und Bemessungsbeispiele . . . . .	49
1.8	Stand der Normung bei IEC TC 109 . . . . .	69
<b>2</b>	<b>Anwendung von Beschichtungen, Eingießen oder Vergießen zum Schutz gegen Verschmutzung DIN EN 60664-3 (VDE 0110-3):2003-09, 2. Ausgabe</b> . . . . .	<b>75</b>
2.1	Einleitung . . . . .	75
2.2	Anwendungsbereich . . . . .	76
2.3	Schutzarten . . . . .	76
2.3.1	Grundsätze . . . . .	76
2.3.2	Anwendungsbereich bezüglich der Umgebungsbedingungen . . . . .	77
2.3.3	Anforderungen an die Schutzarten . . . . .	77
2.3.4	Bemessungsverfahren bei beschichteten Leiterplatten . . . . .	78
2.3.4.1	Schutz vom Typ 1 . . . . .	78
2.3.4.2	Schutz vom Typ 2 . . . . .	79
2.4	Bemessungsanforderungen . . . . .	81
2.5	Prüfungen . . . . .	81
2.5.1	Allgemeines . . . . .	81
2.5.2	Prüflinge zur Prüfung von Beschichtungen . . . . .	81
2.5.3	Prüflinge für das Eingießen oder Vergießen . . . . .	83
2.5.4	Vorbereitung der Prüflinge . . . . .	83
2.5.5	Prüfung der Ritzfestigkeit . . . . .	83
2.5.6	Sichtprüfung . . . . .	83

2.5.7	Vorbehandlung der Prüflinge .....	84
2.5.7.1	Kälte .....	85
2.5.7.2	Trockene Wärme .....	85
2.5.7.3	Schneller Temperaturwechsel .....	85
2.5.7.4	Feuchte Wärme, Dauerbeanspruchung mit Gleichspannung .....	87
2.5.7.4.1	Allgemeine Vorbehandlung .....	87
2.5.7.4.2	Zusätzliche Vorbehandlung bezüglich Elektromigration .....	87
2.5.8	Mechanische und elektrische Prüfungen nach der Vorbehandlung ..	87
2.5.8.1	Allgemeine Prüfbedingungen .....	87
2.5.8.2	Haftung der Beschichtung .....	87
2.5.8.3	Isolationswiderstand zwischen Leitern .....	88
2.5.8.4	Stehwechselspannungsprüfung .....	88
2.5.8.5	Teilentladungsaussetzspannung .....	88
2.5.9	Zusätzliche Prüfungen .....	89
2.5.9.1	Beständigkeit gegen Lötwärme .....	89
2.5.9.2	Brennbarkeit .....	89
2.5.9.3	Beständigkeit gegen Lösemittel .....	89
2.6	Untersuchte Beschichtungen .....	89
2.6.1	Prüfbedingungen .....	89
2.6.2	Prüfablauf .....	90
2.6.3	Durchführung der Prüfungen .....	92
2.6.4	Prüflinge .....	92
2.6.4.1	Anschluss zur Prüfung .....	95
2.6.4.2	Ausführung der Testleiterplatte .....	96
2.6.5	Ergebnisse .....	96
2.6.5.1	Sichtprüfung (Endprüfung) .....	97
2.6.5.2	Isolationswiderstand ( $R_{IS}$ ) .....	98
2.6.5.2.1	Einfluss der klimatischen Beanspruchungen .....	98
2.6.5.2.2	Einfluss der Leiterkonfiguration .....	99
2.6.5.2.3	Einfluss der Beschichtung .....	100
2.6.5.3	Teilentladungsspannung ( $\dot{U}_{TE}$ ) .....	102
2.6.5.3.1	Teilentladungsmessung (TE-Messung) .....	102
2.6.5.3.2	Überschläge .....	104
2.6.5.3.3	Darstellung der Ergebnisse der TE-Spannungen .....	104

2.6.5.3.4	Verhältnis TE-Einsatzspannung zu TE-Aussetzspannung . . . . .	105
2.6.5.3.5	Einfluss der klimatischen Beanspruchung . . . . .	105
2.6.5.3.6	Einfluss der Leiterkonfiguration . . . . .	105
2.6.5.3.7	Einfluss des Leiterabstands . . . . .	107
2.6.5.3.8	Einfluss der Beschichtungen . . . . .	110
2.6.5.4	Stehstoßspannung ( $\hat{U}_{tr}$ ) . . . . .	111
2.6.5.4.1	Einfluss der klimatischen Beanspruchungen . . . . .	113
2.6.5.4.2	Einfluss der Leiterkonfiguration . . . . .	113
2.6.5.4.3	Einfluss des Leiternennabstands . . . . .	113
2.6.5.4.4	Einfluss der Plattenseite . . . . .	113
2.6.5.4.5	Einfluss der Beschichtungen . . . . .	113
2.6.6	Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	114
2.6.6.1	Dimensionierung nach Regeln für Beschichtungsqualität B (jetzt Typ 2) . . . . .	115
2.6.6.2	Dimensionierung nach Regeln für Beschichtungsqualität A (jetzt Typ 1) . . . . .	115
2.6.6.3	Schlussfolgerungen . . . . .	116
2.7	Ausblick . . . . .	117
<b>3</b>	<b>Entstehung und Ausbreitung von transienten Überspannungen in Niederspannungsinstallationen sowie deren Messung . . . . .</b>	<b>121</b>
3.1	Entstehung von Überspannungen . . . . .	121
3.2	Ausbreitung von Überspannungen in Niederspannungsinstallationen . . . . .	124
3.3	Messung von Überspannungen . . . . .	132
<b>4</b>	<b>Überspannungserzeugende Betriebsmittel . . . . .</b>	<b>143</b>
4.1	Durch elektrische Betriebsmittel verursachte Schaltüberspannungen . . . . .	144
4.2	Durch Schütze verursachte Schaltüberspannungen . . . . .	147
4.3	Durch die Auslösung von Leitungsschutzschaltern verursachte Überspannungen . . . . .	150
4.3.1	Kurzschluss-Auslösung . . . . .	150
4.3.2	Auslösung durch überhöhten Einschaltstrom . . . . .	152
4.4	Durch das Auslösen von Geräteschutzsicherungen verursachte Überspannungen . . . . .	155

<b>5</b>	<b>Überspannungen in dreiphasigen Niederspannungsinstallationen</b> .....	<b>167</b>
5.1	Einleitung .....	167
5.2	Versuchsaufbau .....	167
5.2.1	Funktionsbeschreibung .....	168
5.2.2	Auswertung von Messdaten .....	171
5.3	Dreiphasige Messungen – Mess-Ergebnisse in Niederspannungsinstallationen mit Speisung aus dem Kabelnetz ..	172
5.4	Zusammenfassung .....	180
<b>6</b>	<b>Stoßspannungsprüfung von Niederspannungsgeräten mit eingebauten überspannungsbegrenzenden Einrichtungen</b> .....	<b>183</b>
6.1	Hochspannungsprüftechnik von Geräten der Niederspannungstechnik .....	183
6.2	Vergleich von Wechsel- und Stoßspannungsprüfungen .....	185
6.3	Kombinierte Stoßspannungs- und Stoßstromprüfung .....	187
6.4	Anwendungsbeispiele .....	192
6.5	Ausblick .....	202
<b>7</b>	<b>Elektrische Prüfverfahren, insbesondere zur Beurteilung fester Isolierungen</b> .....	<b>205</b>
7.1	Elektrische Festigkeit von festen Isolierungen .....	205
7.2	Aussagekraft von Hochspannungsprüfungen mit 60 s Dauer .....	211
7.3	Teilentladungsmessungen .....	212
7.4	Teilentladungsprüfkreise und Teilentladungsmessgeräte .....	213
7.5	Durchführung der Teilentladungsprüfung .....	215
7.6	Schaltungen für Teilentladungsprüfungen .....	217
7.7	Mess-Ergebnisse an dünnen festen Isolierungen .....	219
7.8	Stand der Normung für Teilentladungsprüfungen .....	230
<b>8</b>	<b>Teilentladungsmessungen mit Störsignalerkennung durch Spektralvergleich</b> .....	<b>239</b>
8.1	Einleitung .....	239
8.2	Beschreibung des Lösungsansatzes .....	240
8.3	Ausgewählte Messungen .....	244
8.4	Zusammenfassung und Ausblick .....	246