

# Inhaltsverzeichnis

<b>Danksagung</b>	<b>6</b>
<b>Kurzfassung der Dissertation</b>	<b>7</b>
<b>Abstract</b>	<b>9</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>11</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>15</b>
1.1 Motivation	18
1.2 Zielsetzung der Arbeit und Systemgrenze	19
<b>2 Theoretische Grundlagen</b>	<b>21</b>
2.1 Übersicht von FKV Verbindungen	21
2.1.1 Globale Versagensmodi einer Bolzenverbindung	23
2.1.2 Lochleibungsversagen einer Bolzenverbindung	25
2.1.3 Flankenzugbruch einer Bolzenverbindung	26
2.2 Mechanische Analyse des Schlaufenanschlusses	27
2.3 Herstellungsverfahren thermoplastischer Lasteinleitungselemente aus Endlosfasern	32
2.3.1 Tailored Fibre Placement (TFP)-Verfahren	32
2.3.2 Imprägnierung textiler TFP Verstärkungseinleger	35
2.3.3 Thermoplastischer Wickelprozess	37
2.3.4 Additive Fertigung	38
2.4 Verarbeitungsverfahren faserverstärkter Thermoplaste im Spritzgießprozess	39
2.4.1 Klassifizierung thermoplastischer Halbzeuge	39
2.4.2 Endlosfaser verstärkung im Spritzgießverfahren	40
2.5 Stand der Technik	42
<b>3 Entwicklung der Verstärkungseinleger</b>	<b>45</b>
3.1 Materialauswahl und -charakterisierung	45
3.1.1 Definition der Halbzeuge	45
3.1.2 Thermische Analyse des Matrixwerkstoffs	47
3.2 Probekörperspezifikationen	50
3.2.1 Entwicklung der geometrischen Gestalt	50
3.2.2 Entwicklung des Preformaufbaus	53
3.2.3 Theoretische Lastermittlung der Verstärkungseinleger	54
3.3 Herstellung der Verstärkungselemente	56
3.3.1 TFP-Verstärkungselemente	56
3.3.2 Gewickelte-Verstärkungselemente	58
3.4 Definition der Parameter für den Konsolidierungsprozess	59
3.4.1 Bewertung der Konsolidierungstemperatur und -druckes anhand des Porengehaltes	59
3.4.2 Bewertung der Haltezeit	61

---

## Inhaltsverzeichnis

---

3.5	Versagensverhalten des TFP-Verstärkungseinlegers	68
3.6	Versagensverhalten des gewickelten Verstärkungseinlegers	70
<b>4</b>	<b>Integration des Verstärkungseinlegers in den Spritzguss</b>	<b>73</b>
4.1	Materialauswahl	74
4.2	Probekörperspezifikation	75
4.3	Herstellung der Probekörper	76
4.4	Grenzflächenanalyse	78
4.4.1	Makroskopische Analyse	78
4.4.2	Einfluss der Kontakttemperatur und der Längenausdehnung	80
4.5	Ermittlung der mechanischen Zugkennwerte	84
4.5.1	Einfluss der TFP-Verstärkungseinleger	84
4.5.2	Einfluss der gewickelten Verstärkungseinleger	95
<b>5</b>	<b>Gestaltungsempfehlungen für maßgeschneiderte Verstärkungseinleger im Spritzguss</b>	<b>101</b>
5.1	Maßgeschneidertes Verstärkungselement	101
5.2	Imprägnierqualität der TFP-Verstärkungselemente	103
5.3	Materialeinfluss der Spritzgießumgebung	104
5.4	Herstellungsprozess	107
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>113</b>
<b>7</b>	<b>Ausblick</b>	<b>115</b>
<b>8</b>	<b>Anhang</b>	<b>117</b>
8.1	Abbildungsverzeichnis	117
8.2	Tabellenverzeichnis	121
8.3	Abkürzungen und Symbole	122
8.4	Experimentelle Untersuchungen des Verstärkungseinlegers	125
8.5	Untersuchungen zum Einfluss der Porenentnahme und Porenposition im Werkzeug	126
8.6	Experimentelle Untersuchungen der Spritzgießprobekörper mit integriertem Verstärkungseinleger	127
8.7	Ermittlung der Kontakttemperatur	128
8.8	Zugversuche an spritzgegossenen Prüfkörpern nach DIN EN ISO 527-1+4131	
8.9	Ermittlung der Steifigkeitsverhältnisse $E_{\parallel} / E_{\perp}$ der Spritzgießprobekörper	132
8.10	Übersicht aller mittels Zugversuche ermittelten Kennwerte	133
8.11	Gegenüberstellung der Kraft-Weg-Diagramme gespritzter Proben mit und ohne Verstärkungseinleger zum Kraft-Weg-Diagramm des einzelnen TFP-Verstärkungseinlegers	135
8.12	Gegenüberstellung der Kraft- Weg- Diagramme der gespritzten Proben mit gewickeltem Verstärkungseinleger	137
8.13	Gegenüberstellung der Kraft- Weg- Diagramme der gespritzten Proben mit und ohne Verstärkungseinleger	138
8.14	Betreute studentische Arbeiten	142
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>143</b>