

## Inhaltverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>IX</b>
<b>Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	<b>XI</b>
<b>Kurzfassung</b> .....	<b>XV</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>XVII</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Stand der Forschung und Technik</b> .....	<b>3</b>
2.1 Prozessrouten zur Herstellung von Hybridbauteilen auf Basis des wärmeunterstützten Pressfügens .....	3
2.1.1 Vorstellung der Out-of-Mold Prozessroute zur Herstellung von Hybridbauteilen .....	4
2.1.2 Vorstellung der In-Mold Prozessroute zur Herstellung von Hybridbauteilen .....	7
2.1.3 Vergleich der beiden Prozessrouten.....	9
2.2 Oberflächenvorbehandlung für wärmeunterstützte Pressfügeverbindungen.....	11
2.2.1 Mechanische Oberflächenvorbehandlung .....	13
2.2.2 Chemische Oberflächenvorbehandlung .....	14
2.2.3 Physikalische Oberflächenvorbehandlung.....	15
2.3 Untersuchungen zum wärmeunterstützten Pressfügen .....	18
2.3.1 Einfluss der Herstellungsparameter auf Pressfügeverbindungen .....	18
2.3.2 Modifizierung der Polyamidmatrix zur Haftungsverbesserung.....	21
2.3.3 Alterungsbeständigkeit von Pressfügeverbindungen.....	22
2.3.4 Betrachtung zum Haftungsmechanismus zwischen Polyamid 6 und Stahl .....	24
2.3.5 Prozessszenario zum Einsatz von Pressfügeverbindungen im Großserienumfeld.....	25
<b>3 Motivation und Struktur der Arbeit</b> .....	<b>29</b>
3.1 Motivation und Zielsetzung .....	29
3.2 Methodisches Vorgehen.....	32
<b>4 Verwendete Versuchswerkstoffe und weitere Materialien</b> .....	<b>33</b>
4.1 Fügeteilwerkstoffe .....	33
4.1.1 DC01 (1.0330) .....	33
4.1.2 HX340 LAD + Z100MB (1.0933).....	33
4.1.3 Glasfaserverstärktes Polyamid 6.....	34

4.2	Klebstoffe .....	37
4.3	Schmierstoff .....	37
<b>5</b>	<b>Verwendete Prüfmethode und Versuchseinrichtungen .....</b>	<b>39</b>
5.1	Oberflächenvorbehandlung metallischer Fügebauteile mit Hilfe von Laserstrahlung .....	39
5.2	Oberflächencharakterisierung .....	42
5.2.1	Rauheitsmessungen .....	42
5.2.2	Querschliffe .....	42
5.2.3	Rasterelektronenmikroskopie (REM).....	43
5.2.4	Energiedispersive Röntgenspektroskopie.....	44
5.3	Quasistatischer Zugscherversuch .....	45
5.3.1	Versuchsstände für Out-of-Mold Untersuchungen .....	47
5.3.2	Versuchsstand für In-Mold Untersuchungen.....	49
5.4	Konditionierung gemäß DIN EN ISO 1110:1998-03 .....	50
5.5	Alterungsuntersuchungen .....	52
5.5.1	Probenvorbereitung für Alterungsuntersuchung .....	52
5.5.2	Klimawechseltest gemäß PV1200.....	53
5.5.3	Temperaturwechseltest in Anlehnung an PV1200 .....	53
5.5.4	Salzsprühnebeltest gemäß PV1210 .....	53
<b>6</b>	<b>Oberflächencharakterisierung laservorbehandelter Stahlsubstrate .....</b>	<b>55</b>
6.1	Betrachtung der erzeugten Oberflächenrauheiten .....	55
6.2	Mikroskopische Betrachtung der Oberflächen .....	57
6.2.1	Betrachtung der vorbehandelten Oberflächen mittels Rasterelektronenmikroskopie .....	57
6.2.2	Betrachtung von Querschliffen .....	64
6.2.3	Betrachtung der chemischen Oberflächenzusammensetzung durch Laservorbehandlung .....	66
6.2.4	Betrachtung der erzeugten Oberflächenstrukturen anhand von Bruchlinien und Querschliffen im REM.....	69
6.3	Fazit der Oberflächencharakterisierung .....	72
<b>7</b>	<b>Untersuchungen von wärmeunterstützten Pressfügeverbindungen .....</b>	<b>75</b>
7.1	Untersuchungen zum wärmeunterstützten Pressfügen im Out-of-Mold Prozess .....	75
7.1.1	Einfluss einer Laservorbehandlung auf kontaminierten Oberflächen .....	75
7.1.2	Einfluss von Temperatur, Haltezeit und Druck auf laservorbehandelte Pressfügeverbindungen.....	81
7.1.3	Einfluss verschiedener Konditionierstrategien.....	87

---

7.1.4	Einfluss von verschiedenen Prüftemperaturen auf Pressfügeverbindungen .....	95
7.1.5	Einfluss von verschiedenen Alterungstests auf Pressfügeverbindungen .....	101
7.1.6	Ermittlung eines Benchmarks mit typischen Epoxidharzklebstoffen .....	110
7.1.7	Fazit zum wärmeunterstützten Pressfügen im Out-of-Mold Prozess .....	112
7.2	Untersuchungen zum wärmeunterstützten Pressfügen im In-Mold Prozess.....	115
7.2.1	Einfluss der Metall-Einlegertemperatur bei einer Anpresskraft von 150 N .....	115
7.2.2	Einfluss der Metall-Einlegertemperatur bei einer Anpresskraft von 300 N .....	119
7.2.3	Betrachtung der Bruchflächen mit dem REM/EDX.....	122
7.2.4	Ableitung eines Prozessszenarios für die Herstellung eines hybriden Bauteils .....	125
7.2.5	Fazit zu den Untersuchungen im In-Mold Prozess .....	125
<b>8</b>	<b>Diskussion der Untersuchungen zum wärmeunterstützten Pressfügen.....</b>	<b>127</b>
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>135</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>139</b>
<b>Anhang</b>	<b>.....</b>	<b>161</b>