

I Inhaltsverzeichnis

I	Inhaltsverzeichnis.....	xi
II	Formelzeichen und Abkürzungen.....	xvi
1	Einleitung	1
2	Stand der Technik.....	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 kurzfaserverstärkter Thermoplaste	14
2.3.1	Grundlegender Aufbau kurzfaserverstärkter Thermoplaste	14
2.3.2	Aufbau und Eigenschaften teilkristalliner Thermoplaste	16
2.3.3	Kurzfasern als Füllstoffe.....	18
2.3.4	Modulbeeinflussende Größen kurzfaserverstärkter Thermoplaste	19
2.4	Modulberechnung an kurzfaserverstärkten Thermoplasten	26
2.4.1	Modelle zur Elastizitätsmodulberechnung kurzfaserverstärkter 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
3 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	85
4 Betrachtung und Ableitung neuer Berechnungsansätze	88
4.1 Vorbetrachtung des notwendigen Sphärolith- Durchmessereinflusses auf den Elastizitäts modul der Matrix zur signifikanten Elastizitätsmodulbeeinflussung des Verbundes	88
4.2 Vorbetrachtungen zum Einfluss der Diffusion.....	89

4.3	Vorbetrachtungen 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
5	Experimentelle Vorgehensweise	104
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 Oberflächenspannungsberechnung	123
5.4 Versuchsplanung und Parameterwahl.....	127
6 Ergebnisse und Diskussion.....	130
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 Grenzflächenspannungen	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
7	Zusammenfassung und Ausblick	183
III	Literaturverzeichnis	186
IV	Anhang	206
V	Abbildungsverzeichnis	208
VI	Tabellenverzeichnis	216