

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis verwendeter Abkürzungen und Formelzeichen.....	VIII
Kurzfassung	XI
Abstract	XII
Übersicht.....	1
Einleitung	2
1 Teilentladungsmessungen an Transformatoren.....	8
1.1 Theoretischer Hintergrund.....	8
1.1.1 Messtechnische Erfassung von Teilentladungen.....	13
1.2 Möglichkeiten zur Erkennung von Teilentladungen in Transformatoren.....	18
1.2.1 Elektrische Teilentladungsmessungen	20
1.2.1.1 Schmalbandige Messungen	20
1.2.1.2 Breitbandige Messungen	21
1.2.1.3 UHF-Methoden.....	22
1.2.2 Nichtelektrische Verfahren.....	23
1.2.2.1 Chemische Teilentladungsfeststellung	23
1.2.2.2 Akustische Teilentladungserfassung	24
1.2.2.3 Visuelle oder optische Teilentladungsbestimmung.....	25
1.2.3 Gegenüberstellung der Verfahren	26
1.3 Konzepte zur Teilentladungsüberwachung an Transformatoren	27
1.3.1 Gießharzisierte Trockentransformatoren	27
1.3.2 Flüssigkeits-feststoffisolierte Transformatoren.....	29
2 Teilentladungen in gießharzisierten Trockentransformatoren.....	31
2.1 Konventionelle schmalbandige elektrische Teilentladungsmessungen.....	31
2.1.1 Messung an einem 400 kVA Gießharztransformator vor Ort.....	32
2.1.2 Messung an einem 2000 kVA Gießharztransformator vor Ort	39
2.1.3 Möglichkeiten und Grenzen der konventionellen Teilentladungsmessung	42
2.2 Neues System zur Erfassung und Auswertung von Teilentladungen	44
2.2.1 Grundlegende Untersuchungen	45
2.2.1.1 Versuchsanordnung	45
2.2.1.2 Diskussion der Ergebnisse.....	46
2.2.2 Messungen im Prüffeld	51
2.2.2.1 Messungen an einer gießharzisierten Wicklung	51
2.2.2.2 Messungen an einem 400 kVA Gießharztransformator	58
2.2.3 Vor- und Nachteile des neuen Teilentladungsmesssystems.....	62
2.3 Überwachung von Teilentladungsfolgerscheinungen	63
2.3.1 Neues Überwachungssystem.....	65
2.3.1.1 Grundlegende Untersuchungen	66
2.3.1.2 Technische Realisierung.....	70
2.3.1.3 Vor- und Nachteile der vorgestellten Überwachungsmethode.....	72

3	Teilentladungen in flüssigkeits-feststoffisolierten Transformatoren	74
3.1	Teilentladungsanalyse mit Methoden der Mustererkennung	74
3.1.1	Ausgewählte Verfahren der Mustererkennung	74
3.1.1.1	Clusteranalyse	76
3.1.1.2	Neuronale Netze	79
3.1.2	Fehlerortidentifikation mit Mustererkennungsverfahren	82
3.1.2.1	Versuchsanordnung	82
3.1.2.2	Analyse der Mustersignale	84
3.1.3	Beurteilung des Einsatzes von Mustererkennungsverfahren	86
3.2	Neues Verfahren zur Evaluierung von Teilentladungen	88
3.2.1	Versuchsanordnung fundamentaler Untersuchungen	89
3.2.1.1	Messtechnische Erfassung der Übertragungsfunktionen	91
3.2.2	Eignung des Verfahrens zur Fehlerlokalisierung	97
3.2.2.1	Einfluss der Frequenzbandbreite	101
3.2.2.2	Einsatz von neuronalen Netzen	107
3.2.2.3	Ortung durch Signalamplitudenvergleich	111
3.2.3	Eignung des Verfahrens zur Bestimmung der scheinbaren Ladung	118
3.2.4	Vor- und Nachteile des vorgestellten Verfahrens	121
4	Berechnung der Teilübertragungsfunktionen von Transformatorwicklungen	123
4.1	Hochfrequenzmodellierung von Transformatorwicklungen	124
4.1.1	Methoden der Optimierung	124
4.1.2	Modell mit diskreten Parametern	126
4.1.2.1	Eignung des Modells	128
4.1.3	Infinitesimalmodell	131
4.1.3.1	Eignung des Modells	133
4.1.4	Black-Box Modell	135
4.1.4.1	Eignung des Modells	138
4.2	Gegenüberstellung der Modellierungstechniken	140
5	Störsignalunterdrückung bei breitbandigen elektrischen Teilentladungsmessungen vor Ort	143
5.1	Möglichkeiten zur Minimierung der Störsignaleinkopplung	143
5.2	Unterdrückung von kontinuierlichen Störsignalen	145
5.2.1	Rauschsignalfilter	146
5.2.1.1	Grundlagen der Wavelet-Transformation	146
5.2.1.2	Wavelet-Filter	152
5.2.1.3	Eignung der Wavelet-Filtertechniken	154
5.2.2	Filterung von sinusförmigen Störsignalen	157
5.2.2.1	Direkter Frequenzsperrfilter im Frequenzbereich	159
5.2.2.2	Eignung der Frequenzsperrfiltertechniken	162
5.3	Unterdrückung impulsförmiger Störsignale	168
5.3.1	Impulsdetektionsverfahren	168
5.3.2	Ausblendung netzsynchroner Störimpulse	169
5.3.3	Unterdrückung stochastischer Störimpulse	170
5.3.3.1	Systemtheoretischer Ansatz zur Störimpulserkennung	171
5.4	Abschließende Betrachtungen zur Störsignalunterdrückung	172

6 Teilentladungserfassungs- und -analysesystem für Transformatoren im Betrieb ...	174
6.1 Aufbau und Struktur des entwickelten Systems	174
6.2 Einsatz des Systems vor Ort	177
6.2.1 Messungen an einem 40 MVA Transformator.....	177
6.2.2 Messungen an einem 90 MVA Maschinentransformator.....	182
6.2.3 Messungen an einem 520 MVA Maschinentransformator.....	185
6.3 Möglichkeiten und Grenzen des vorgestellten Systems	188
Zusammenfassung	190
Literaturverzeichnis	195
Zitierte Normen, technische Regelwerke und Patente	217
Lebenslauf	