



Mohsen Shahvaroghi Farahani (Autor)
**Zustandsbewertung eines Isoliersystems für
rotierende Hochspannungsmaschinen mit
elektrischen und dielektrischen Messverfahren**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2245>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

Übersicht.....	1
1 Rotierende Hochspannungsmaschine als Prüfobjekt.....	5
1.1 Einleitung	5
1.2 Isoliersystem einer rotierenden Hochspannungsmaschine.....	5
1.2.1 Isoliermaterial für Wicklungen.....	5
1.2.2 Aufbau der Ständerwicklungen	8
1.3 Alterungsmechanismen und Lebensdauermodelle	11
1.3.1 Thermische Alterung	12
1.3.2 Elektrische Alterung.....	13
1.3.3 Mechanische Alterung.....	14
1.3.4 Umgebungseinflüsse.....	15
1.4 Schäden in Isoliersystemen elektrischer Maschinen.....	15
1.5 Diagnoseverfahren für elektrische Maschinen	16
1.5.1 Visuelle Inspektion.....	17
1.5.2 Diagnose auf der Basis der Maschinenhistorie	17
1.5.3 Verlustfaktor ($\tan \delta$) und Kapazität	18
1.5.4 Isolationswiderstand und Polarisationsindex	18
1.5.5 Gleichspannungs-Ramp-Test	19
1.5.6 Teilentladungsmessung	19
1.5.7 Messung der dielektrischen Antwort.....	19
1.5.8 Temperaturmonitoring.....	20
1.5.9 Schwingungsmonitoring des Wickelkopfs	20
1.5.10 Ozonmonitoring.....	20
2 Prüfling, Versuchsaufbau und Alterungsprogramme	21
2.1 Einleitung	21
2.2 Beschreibung des Prüflings und des Versuchsaufbaus	21
2.3 Alterungsprogramme.....	23
2.3.1 Aufgehversuch (thermische Alterung)	24
2.3.2 Thermo-mechanische Alterung	25
2.3.3 Elektrische Alterung.....	26
2.3.4 Thermo-elektrische Alterung.....	26
3 Teilentladungsmessung	29
3.1 Einleitung	29
3.2 Grundlage der TE-Messtechnik.....	29
3.2.1 Begriffsbestimmungen.....	29
3.2.2 Physikalische Vorgänge bei Teilentladungen	30
3.2.3 TE-Prüfkreis	32
3.2.4 Ankopplungsvierpole	33
3.2.5 Konventionelles TE-Messgerät	33

3.2.6	Messgrößen und Darstellungen.....	37
3.3	TE-Quellen in elektrischen Maschinen.....	38
3.4	Stand der TE-Messtechnik bei elektrischen Maschinen	40
3.4.1	Sensor zur Auskopplung der TE-Stromimpulse	40
3.4.2	System zur Messung der scheinbaren Ladung.....	41
3.4.3	A/D-Wandler zur Digitalisierung der Messwerte	41
3.4.4	Messmethoden	42
3.5	TE-Messeinrichtung.....	42
3.6	TE-Messergebnisse der Alterungsuntersuchungen.....	44
3.6.1	Thermische Alterung (Aufgehversuch)	44
3.6.2	Elektrische Alterung	48
3.6.3	Thermo-mechanische Alterung.....	53
3.6.4	Thermische und elektrische Alterung	56
3.7	TE-Mustererkennung	60
3.7.1	TE-Verhalten von Stäben mit beschädigtem Außenglimmschutz	61
3.7.2	TE-Verhalten von Stäben mit beschädigtem Endenglimmschutz.....	65
3.7.3	TE-Verhalten von Stäben mit Lufteinschlüssen in der Hauptisolierung	68
3.7.4	Einfluss der Temperatur auf die TE-Pattern	70
4	Verlustfaktor- und Kapazitätsmessung	75
4.1	Einleitung	75
4.2	Einfluss der Prüfspannung	75
4.3	Messeinrichtung.....	77
4.4	Messergebnisse der Alterungsuntersuchungen	78
4.4.1	Thermische Alterung (Aufgehversuch)	78
4.4.2	Elektrische Alterung	82
4.4.3	Thermo-mechanische Alterung.....	84
4.4.4	Thermische und elektrische Alterung	87
4.5	Untersuchung an Epoxidharzplatten	91
5	Dielektrische Antwort.....	95
5.1	Einleitung.....	95
5.2	Dielektrische Verlustmechanismen	96
5.3	Dielektrische Antwort im Zeitbereich	97
5.4	Polarisations-/Depolarisationsstrom-Messeinrichtung	99
5.5	Berechnung der dielektrischen Antwortfunktion und der Leitfähigkeit.....	101
5.6	Spannungsabhängigkeit der dielektrischen Antwort	103
5.7	Ladezeitabhängigkeit der dielektrischen Antwort	104
5.8	Transformation der Messdaten vom Zeit- in den Frequenzbereich.....	104
5.8.1	Fourier-Transformation.....	105
5.8.2	Hamon Approximation	108
5.8.3	Karamers-Kronig Relation.....	109
5.9	Vorteile der Messung im Frequenzbereich	110
5.10	Temperaturabhängigkeit der dielektrischen Antwort	111

5.11	Einfluss des Aushärtung der Isolierung.....	114
5.12	Einfluss des Wassergehalts im Isoliersystems	115
5.13	Einfluss der elektrischen Beanspruchung.....	117
5.14	Einfluss der thermo-elektrischen Beanspruchung.....	119
	Zusammenfassung	127
	Literaturverzeichnis.....	133
	Lebenslauf	