

# I Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>Inhaltsverzeichnis</b>	xi
<b>II</b>	<b>Formelzeichen und Abkürzungen</b>	xvi
<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	1
<b>2</b>	<b>Stand der Technik</b>	5
2.1	Auswahl von Matrixwerkstoffen unter isotropen Leichtbauaspekten	5
2.2	Auswirkung fehlerhafter Elastizitätsmoduln der Verbunde auf Bauteilmassen und Bauteileigenfrequenzen	9
2.3	Werkstoffliche Grundlagen kurzfaser verstärkter Thermoplaste	14
2.3.1	Grundlegender Aufbau kurzfaser verstärkter Thermoplaste	14
2.3.2	Aufbau und Eigenschaften teilkristalliner Thermoplaste	16
2.3.3	Kurzfasern als Füllstoffe	18
2.3.4	Modulbeeinflussende Größen kurzfaser verstärkter Thermoplaste	19
2.4	Modulberechnung an kurzfaser verstärkten Thermoplasten	26
2.4.1	Modelle zur Elastizitätsmodulberechnung kurzfaser verstärkter Thermoplaste	27
2.4.2	Vergleich verschiedener Modellvorstellungen mit Messergebnissen	40

2.4.3 Auswahl erfolgreicher Cox-Krenchel- Modellanwendungen.....	45
2.4.4 Bislang nicht berücksichtigte Kennwerte unter Anwendung des Cox-Krenchel-Modells .....	46
2.5 Einflussmöglichkeit unberücksichtigter Kennwerte auf den Elastizitätsmodul des Verbundes .....	59
2.5.1 Faserinduzierte Kristallisationsunterschiede in Thermoplasten.....	59
2.5.2 Lufteinschlüsse .....	66
2.5.3 Haftvermittlung in der Faser-Matrix-Grenzfläche.....	67
2.6 Adhäsionseinflüsse auf Elastizitätsmoduln des Verbundes.....	69
2.6.1 Benetzungstheorie.....	69
2.6.2 Unterscheidung der Adhäsionsarten zwischen Verbundpartnern.....	75
2.6.3 Diffusion.....	76
2.6.4 Mechanische Adhäsion.....	77
2.6.5 Adsorptionstheorie unter Verwendung der Grenzflächenspannung.....	79
2.7 Zusammenfassung des Standes der Technik.....	83
<b>3 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit .....</b>	<b>85</b>
<b>4 Betrachtung und Ableitung neuer Berechnungsansätze ....</b>	<b>88</b>
4.1 Vorbetrachtung des notwendigen Sphärolith- Durchmessereinflusses auf den Elastizitäts modul der Matrix zur signifikanten Elastizitätsmodulbeeinflussung des Verbundes .....	88
4.2 Vor betrachtungen zum Einfluss der Diffusion.....	89

4.3 Vorberichtigungen zum Einfluss mechanischer Verhakungen .....	91
4.4 Zusammenhang zwischen Adhäsion und E-Modulberechnung.....	92
4.5 Randbedingungen für die Benetzbarkeit der Werkstoffkombination .....	94
4.6 Verknüpfung der Benetzung mit der physikalischen Adhäsion .....	98
4.7 Aufstellen des neuartigen Modells .....	100
<b>5 Experimentelle Vorgehensweise .....</b>	<b>104</b>
5.1 Auswahl der Matrices, Additiven und Fasern .....	104
5.1.1 Matrices .....	105
5.1.2 Verstärkungsfasern .....	106
5.1.3 Gewählte Werkstoffkombinationen.....	107
5.2 Versuchsaufbauten zur Referenzprobenherstellung .....	108
5.2.1 Compoundierung.....	108
5.2.2 Spritzgießen.....	109
5.3 Messaufbauten zur Grundmaterial- und Referenzprobenanalyse.....	111
5.3.1 Thermogravimetrische Analyse (TGA) .....	111
5.3.2 Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC) .....	112
5.3.3 Bestimmung des Elastizitätsmoduls .....	112
5.3.4 Faserverteilungsanalyse .....	115
5.3.5 Bruchbildanalysen mittels Rasterelektronenmikroskops (REM).....	116
5.3.6 Kalzinierung .....	117
5.3.7 Mikroskopie und Faserlängenmessung .....	118

5.3.8 Schliffbildanalysen .....	119
5.3.9 Kontaktwinkelmessung und Oberflächen Spannungsberechnung .....	123
5.4 Versuchsplanung und Parameterwahl.....	127
<b>6 Ergebnisse und Diskussion.....</b>	<b>130</b>
6.1 Bewertung des Ausgangszustands der Grundwerkstoffe .	130
6.1.1 Basaltfaser.....	130
6.1.2 E-Glasfaser.....	132
6.1.3 Polypropylen .....	133
6.1.4 Polyamid 6.6.....	135
6.2 Untersuchung der Faserverteilung in Prüfkörpern .....	137
6.3 Einfluss der Faserverstärkung auf die Kristallisation .....	142
6.4 Auswirkungen der Parametervariation auf die Faserlänge .....	144
6.5 Messergebnisse der Elastizitätsmoduln der Verbunde .....	146
6.6 Gemessene Faservolumengehalte.....	149
6.7 Arithmetisch gemittelte Faserlängen im Verbund .....	151
6.8 Ermittlung der Faserorientierungsfaktoren .....	159
6.9 Sensitivitätsanalyse des Cox-Krenchel-Modells .....	163
6.10 Betrachtung mechanischer Adhäsionseinflüsse aufgrund der Werkstoffwahl .....	165
6.11 Bestimmung der Grenzflächen Spannungen .....	167
6.12 Ermittlung eines globalen Omega .....	170
6.13 Anwendung des globalen Omega und des erweiterten Modells .....	171
6.14 Sensitivitätsanalyse des neuen Modellansatzes.....	174

6.15 Anwendung des neuen Modellansatzes auf Literaturwerte .....	175
6.16 Potentiale des erweiterten Modells .....	180
<b>7 Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>183</b>
<b>III Literaturverzeichnis.....</b>	<b>186</b>
<b>IV Anhang .....</b>	<b>206</b>
<b>V Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>208</b>
<b>VI Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>216</b>