

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>I</b>
<b>Abkürzungs- &amp; Symbolverzeichnis</b> .....	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Hintergrund .....	1
1.2 Motivation und Zielsetzung .....	2
<b>2 Warmgasstumpfschweißen von Kunststoffen</b> .....	<b>4</b>
2.1 Physikalische Grundlagen .....	4
2.1.1 Erzwungene Konvektion und Prallströmung .....	4
2.1.2 Wärmestrahlung .....	8
2.1.3 Überlagerung mehrerer Wärmeübergangsmechanismen .....	10
2.2 Alterung von Kunststoffen .....	10
2.2.1 Stand der Forschung .....	10
2.2.2 Materialdegradation beim Schweißen .....	16
2.3 Warmgasstumpfschweißprozess .....	18
2.3.1 Prozessverlauf .....	18
2.3.2 Festigkeitsmechanismus .....	19
2.3.3 Abgrenzung zu anderen Serienschweißverfahren und Anwendungsgebiete	21
2.3.4 Herausforderungen und Lösungsansätze .....	22
<b>3 Methoden der experimentellen Untersuchungen</b> .....	<b>25</b>
3.1 Maschinen und Geräte .....	25
3.1.1 Warmgasstumpfschweißmaschine .....	25
3.1.2 Klimaschrank und Autoklav .....	27
3.2 Materialien und Prüfkörper .....	27
3.2.1 Materialien .....	28
3.2.2 Prüfkörper .....	30
3.3 Eingesetzte Analyseverfahren .....	30
3.3.1 Mechanische Prüfverfahren .....	30
3.3.2 Thermische Prüfverfahren .....	34

3.3.3	Mikroskopische Prüfverfahren .....	34
3.4	Statistische Versuchsplanung und -auswertung.....	35
<b>4</b>	<b>Voruntersuchungen und phänomenologische Betrachtung .....</b>	<b>38</b>
4.1	Einfluss der Prozessgrößen .....	38
4.1.1	Fügedruck.....	38
4.1.2	Strömungscharakterisierende Prozessgrößen.....	40
4.2	Materialschädigung und Quetschfluss.....	42
4.2.1	Vorgehen und Hypothesenaufstellung .....	43
4.2.2	Ergebnisse.....	45
<b>5</b>	<b>Einfluss verschiedenartiger Prozessgase.....</b>	<b>52</b>
5.1	Vorgehen .....	52
5.2	Ergebnisse.....	53
5.2.1	PP.....	54
5.2.2	PA6.....	58
5.2.3	PA66.....	62
5.2.4	Hitzestabilisiertes PA66 .....	64
5.2.5	PA66-GF30.....	67
5.2.6	PPA-GF35.....	71
<b>6</b>	<b>Einfluss der Fügeichtung .....</b>	<b>74</b>
6.1	Gravitationseffekte beim Schweißen von Kunststoffen.....	74
6.2	Experimentelle Untersuchungen.....	75
6.2.1	Vorgehen.....	76
6.2.2	Materialien.....	77
6.2.3	Ergebnisse.....	78
<b>7</b>	<b>Berechnung der Schmelzeschichtdicke .....</b>	<b>104</b>
7.1	Modellierung des Wärmeübergangs.....	104
7.2	Simulation der Erwärmphase .....	106
7.2.1	Vorgehen.....	107
7.2.2	Ergebnisse.....	108

---

<b>8</b>	<b>Schweißen verschiedenartiger Kunststoffe</b> .....	<b>112</b>
8.1	Herausforderungen.....	112
8.1.1	Adhäsion.....	112
8.1.2	Schmelzpunkte.....	114
8.1.3	Wärmeausdehnungskoeffizient .....	114
8.2	Stand der Forschung .....	114
8.3	Experimentelle Untersuchungen.....	116
8.3.1	Vorgehen .....	116
8.3.2	Materialien .....	118
8.3.3	Ergebnisse.....	118
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse</b> .....	<b>121</b>
9.1	Voruntersuchungen und phänomenologische Betrachtung .....	121
9.2	Einfluss verschiedenartiger Prozessgase.....	123
9.3	Einfluss der Fügerichtung.....	125
9.4	Berechnung der Schmelzeschichtdicke .....	126
9.4.1	Modellierung des Wärmeübergangs.....	126
9.4.2	Simulation der Erwärmphase.....	127
9.5	Schweißen verschiedenartiger Werkstoffe .....	127
<b>10</b>	<b>Ausblick</b> .....	<b>128</b>
<b>11</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>130</b>
11.1	Zitierte Quellen .....	130
11.2	Verwendete studentische Arbeiten .....	140
11.3	Erklärung zur Zitation von Inhalten aus studentischen Arbeiten.....	141
<b>Anhang</b>	.....	<b>142</b>