

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>I</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>Formelverzeichnis .....</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung und Motivation .....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung .....	4
1.2 Zielsetzung und Vorgehensweise .....	6
<b>2 Stand der Forschung .....</b>	<b>9</b>
2.1 Die RTM Prozesskette .....	9
2.2 Preform-Herstellung als Teil des RTM-Gesamtprozesses .....	11
2.2.1 Preform-Formgebung .....	14
2.2.2 Preform-Fixierung .....	17
2.3 Einfluss der Preform-Fixierung auf die Preform- und Faserverbundeigenschaften .....	27
2.3.1 Textile Konfektionstechnik .....	27
2.3.2 Adhäsive Binder .....	29
2.3.3 Heftdraht .....	30
<b>3 Entwicklungsrelevante Grundlagen .....</b>	<b>32</b>
3.1 Physikalische Grundlagen zur Flüssigimprägnierung trockener Faserhalzeuge .....	32
3.2 Kleben als Fügeverfahren .....	37
3.2.1 Systematik der Klebstoffe .....	37
3.2.2 Verfahren zur beschleunigten Vernetzung reaktiver Klebstoffe .....	41
<b>4 Methodisches Erarbeiten eines Fixierkonzeptes .....</b>	<b>46</b>
4.1 Funktionenanalyse zur Ableitung der Entwicklungsschwerpunkte .....	46
4.2 Konzeptentwicklung zur lokalen automatisierten Preformfixierung .....	49
4.3 Ermittlung entwicklungsrelevanter Ein- und Ausgangsgrößen .....	55

4.3.1	Grundcharakterisierung des zu fixierenden Faserhalbzeugs .....	57
4.3.2	Bestimmung der minimal erforderlichen Klebstoffviskosität .....	62
4.3.3	Auswahl eines geeigneten Klebstoffsystems .....	64
4.3.4	Berechnung des erforderlichen Verarbeitungsdruckes .....	66
4.3.5	Berechnung der zu applizierenden Klebstoffmenge .....	69
4.4	Bewertung der erarbeiteten Vorüberlegungen mit Hilfe der Röntgencomputertomografie .....	70
<b>5</b>	<b>Konzeption einer Prototypenanlage.....</b>	<b>75</b>
5.1	Lösungsprinzipien zur automatisierten und reproduzierbaren Positionierung der Fixierungspunkte .....	75
5.2	Lösungsprinzipien zur Klebstoffdosierung in Minimalmengen .....	77
5.3	Lösungsprinzipien zur Messung und Regelung der Nadel-Einstechtiefe .....	81
5.4	Lösungsprinzipien zur Vorkompaktierung der Faserhalbzeuglagen .....	82
<b>6</b>	<b>Prototypische Umsetzung und Erprobung.....</b>	<b>84</b>
6.1	Hardwaretechnische Umsetzung des Versuchsstandes .....	85
6.2	Softwaretechnische Umsetzung.....	86
6.3	Prinzipielle Erprobung der Versuchsanlage .....	88
6.3.1	Bewertung der Positioniergenauigkeit .....	88
6.3.2	Bewertung der Applikationsgenauigkeit .....	91
<b>7</b>	<b>Diskussion erzielter Preform- und Faserverbundeigenschaften .....</b>	<b>94</b>
7.1	Versuchswerkstoffe .....	95
7.2	Herstellung der Basisprüfkörper .....	95
7.2.1	Preformlinge .....	96
7.2.2	Faserverbundlaminate .....	96
7.3	Eigenschaften der Preform .....	97
7.3.1	Mikrostrukturelle Untersuchungen mittels Rasterelektronenmikroskopie .....	98
7.3.2	Bestimmung der Schälkraft .....	99
7.3.3	Bestimmung der Scherkraft .....	101
7.3.4	Bestimmung der Kompressibilität .....	105

---

7.3.5	Bestimmung der breitenbezogenen Biegesteifigkeit .....	107
7.3.6	Bestimmung der Preform-Permeabilität .....	110
7.4	Eigenschaften des Faserverbundes .....	115
<b>8</b>	<b>Prozessbewertung und Fazit .....</b>	<b>120</b>
8.1	Bewertung des entwickelten Fixierungskonzepts .....	120
8.2	Zusammenfassung und Anwendungspotenzial .....	130
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>133</b>	
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>138</b>	
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>139</b>	
<b>Normenverzeichnis .....</b>	<b>151</b>	
<b>Anhang .....</b>	<b>153</b>	
<b>Lebenslauf .....</b>	<b>163</b>	