

Inhaltsverzeichnis

Zeichen, Benennungen, Einheiten..... I

1 Einleitung und Motivation..... - 1 -

1.1 Trends der elektronischen Aufbau- und Verbindungstechnik für Automotive-
Anwendungen - 1 -

1.2 Lokale Beanspruchbarkeit organischer Basismaterialien - 2 -

1.3 Aufgabenstellung und Gliederung der Thesis..... - 4 -

**2 Grundlagen, Analyseverfahren und numerische Modellierung organischer
Schaltungsträger - 7 -**

2.1 Einführung in die Technologie organischer Schaltungsträger..... - 7 -

2.1.1 Basismaterialien organischer Schaltungsträger und deren Eigenschaften .. - 8 -

2.1.2 Herstellungsprozess, Einsatzbereiche und Anforderungen organischer
Schaltungsträgersubstrate - 13 -

2.1.3 Fehlerbilder organischer Schaltungsträgersubstrate - 15 -

2.2 Methoden der Materialcharakterisierung - 18 -

2.2.1 Analyseverfahren zur Untersuchung der Werkstoffzusammensetzung - 18 -

2.2.2 Charakterisierung des thermomechanischen Werkstoffverhaltens..... - 19 -

2.3 Theorie der numerischen Modellierung von Polymeren - 22 -

2.3.1 Elastizität - 23 -

2.3.2 Lineare Viskoelastizität - 24 -

2.3.3 Nichtlineare Viskoelastizität / Viskoplastizität - 26 -

2.4 Modellierungsansätze für Leiterplattenbasismaterialien - 31 -

3 Methodik und experimentelles Vorgehen..... - 34 -

3.1 Harzbasierte Prüfkörper..... - 34 -

3.1.1	Herstellungsprozess	- 35 -
3.1.2	Vergleichbarkeit.....	- 36 -
3.1.3	Optimierung der Prüfkörpergeometrie.....	- 38 -
3.1.4	Prüfkörperpräparation und Qualitätsbewertung.....	- 39 -
3.2	Materialtestprogramm	- 40 -
3.3	Versuchsaufbau.....	- 43 -
4	Mikrostrukturelle und thermomechanische Materialcharakterisierung	- 45 -
4.1	Mikrostrukturanalyse der Polymermatrix	- 45 -
4.2	Thermomechanische Analyse (TMA) der Polymermatrix	- 46 -
4.3	Thermomechanisches Verhalten der Polymermatrix (Initialzustand).....	- 47 -
4.3.1	Dynamisch mechanisch thermische Analyse (DMTA)	- 48 -
4.3.2	Zug- und Relaxationsversuche	- 50 -
4.4	Thermische und thermo-oxidative Alterung der Polymermatrix	- 53 -
4.4.1	Fortschritt der thermischen und thermo-oxidativen Alterung	- 53 -
4.4.2	Änderung der Materialbeanspruchbarkeit	- 61 -
4.5	Mechanische Materialcharakterisierung des Glasfaserverbundwerkstoffes.....	- 63 -
5	Numerische Modellierung des thermomechanischen Materialverhaltens	- 67 -
5.1	Linear-viskoelastische (LVE) Modellierung der Polymermatrix.....	- 68 -
5.1.1	Modellerstellung anhand Ergebnisse der DMTA	- 68 -
5.1.2	LVE-Materialmodell zur Abbildung des Materialverhaltens	- 70 -
5.2	Viskoplastische Modellierung der Polymermatrix	- 72 -
5.2.1	Parametrisierung und Anwendung des Three Network Models (TNM)	- 73 -
5.2.2	Three Network Model zur Abbildung des Materialverhaltens	- 78 -
5.3	Modellierung des Glasfaserverbundwerkstoffes.....	- 80 -
6	Rissinitiiierung in Leiterplattenmodulen	- 88 -
6.1	Aufbau des Validierungsmusters.....	- 88 -
6.2	Definition der Erprobungs-Randbedingungen	- 89 -
6.3	Validierende Experimente und Simulationen.....	- 91 -
6.3.1	Beschreibung des Simulationsaufbaus	- 91 -
6.3.2	Untersuchung des Positionseinflusses.....	- 94 -

6.3.3	Untersuchung des Temperatur- und Geschwindigkeitseinflusses	- 96 -
6.3.4	Untersuchung des Alterungseinflusses	- 99 -
7	Zusammenfassung, Schlussfolgerung und Ausblick.....	- 105 -
	Literaturverzeichnis	- 110 -
Anhang		IX
A.1	Materialtestprogramm	X
A.2	Messungen: elast. Eindringmodul nach isothermer Auslagerung	XI
A.3	DMTA – Verschiebungsfaktoren	XII
A.4	DMTA – Prony-Reihe	XIII
A.5	FE-Simulation (LVE und TNM) der Zugversuche	XIV