

Dipl.-Ing. Rolf Witzmann, München

**Schnelle transiente
Spannungen in
metallgekapselten
SF₆-isolierten Schaltanlagen**

Reihe **21**: Elektrotechnik

Nr. **55**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Theoretische Grundlagen	4
2.1	Schalten leerlaufender Anlagenteile mit Trennschaltern	4
2.2	Spannungszusammenbruch über der Trennstrecke	6
2.3	Wanderwellenausbreitung	8
2.4	Dämpfung	15
2.4.1	Frequenzabhängige Leiterdämpfung	15
2.4.2	Dämpfung durch den Trennerfunken	19
2.4.3	Dämpfung durch Auskopplung	22
2.5	Frequenzbereich	24
2.5.1	Frequenzspektrum der schnellen Transienten	24
2.5.2	Ortsabhängigkeit innerhalb der Anlage	26
2.5.3	Einfluß der Auskopplung	26
2.5.4	Zusammenfassung	28
3	Versuchsaufbau	30
3.1	Versuchsanlage	30
3.1.1	Anforderungen	30
3.1.2	Aufbau 1	30
3.1.3	Anlagenkonfigurationen	33
3.1.4	Aufbau 2	33
3.2	Meßeinrichtung	34
3.2.1	Kapazitiver Spannungsteiler	34
3.2.2	Meßwertaufzeichnung	37
3.2.3	Störunterdrückung	37
3.2.4	Zusammenfassung	38
4	Modellbildung	40
4.1	Anforderungen an die Modellbildung, Simulationsverfahren	40
4.2	Ermittlung von Simulationsmodellen	41
4.3	Ersatzschaltbilder der verschiedenen Anlagenkomponenten	43
4.3.1	Störstellenfreies Rohrschienenstück	43
4.3.2	Leitungsinhomogenitäten im Rohrschienenbereich	44
4.3.3	Geschlossener Trennschalter	46

4.3.4	Hochspannungsdurchführung	48
4.3.5	Außensystem	51
4.4	Modellbildung der Funkenstrecke	52
4.4.1	Funkenwiderstand während des Spannungszusammenbruchs	52
4.4.2	Funkenrestwiderstand	54
4.4.3	Funkeninduktivität	56
4.4.4	Kapazität über der Funkenstrecke	56
4.5	Modellbildung des speisenden Kreises	56
4.6	Vergleich von Messung und Simulation	57
4.7	Zusammenfassung	58
5	Spannungsanstiegszeiten	60
5.1	Anlagenkonfiguration, Variationsparameter	60
5.2	Zeitverläufe	61
5.3	Spannungsanstiegszeiten als Funktion der mittleren Durchschlagsfeldstärke	63
5.4	Simulation	64
5.4.1	Feldstärkeverhältnisse im Trenner	64
5.4.2	Berechnung des Spannungsanstieges	66
5.4.3	Zusammenfassung	68
6	Interne Dämpfung	69
6.1	Versuchsaufbau	69
6.2	Zeitverläufe	70
6.2.1	Einfluß der Anstiegszeit	71
6.2.2	Ortsabhängigkeit	72
6.2.3	Einfluß der Anlagenlänge	73
6.3	Abklingzeiten	74
6.3.1	Einfluß von Druck und Schlagweite	75
6.3.2	Einfluß der Anlagenlänge	75
6.3.3	Simulation, Bestimmung des Funkenrestwiderstandes	78
6.4	Frequenzbereich	82
6.5	Zusammenfassung	85
7	Dämpfung durch Auskopplung	86
7.1	Versuchsaufbau	86
7.2	Zeitverläufe	87
7.2.1	Ortsabhängigkeit innerhalb der Anlage	88
7.2.2	Einfluß der Anlagenlänge	89
7.2.3	Einfluß des Erdungsortes	91
7.2.4	Einfluß der Schlagweite	91
7.2.5	Einfluß der Durchführung	93
7.3	Dämpfungsmaß	94
7.4	Simulation	95
7.4.1	Diskussion der Modellbildung	98

7.4.2	Einfluß der Laborumgebung	100
7.5	Frequenzbereich	101
7.6	Zusammenfassung	103
8	Überspannungsentwicklung	104
8.1	Einflußgrößen	104
8.1.1	Entstehung von Überspannungen	104
8.1.2	Ortsabhängigkeit	107
8.1.3	Anlagenabmessungen	108
8.1.4	Potentialdifferenz über der Trennstrecke	108
8.2	Parametervariation	109
8.3	Überspannungen	110
8.3.1	Einfluß der Durchführungsbauart	110
8.3.2	Einfluß der Trennergeometrie	111
8.3.3	Einfluß von kurzen Abzweigen	111
8.3.4	Einfluß externer Komponenten	114
8.3.5	Einfluß von kapazitiven Wandlern	116
8.4	Zusammenfassung	116
9	Zusammenfassung	118
	Literaturverzeichnis	121
A	Liste der wichtigsten Formelzeichen	129