

Inhaltsverzeichnis

Symbole	xv
Abkürzungen	xix
Übersicht	xxi
Abstract	xxiii
Einleitung	1
1 Feste Isolierstoffe der Elektrotechnik	5
1.1 Anorganische feste Isolierstoffe	5
1.1.1 Glas	5
1.1.2 Keramische Isolierstoffe	6
1.1.3 Glimmerprodukte	6
1.2 Faserstoffe	7
1.2.1 Papier und Pressspan	7
1.2.2 Synthetische Faserstoffe	7
1.3 Polymere Isolierstoffe	8
1.3.1 Thermoplaste	8
1.3.2 Duroplaste und Elastomere	11
1.4 Mineralische Füllstoffe	13
1.4.1 Quarzmehl	15
1.4.2 Aluminiumoxide	16
1.5 Herstellung der Epoxidharzprüfkörper	17
1.5.1 Vorbereitung	18
1.5.2 Mischen und Entgasen der Komponenten bei Unterdruck	18
1.5.3 Füllen der Formen	18
1.5.4 Entgasen der verfüllten Formen und Aushärtung	18
1.5.5 Entformen	19
1.6 Additive und Zusatzstoffe	19
1.7 Haftvermittler	20
1.7.1 Organometallische Haftvermittler	21
1.7.2 Silanhaftvermittler	21

2	Prüf- und Diagnoseverfahren	23
2.1	Künstlich beschleunigte Alterung	23
2.2	Anlagerung von Feuchtigkeit in Epoxidharzen	24
2.2.1	Das Wassermolekül	25
2.2.2	Wassertransport in Feststoffen	25
2.2.3	Wasseraufnahme organischer Polymere	26
2.2.4	Diffusion	27
2.2.5	Mathematisches Modell zur Beschreibung der Diffusionsvorgänge	28
2.3	Dielektrische Eigenschaften	29
2.3.1	Verlustfaktor	30
2.3.2	Dielektrizitätszahl	31
2.3.3	Cole-Cole-Plot	32
2.3.4	Verlustmechanismen	33
2.3.5	Dielektrische Prüfkörper	36
2.3.6	Messbrücke mit transformatorischer Stromvergleichsschaltung	36
2.3.7	ABB-Messbrücke	37
2.4	Simulationsmodell von Wasseraufnahme und Verlustfaktor	38
2.4.1	Modellfunktion zur Eindringtiefe des Wassers während der künstlich beschleunigten Alterung	39
2.4.2	Simulation des Verlustfaktors $\tan\delta$	40
2.4.3	Simulationsergebnisse	43
2.5	Elektrische Kennwerte	44
2.5.1	Durchschlagmechanismen in festen Isolierstoffen	45
2.5.2	Das Lebensdauergesetz (Inverse Power Law)	47
2.5.3	Weibullstatistik	48
2.5.4	Kegelprüfkörper	52
2.5.5	Parallelprüfanlage	53
2.6	Mechanische Kennwerte	54
2.7	Glasübergang und Thermoanalyse von Epoxidharzen	56
2.7.1	Glasübergang	56
2.7.2	Thermische Analyse	58
2.7.3	Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK); Differential-Scanning-Calorimetry (DSC)	59
2.7.4	Leistungskompensations-DSC	60
2.7.5	Wärmestrom-DSC	60
2.8	Überblick: Verbundwerkstoffdiagnose	61
3	Verbundoptimierung durch Plasmabehandlung	63
3.1	Verbundproblematik	63
3.1.1	Interne Mikrostruktur	65
3.1.2	Vorliegende Haftungsverhältnisse	68
3.2	Grenzflächenprobleme in MEP-Formstoffen	68
3.3	Verbundoptimierung durch Plasmaoberflächenbehandlung von Füllstoffen	70
3.4	Plasmatechnologie	71

3.4.1	Plasma	71
3.4.2	Thermisches Plasma (heißes Plasma)	71
3.4.3	Nichtthermisches Plasma (kaltes Plasma)	72
3.4.4	Erzeugung nichtthermischer Plasmen	72
3.5	Rohrschneckenreaktor	74
3.6	Das Wirbelbett	76
3.6.1	Der Wirbelbettplasmareaktor	76
3.6.2	Die Beschichtungsvorrichtung	78
3.7	Vergleich der Reaktortypen	79
4	Untersuchung der Verbundoptimierung durch Plasmaaktivierung	83
4.1	Nomenklatur	83
4.2	Ergebnisse mit silanisierten Quarzmehlen	84
4.2.1	Auswertung der Gewichtszunahme	84
4.2.2	Dielektrische Auswertung	86
4.2.3	Mechanische Festigkeitsuntersuchungen	88
4.2.4	Elektrische Festigkeitsuntersuchungen	89
4.2.5	Thermoanalyse	91
4.2.6	Bewertungsmöglichkeiten durch dielektrische Diagnose	91
4.3	Ergebnisse mit unsilanisierten Quarzmehlen	95
4.3.1	Auswertung der Gewichtszunahme	95
4.3.2	Dielektrische Auswertung	96
4.3.3	Mechanische Festigkeitsuntersuchungen	97
4.3.4	Elektrische Festigkeitsuntersuchungen	97
4.3.5	Thermoanalyse	98
4.3.6	Bewertungsmöglichkeiten durch dielektrische Diagnose	100
4.4	Ergebnisse mit Aluminiumoxiden	102
4.4.1	Auswertung der Gewichtszunahme	102
4.4.2	Dielektrische Auswertung	103
4.4.3	Mechanische Festigkeitsuntersuchungen	104
4.4.4	Elektrische Festigkeitsuntersuchungen	104
4.4.5	Thermoanalyse	106
4.4.6	Bewertungsmöglichkeiten durch dielektrische Diagnose	106
5	Zusammenfassung und Ausblick	109
	Literaturverzeichnis	115
	Studentische Arbeiten	121
	Lebenslauf	126