

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Stand der Erkenntnisse</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Zielstellung</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Grundlagen und mathematische Beschreibung des Werkstoffverhaltens</b> .....	<b>8</b>
4.1	Einleitung .....	8
4.2	Modellierung der Klebstoffeigenschaften während der Warmaushärtung .....	11
4.2.1	Einfache Ansätze zur Beschreibung des Materialverhaltens wärmhärtender Polymere	13
4.2.2	Ansätze basierend auf chemo- und thermorheologisch einfachem Materialverhalten ...	15
<b>5</b>	<b>Versuchswerkstoffe und Materialeigenschaften</b> .....	<b>20</b>
5.1	Stahlfeinbleche.....	20
5.2	Klebstoffe .....	20
5.3	Ermittlung der Reaktionskinetik der untersuchten Klebstoffe .....	21
5.3.1	Vorbemerkungen .....	21
5.3.2	Glasübergangstemperatur $T_g$ in Abhängigkeit des Umsatzgrades $\alpha$ .....	24
5.3.3	Experimentelle Ermittlung der Reaktionskinetik .....	26
5.3.3.1	Betamate XW1044-3 .....	27
5.3.3.2	SikaPower471 .....	30
5.3.3.3	Terostat3216.....	32
5.4	Untersuchungen zum thermo-mechanischen Klebschichtverhalten .....	34
5.4.1	Rheologische Untersuchungen: Bestimmung des Gelpunktes .....	34
5.4.1.1	Betamate XW1044-3 .....	35
5.4.1.2	SikaPower471 .....	38
5.4.1.3	Terostat3216.....	40
5.4.2	Dynamisch-mechanische Untersuchungen: Ableitung des viskoelastischen Materialverhaltens für den ausgehärteten Klebstoff.....	42
5.4.2.1	Betamate XW1044-3 .....	45
5.4.2.2	SikaPower471 .....	47

5.4.2.3	Terostat3216.....	48
5.4.3	Thermischer Ausdehnungskoeffizient $\alpha$ .....	50
5.5	Chemischer Reaktionsschrumpf.....	51
5.5.1	Dichtebestimmung mittels des Pyknometerverfahrens nach DIN ISO 787T10.....	52
5.5.2	Bestimmung des Masseverlustes .....	53
<b>6</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen an Modellprüfkörpern.....</b>	<b>54</b>
6.1	Versuchsaufbau zur Untersuchung der Jochprobe .....	54
6.2	Experimentelle Untersuchungsergebnisse an der Jochprobe .....	56
6.3	Versuchsaufbau zur Untersuchung des Schiebedachdeckels .....	62
6.4	Experimentelle Untersuchungsergebnisse für den Schiebedachdeckel .....	64
<b>7</b>	<b>Numerische Untersuchungen und Verifikation der Berechnungsergebnisse.....</b>	<b>72</b>
7.1	Numerische Untersuchungen zum Verformungsverhalten der Jochprobe.....	72
7.1.1	Prozessmodellierung und FE-Modell der Jochprobe.....	72
7.1.2	Numerische Untersuchungsergebnisse an der Jochprobe .....	75
7.2	Numerische Untersuchungen zum Verformungsverhalten des Schiebedachdeckels.....	79
7.2.1	FE- Modellierung des Schiebedachdeckels.....	79
7.2.2	Voruntersuchungen.....	83
7.2.3	Einfluss der gewählten Temperaturrandbedingungen.....	86
7.2.4	Einfluss der Klebschichtgeometrie.....	90
<b>8</b>	<b>Empfehlung zur Vorgehensweise bei der Simulation der Verformung von Blechbauteilen während der Warmaushärtung von Klebstoffen.....</b>	<b>94</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>96</b>
<b>10</b>	<b>Literatur.....</b>	<b>99</b>