

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen	VII
Zusammenfassung	1
1 Einleitung und Problemstellung	3
2 Versuchsmaterial	5
2.1 Modell-Klebstoffe	5
2.1.1 Klebstoff-Komponenten	5
2.1.1.1 Epoxidharz	5
2.1.1.2 Härter	6
2.1.1.3 Füllstoff	7
2.1.2 Herstellung der Klebstoffe	8
2.1.3 Reaktionsmechanismus	9
2.2 Industriell hergestellter Klebstoff	10
2.3 Zustandsdiagramm für reaktive Klebstoffe	10
3 Chemo-Rheologie und Versuchsplanung	13
3.1 Bekannte chemo-rheologische Viskositäts-Ansätze	13
3.1.1 Chemo-rheologische Viskositäts-Ansätze mit einfacher Approximation	13
3.1.2 Chemo-rheologische Viskositäts-Ansätze mit Berücksichtigung des Aushärtgrades	18
3.2 Eigener chemo-rheologischer Ansatz	25
3.3 Versuchsplanung	27
4 Versuchsstände und Versuchsführungsarten	29
4.1 Rheometrie	29
4.1.1 Versuchsstand	29
4.1.2 Meßprinzip	31
4.1.3 Versuchsführungsarten	33
4.2 Kalorimetrie	38
4.2.1 Versuchsstand	38
4.2.2 Meßprinzip	39
4.2.3 Versuchsführungsarten	40
5 Versuchsergebnisse	41
5.1 Rheologie im Pre-Gel-Bereich	41
5.1.1 Stationäre Scherversuche	41
5.1.1.1 Zeitabhängigkeit	41
5.1.1.2 Cox/Merz-Relation	45
5.1.2 Schwingversuche mit geringer Vernetzung	46
5.1.2.1 Scheramplituden-Abhängigkeit	46
5.1.2.2 Zeitabhängigkeit	48

5.1.2.3	Reproduzierbarkeit und Frequenzabhängigkeit für EP 4	49
5.1.2.4	Temperatur/Frequenz-Abhängigkeit	52
5.1.3	Schwingversuche mit Vernetzung durch Temperatur-Rampen	55
5.1.3.1	Einfluß der Axialkraft	57
5.1.3.2	Einfluß der Temperaturfunktion	58
5.1.3.3	Einfluß der Frequenz	58
5.1.3.4	Einfluß des Füllstoffes und der Stöchiometrie	60
5.2	Rheologie im Gelpunkt-Bereich	61
5.3	Rheologie im Post-Gel-Bereich	62
5.3.1	Aushärtung unterhalb der Glasatemperatur $T_{g,\infty}$	63
5.3.2	Aushärtung oberhalb der Glasatemperatur $T_{g,\infty}$	64
5.4	Kalorimetrie	66
5.4.1	Experimentelle Befunde	67
5.4.2	Glasatemperatur T_g in Abhängigkeit des Aushärtegrades X	71
5.4.3	Reaktionskinetik	74
5.4.3.1	Kinetik-Parameter nach ASTM E-698	74
5.4.3.2	Kinetik-Parameter aus dynamischen DTA-Messungen	78
5.5	Zusammenhang zwischen Viskosität und Aushärtegrad	86
6	Überprüfen des neuen chemo-rheologischen Ansatzes, technische Folgerungen und Ablaufplan	93
6.1	Überprüfung des chemo-rheologischen Ansatzes	93
6.2	Technische Folgerungen	101
6.2.1	Einfluß des Temperaturzyklus auf den Aushärteprozeß	101
6.2.2	Berechnung der Verschiebung zweier Fügeiteile bei Variation der Temperaturfunktion	102
6.2.3	Ablaufplan	107
7	Literatur	110
Anhang		121
A.1	Bestimmung der Parameter für den Roller- und Pahl/Hesekamp-Ansatz	121
A.2	Numerik	122