

# Inhaltsverzeichnis

<b>Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen.....</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Stand der Erkenntnisse .....</b>	<b>3</b>
2.1 Kleben .....	4
2.1.1 Klebsysteme.....	5
2.1.1.1 Warmhärtende Reaktionsklebstoffe auf Epoxidharzbasis.....	5
2.1.1.2 Warmhärtende Klebebandsysteme.....	6
2.1.2 Haftungsmechanismen .....	7
2.1.2.1 Geometrische Struktur von Füge­te­iloberflächen und Benetzungsverhalten.....	8
2.1.2.2 Viskosität.....	9
2.1.3 Eigenschaften und Dimensionierung von Klebverbindungen .....	10
2.2 Stanznieten .....	17
2.3 Hybridfügen .....	19
<b>3 Aufgabenstellung .....</b>	<b>24</b>
<b>4 Prüfeinrichtungen und -verfahren.....</b>	<b>26</b>
4.1 Rauheitsbestimmung der Füge­te­iloberflächen.....	26
4.2 Kontaktwinkelmessungen an Füge­te­iloberflächen.....	26
4.3 Schwingrheometer .....	26
4.4 Dynamische Wärmestrom-Differenz Kalorimetrie.....	28
4.5 Torsionsschwingungsversuch.....	29
4.6 Thermodilatometrie .....	31
4.7 Rasterelektronenmikroskopie .....	33
4.8 Modifizierter Druckversuch .....	34
4.9 Vorrichtung zur Ermittlung von Füge­te­ilverformungen .....	34
4.10 Optische Verformungsmessung mittels Rasterverfahren .....	35

4.11	Ermittlung des Festigkeitsverhaltens .....	36
4.11.1	Zugscherversuch .....	36
4.11.2	Prüfung unter quasistatisch-zügiger Belastung .....	37
4.11.3	Prüfung unter schwingender Belastung .....	40
4.11.4	Prüfung unter schlagartiger Belastung.....	42
4.11.5	Ermittlung des Crashverhaltens einer bauteilähnlichen Probe.....	44
<b>5</b>	<b>Fügeteilwerkstoffe, Kleb- und Fügesysteme .....</b>	<b>46</b>
5.1	Fügeteilwerkstoffe.....	46
5.2	Fügeteiloberflächen und Benetzungsverhalten .....	48
5.3	Klebsysteme .....	50
5.3.1	Warmhärtende pastöse Reaktionsklebstoffe .....	51
5.3.2	Warmhärtende Klebebandsysteme.....	52
5.4	Stanznietssystem und Fügeeinrichtung .....	55
<b>6</b>	<b>Klebspezifische Untersuchungen .....</b>	<b>57</b>
6.1	Rheologisches Verhalten.....	57
6.2	Reaktionskinetisches Verhalten .....	59
6.3	Viskoelastisches Verhalten.....	63
6.4	Dilatometrisches Verhalten.....	65
6.5	Verarbeitung der Klebsysteme .....	66
6.6	Schubspannungs-Gleitungs-Verhalten .....	69
6.7	Festigkeitsverhalten von Klebverbindungen unter quasistatisch-zügiger Belastung .....	72
6.8	Stauchverhalten bei Druckbeanspruchung im unausgehärteten Zustand .....	80
<b>7</b>	<b>Fertigungsprozess Stanznietkleben .....</b>	<b>83</b>
7.1	Bemusterung elementar stanzgenieteteter Verbindungen .....	83
7.2	Einfluss der Klebsysteme auf die Fügeelementausbildung.....	86
7.3	Einfluss des mechanischen Fügeprozesses auf die Klebschichtausbildung.....	94

<b>8</b>	<b>Festigkeitsverhalten.....</b>	<b>105</b>
8.1	Festigkeitsverhalten unter quasistatisch-zügiger Belastung.....	105
8.1.1	Diskussion der Probengeometrie .....	105
8.1.2	Festigkeitsverhalten unter Scher- und Schälzugbelastung.....	107
8.1.3	Einfluss des Nietabstandes und der Klebebandsystemdicke .....	115
8.1.4	Einfluss von Bauteiltoleranzen und -geometrien.....	118
8.1.5	Einfluss einer Klebebandsystemaushärtung im Serien-KTL- Durchlauf .....	120
8.2	Festigkeitsverhalten unter schwingender Belastung.....	126
8.3	Festigkeitsverhalten unter schlagartiger Belastung .....	129
8.4	Crashverhalten von bauteilähnlichen Proben .....	132
<b>9</b>	<b>Hybridfügen mit warmhärtenden Klebebandsystemen und anderen mechanischen Fügeverfahren .....</b>	<b>136</b>
<b>10</b>	<b>Hinweise zur Auslegung, Fertigung und Qualitätssicherung.....</b>	<b>141</b>
10.1	Konzeption .....	141
10.2	Konstruktion .....	143
10.3	Fertigung .....	145
10.4	Qualitätssicherung .....	146
<b>11</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>148</b>
<b>12</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>152</b>