

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis I

Abkürzungs- und Symbolverzeichnis..... IV

1 Einleitung..... 1

2 Infrarotschweißen von Kunststoffen 4

2.1 Der Infrarotschweißprozess 5

2.2 Stand der Technik..... 18

2.3 Stand der Forschung..... 21

 2.3.1 Auswirkungen der Infrarotstrahlung auf gefüllte Thermoplaste 21

 2.3.2 Auswirkung unterschiedlicher Prozessparameter auf den IR-geschweißten Verbund 23

 2.3.3 Thermisch oxidativer Materialabbau 26

3 Zielsetzung und Lösungsweg 28

4 Verwendete Materialien und Probekörperherstellung 30

4.1 Beschreibung der Materialien 30

4.2 Herstellung der Probekörper im Spritzgießprozess..... 32

5 Voruntersuchungen zur Festlegung einer geeigneten Methodik zur Probekörperherstellung 33

5.1 Voruntersuchungen zu allgemeinen Fragestellungen 33

5.2 Beschreibung der allgemeinen Methodik beim Infrarotschweißen 38

6 Infrarotschweißen mit einer sanften und einer intensiven Erwärmstrategie 46

6.1 Definition der Erwärmstrategien und Herstellung der Probekörper 46

 6.1.1 Material und Methoden 46

 6.1.2 Ergebnisse 47

 6.1.3 Auswertung und Diskussion..... 51

6.2 Quantifizierung der resultierenden Schweißnahtmerkmale 52

 6.2.1 Computertomografie 53

 6.2.2 Rasterelektronenmikroskopie 55

 6.2.3 Bestimmung des örtlichen Fasergehaltes 57

 6.2.4 Dynamische Differenzkalorimetrie 58

 6.2.5 Zusammenfassung zu den resultierenden Schweißnahtmerkmalen 62

6.3 Auswirkungen der konstanten Erwärmstrategien auf das Erwärmverhalten 63

 6.3.1 Thermografie der Fügefläche..... 63

6.3.2	Mikroskopieuntersuchung der Wärmeeinflusszone.....	71
6.3.3	Zusammenfassung zu den Auswirkungen der Erwärmstrategien auf das Erwärmverhalten	88
6.4	Untersuchung des Materialabbaus mittels analytischer Methoden	88
6.4.1	Viskositätszahlen	89
6.4.2	Thermogravimetrische Analyse gekoppelt mit einer Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie	90
6.4.3	Zusammenfassung zum Materialabbau	94
6.5	Bestimmung der mechanischen Belastbarkeit	94
6.5.1	Kurzzeitzugversuche.....	95
6.5.2	Schwingfestigkeitsuntersuchungen	99
6.5.3	Zusammenfassung zur mechanischen Belastbarkeit	119
6.6	Gesamtauswertung der sanften und intensiven Erwärmstrategie	119
7	Infrarotschweißen mit einer 2-Phasen und einer blinkenden Erwärmstrategie	124
7.1	Definition der Erwärmstrategien und Herstellung der Probekörper für das PA6-GF50	124
7.1.1	Material und Methoden	124
7.1.2	Ergebnisse	127
7.1.3	Auswertung und Diskussion.....	128
7.2	Auswirkungen der gestuften Erwärmstrategien auf das Erwärmverhalten vom PA6-GF50	128
7.2.1	Thermografie der Fügefläche	128
7.2.2	Mikroskopieuntersuchung der Wärmeeinflusszone.....	131
7.2.3	Zusammenfassung zu den Auswirkungen der Erwärmstrategien auf das Erwärmverhalten	136
7.3	Untersuchung des Materialabbaus beim PA6-GF50 mittels analytischer Methoden	137
7.3.1	Viskositätszahlen	137
7.3.2	Thermogravimetrische Analyse gekoppelt mit einer Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie.....	138
7.3.3	Zusammenfassung zum Materialabbau	138
7.4	Bestimmung der mechanischen Belastbarkeit des PA6-GF50.....	138
7.4.1	Kurzzeitzugversuche.....	138
7.4.2	Schwingfestigkeitsuntersuchungen	140
7.4.3	Zusammenfassung zur mechanischen Belastbarkeit des PA6-GF50	146
7.5	Gesamtauswertung der unterschiedlichen Erwärmstrategien beim PA6-GF50.....	146
7.6	Definition der Erwärmstrategien und Herstellung der Probekörper für das PPA-GF35	148

7.7	Auswirkungen der Erwärmstrategien auf das Erwärmverhalten vom PPA-GF35	150
7.7.1	Thermografie der Fügefläche.....	150
7.7.2	Mikroskopieuntersuchung der Wärmeeinflusszone	152
7.7.3	Zusammenfassung zu den Auswirkungen der Erwärmstrategien auf das Erwärmverhalten.....	158
7.8	Untersuchung des Materialabbaus beim PPA-GF35 mittels analytischer Methoden	158
7.8.1	Viskositätszahlen	158
7.9	Bestimmung der mechanischen Belastbarkeit des PPA-GF35	160
7.9.1	Kurzzeitzugversuche.....	160
7.9.2	Schwingfestigkeitsuntersuchungen.....	163
7.9.3	Zusammenfassung zur mechanischen Belastbarkeit des PPAs-GF35	170
7.10	Gesamtauswertung der unterschiedlichen Erwärmstrategien beim PPA-GF35	170
8	Zusammenfassung und Ausblick	173
9	Literaturverzeichnis	177
9.1	Zitierte Quellen.....	177
9.2	Zitierte Normen	182
9.3	Verwendete studentische Abschlussarbeiten.....	183
9.4	Erklärung zur Zitation von Inhalten aus studentischen Arbeiten	184
Anhang	185
A1	Materialdatenblätter	186
A2	Ergebnisse der sanften und der intensiven Erwärmstrategie.....	188
A2.1	CT Untersuchungen zur Bestimmung der Faserorientierung	188
A2.2	Ergebnisse der DSC Untersuchungen	190
A2.3	Gewichtsverluste in der thermogravimetrischen Analyse.....	191
A2.4	Ergebnisse der Kurzzeitzugversuche.....	192
A2.5	Ergebnisse der Dauerschwinguntersuchungen.....	194
A3	Ergebnisse der 2-Phasen und der gestuften Erwärmstrategie	196
A3.1	Ergebnisse der Kurzzeitzugversuche.....	196
A3.2	Diagramme zu den realen Leistungsverläufen bei den gestuften Erwärmstrategien.....	198
A3.3	Ergebnisse der Dauerschwinguntersuchungen.....	199