

Dipl.-Ing. Rainer Weber, Altdorf

Simultandurchschläge in SF₆- isolierten metallgekapselten Schaltanlagen

Reihe **21**: Elektrotechnik

Nr. **204**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	5
2.1	Mechanismus des SF ₆ -Gasdurchschlags	6
2.1.1	Streamerentwicklung	6
2.1.2	Leaderentwicklung	7
2.2	Lichtbogen- und Funkenmodelle	8
2.2.1	Dynamisches Lichtbogenmodell	8
2.2.2	Gesetz von Rompe und Weizel	9
2.2.3	Gesetz von Braginskij	9
2.2.4	Gesetz von Toepler	10
2.2.5	Weitere Funkengesetze	11
2.3	Wanderwellenvorgänge	12
2.3.1	Zeitlicher Verlauf der Spannung	13
2.3.2	Ortsabhängigkeit des Spannungsverlaufs	18
2.3.3	Frequenzspektren	21
3	Versuchsaufbauten	25
3.1	Versuchsanlagen	25
3.1.1	Aufbau 1	25
3.1.2	Aufbau 2	29
3.2	Meßeinrichtungen	30
3.2.1	Messung Aufbau 1	30
3.2.2	Messung Aufbau 2	32
4	Simulationsmodelle	33
4.1	Anforderungen	33
4.2	Ersatzschaltbilder einzelner Anlagenkomponenten	34
4.3	Nachbildung des brennenden Funkens	36
4.3.1	Niederspannungsversuchsaufbau	36
4.3.2	Kurzschlußmodell	37
4.3.3	Messung und Simulation	38
4.3.4	Abschätzung der Induktivität	41
4.4	Funkenmodell	44
4.4.1	Versuchsaufbau	44
4.4.2	Modell	46
4.4.3	Messung und Simulation	48
4.4.4	Verlauf des Funkenwiderstands	55

5	Untersuchung des Primärüberschlags	57
5.1	Messungen an verschiedenen Elektrodengeometrien	57
5.1.1	Defekte auf dem Innenleiter	57
5.1.2	Defekte am Außenleiter	61
5.2	Simulationsergebnisse	62
5.2.1	Parameter des Funkenmodells	62
5.2.2	Zusammenbruchzeit der Spannung	65
6	Spannungsentwicklung	68
6.1	Gemessene Ausgleichsvorgänge	68
6.1.1	Ausgleichsvorgänge in entkoppelten Anlagen	68
6.1.2	Ausgleichsvorgänge in realitätsnahen Anlagen	72
6.2	Berechnete Überspannungen	75
6.2.1	Maximalwerte der Spannung in verschiedenen Anlagenkonfigurationen	76
6.2.2	Überspannungen in realen Schaltanlagen	78
7	Sekundärüberschläge in GIS	81
7.1	Experimentelle Untersuchungen	81
7.1.1	Anlagen ohne Auskopplung	81
7.1.2	Realitätsnahe Anlagen	83
7.1.3	Isolationsfestigkeit bei kombinierter Spannungsbeanspruchung	88
7.2	Ergebnisse der Simulation	91
7.2.1	Der Energie-Mechanismus	92
7.2.2	Berechneter Spannungsverlauf	93
8	Simultandurchschläge bei Vor-Ort-Prüfungen	95
8.1	Grundsätzliche Überlegungen	95
8.1.1	Prinzip der Vor-Ort-Prüfung	95
8.1.2	Einfluß der Elektrodenanordnung	96
8.1.3	Prüfspannung unter Berücksichtigung der Feldverteilung . .	97
8.2	Experimentelle Ergebnisse	98
9	Zusammenfassung	101
	Literaturverzeichnis	104