

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
Formelzeichen und Abkürzungen	iv
1 Einleitung.....	1
2 Stand der Technik.....	3
2.1 Klebtechnik.....	3
2.1.1 Aushärtung chemisch reagierender Klebstoffsysteme	4
2.1.2 Temperaturabhängige Eigenschaften von Polymeren	7
2.2 Klebtechnik im Automobilbau	9
2.2.1 Kleben im Karosseriebau	9
2.2.2 Kleben in der Montage.....	10
2.3 CFK im Automobilbau.....	11
2.4 Kleben von Fügeteilen mit unterschiedlichem Ausdehnungsverhalten	13
2.5 Schnellhärtung von Klebstoffen mittels Induktion	17
3 Zielsetzung und Vorgehensweise.....	20
4 Verwendete Versuchswerkstoffe.....	23
4.1 Klebstoffsysteme	23
4.2 Fügepartiebestandteile	26
4.2.1 Aluminiumlegierung AlMgSi0,3Cu.....	26
4.2.2 Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff	27
5 Verwendete Prüfmethode und Versuchseinrichtungen	29
5.1 Dynamische Differenzkalorimetrie	29
5.2 Rheologische Untersuchungen	31
5.3 Dynamisch-mechanische Analyse.....	32
5.4 Ermittlung der thermischen Längenänderung.....	32
5.5 Ermittlung der interlaminaeren Scherfestigkeit	33
5.6 Ermittlung von Verbindungseigenschaften unter quasistatischer Last	34
5.7 Anlagen zur induktiven Erwärmung	36
5.8 Optische Verformungsmessung	37

5.8.1	Dynamische Deformationsmessung	37
5.8.2	Statische Verformungsmessung	40
6	Thermoanalytische Untersuchungen	41
6.1	Bestimmung des reaktionskinetischen Verhaltens der Klebstoffe	41
6.2	Bestimmung des rheologischen Verhaltens der Klebstoffe	46
6.3	Verhalten des verwendeten faserverstärkten Kunststoffes.....	49
6.4	Wärmeausdehnungsverhalten der untersuchten Fügebauteile.....	52
6.5	Diskussion der Ergebnisse	53
7	Grundlegende Eigenschaften von Al/CFK-Klebstoffverbindungen	56
7.1	Einfluss der Härtungshistorie.....	56
7.2	Einfluss der Faserorientierung.....	58
7.3	Einfluss der Klebschichtdicke	61
7.4	Alterungsbeständigkeit der Klebstoffe	69
8	Verfahren zur Bestimmung des Einflusses von unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten	72
8.1	Probengeometrie	72
8.2	Theoretische Betrachtung der Relativverschiebungen	73
8.3	Versuchsdurchführung	74
9	Auswirkungen fertigungsbedingter Temperaturbeanspruchungen	76
9.1	Analyse des Dehnungs- und Deformationsverhaltens.....	76
9.1.1	Relativverschiebungen während der Klebstoffwärmehärtung	76
9.1.2	Bleibende globale Deformationen	80
9.2	Einfluss der Gleitbeanspruchung	82
9.3	Einfluss der Klebschichtdicke	84
9.4	Diskussion der Ergebnisse	86
10	Induktive Klebstoffschnellhärtung zur Fixierung von Mischbaustrukturen	89
10.1	Erwärmungsverhalten der verwendeten Werkstoffe.....	90
10.1.1	Einfluss der Induktionsfrequenz und der Pulsweitenmodulation	91
10.1.2	Einfluss des Induktorabstands	92
10.1.3	Anwendung der Induktionstechnik an einfach überlappten Zugschernproben.....	93

10.2	Tragverhalten induktiv gehärteter Klebungen.....	94
10.2.1	Induktive Vorhärtung ohne isothermer Haltephase	95
10.2.2	Induktive Vorhärtung mit isothermer Haltephase	96
10.2.3	Einfluss der induktiven Härtung auf die Verbindungseigenschaften	98
10.2.4	Induktive Vorhärtung von Al/CFK-Klebverbindungen.....	99
10.3	Eigenschaften induktiv gehärteter Klebungen unter Temperatur	101
10.4	Anwendung der induktiven Klebstoffschnellhärtung.....	103
10.4.1	Verformungen während der Klebstoffwarmhärtung.....	104
10.4.2	Ermittlung der bleibenden globalen Deformationen	107
10.5	Einfluss der Gleitungsbeanspruchung.....	109
10.6	Diskussion der Ergebnisse.....	110
11	Zusammenfassung	112
12	Literaturverzeichnis	116
13	Verwendete Normen	121
14	Anhang.....	122