

# Inhaltsverzeichnis

<b>Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen .....</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Aufgabenstellung.....</b>	<b>2</b>
<b>3 Stand der Erkenntnisse .....</b>	<b>5</b>
3.1 Kohäsion, Adhäsion.....	5
3.2 Metallklebstoffe, Leitlebstoffe .....	6
3.3 Modifikation von Polymeren mit Füllstoffen .....	7
3.4 Einfluß der Füllstoffe auf das Festigkeits- und Alterungsverhalten von Kleberverbindungen.....	7
3.4.1 Modelle zur Berechnung mechanischer Kennwerte von Kleberverbindungen in Abhängigkeit vom Füllstoffvolumenanteil.....	10
3.4.2 Modelle zur Berechnung des Schubmoduls .....	10
3.4.3 Modell zur Berechnung der Bruchgleitung.....	16
3.4.4 Modelle zur Berechnung der Klebfestigkeit .....	17
3.5 Wärmeleitung durch Kleberverbindungen.....	19
3.5.1 Einfluß der polymeren Matrix .....	19
3.5.2 Einfluß der Füllstoffe.....	19
3.5.3 Einfluß der Fertigungsparameter .....	21
3.5.4 Einfluß der Umgebungsbedingungen .....	22
3.5.5 Modelle zur Berechnung der Wärmeleitfähigkeit von Kleberverbindungen in Abhängigkeit vom Füllstoffvolumenanteil.....	23
3.5.6 Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit von Polymeren .....	28
<b>4 Versuchswerkstoffe .....</b>	<b>33</b>
4.1 Klebstoffe.....	33
4.2 Füllstoffe .....	35
4.3 Fügwerkstoffe .....	37
<b>5 Versuchseinrichtungen .....</b>	<b>39</b>
5.1 Dynamische Wärmestrom-Differenz-Kalorimetrie.....	39
5.2 Torsionsschwingungsversuch.....	41
5.3 Klima-, Temperaturwechsellagerung, Kataplasmatest .....	43
5.4 Zugscherversuch .....	43

5.5	Meßverfahren zur Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit von Klebverbindungen .....	45
5.5.1	Stationäres Meßverfahren .....	45
5.5.2	Quasistationäres Meßverfahren .....	47
5.6	Rasterelektronenmikroskopie .....	49
5.7	Rauheitsbestimmung der Fügeflächen .....	50
5.8	Dichtebestimmung der Versuchsklebstoffe .....	50
<b>6</b>	<b>Bestimmung der Dichte von füllstoffmodifizierten Klebstoffen .....</b>	<b>51</b>
6.1	Volumeneffekt.....	51
6.2	Hohlraumanteil .....	52
<b>7</b>	<b>Ermittlung des deformationsmechanischen Verhaltens von Klebverbindungen mit füllstoffmodifizierten Klebstoffen .....</b>	<b>56</b>
7.1	Schubspannungs-Gleitungs-Verhalten von Klebverbindungen mit füllstoffmodifiziertem Epoxidharz .....	56
7.1.1	Vergleich der deformationsmechanischen Kennwerte von Klebverbindungen mit unterschiedlich modifiziertem Epoxidharz.....	59
7.2	Schubspannungs-Gleitungs-Verhalten von Klebverbindungen mit füllstoffmodifiziertem Polyurethanklebstoff .....	61
7.2.1	Deformationsmechanische Kennwerte von Klebverbindungen mit füllstoffmodifiziertem Polyurethanklebstoff .....	63
<b>8</b>	<b>Einfluß von Füllstoffen auf das Alterungsverhalten von Klebverbindungen .....</b>	<b>66</b>
8.1	Ermittlung des Alterungsverhaltens von Klebverbindungen mit quarzmodifizierten Epoxidharzklebstoffen .....	66
8.2	Ermittlung des Alterungsverhaltens von Klebverbindungen mit aluminiummodifizierten Epoxidharzklebstoffen .....	69
8.3	Ermittlung des Alterungsverhaltens von Klebverbindungen mit silbermodifizierten Epoxidharzklebstoffen .....	71
8.4	Ermittlung des Alterungsverhaltens von Klebverbindungen mit quarzmodifizierten Polyurethanklebstoffen .....	74
<b>9</b>	<b>Ermittlung des viskoelastischen Verhaltens von füllstoffmodifizierten Klebstoffen.....</b>	<b>77</b>
9.1	Viskoelastisches Verhalten ungefüllter Reaktionsklebstoffe.....	77
9.2	Viskoelastisches Verhalten quarzmodifizierter Epoxidharzklebstoffe .....	78
9.3	Viskoelastisches Verhalten aluminiummodifizierter Epoxidharzklebstoffe.....	81
9.4	Viskoelastisches Verhalten silbermodifizierter Epoxidharzklebstoffe .....	82
9.5	Viskoelastisches Verhalten quarzmodifizierter Polyurethanklebstoffe .....	83

<b>10</b>	<b>Einfluß von Füllstoffen auf das Reaktionsverhalten von warmab-</b>	<b>85</b>
	<b>bindenden Klebstoffen .....</b>	<b>85</b>
10.1	Reaktionsverhalten ungefüllter Klebstoffe .....	85
10.2	Reaktionsverhalten quarzmodifizierter Epoxidharzklebstoffe .....	87
10.3	Reaktionsverhalten aluminiummodifizierter Epoxidharzklebstoffe .....	89
10.4	Reaktionsverhalten silbermodifizierter Epoxidharzklebstoffe.....	90
10.5	Reaktionsverhalten quarzmodifizierter Polyurethanklebstoffe .....	92
<b>11</b>	<b>Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit von Klebverbindungen .....</b>	<b>93</b>
11.1	Einfluß von Füllstoffen .....	93
11.2	Vergleich von Berechnungsmodellen zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit gefüllter Polymersysteme mit Meßergebnissen.....	98
11.3	Einfluß des Oberflächenzustandes .....	101
11.4	Einfluß der Klebschichtdicke .....	102
11.5	Einfluß der Fügezonengeometrie .....	106
11.6	Einfluß der Alterung.....	109
11.7	Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit von Klebverbindungen in Abhängigkeit von der Temperatur .....	111
<b>12</b>	<b>Simulation der Wärmeleitung durch Klebverbindungen.....</b>	<b>114</b>
12.1	Finite-Element-System ABAQUS .....	114
12.2	Netzgenerierung.....	115
12.3	Ermittlung der Temperaturfelder bei wärmedurchströmten Klebverbindungen mit geteilter Fügezone.....	116
12.4	Ermittlung des Wärmeübergangskoeffizienten bei Klebverbindungen mit geteilter Fügezone .....	118
<b>13</b>	<b>Auslegung und Fertigung von Klebverbindungen vor dem Hintergrund verbesserter Wärmeleitfähigkeit .....</b>	<b>123</b>
<b>14</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>126</b>
<b>15</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>131</b>
<b>Anhang</b>	<b>.....</b>	<b>139</b>