

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	vii
Abstract	ix
1. Einleitung und Zielsetzung	1
1.1. Einleitung	1
1.2. Zielsetzung	3
2. Spritzgießsonderverfahren zur gezielten Beeinflussung der Faser- und Molekülorientierung	5
2.1. Grundlagen zur Faser- und Molekülorientierung im Spritzgießprozess	5
2.2. Überblick zu Spritzgießsonderverfahren zur gezielten Beeinflussung der Faser- und Molekülorientierung	9
2.3. Werkzeugsystem mit rotierendem Kern	12
3. Entwicklung und Prozessumsetzung eines Versuchswerkzeugs mit rotierendem Werkzeugkern	15
4. Rheologische Betrachtung sich überlagernder Relativbewegungen im Spritzgießprozess	19
4.1. Grundlagen zum rheologischen Verhalten von Kunststoffschmelzen	19
4.1.1. Poiseuille-Strömung	22
4.1.2. Couette-Strömung	24
4.2. Rheologische Betrachtung des Versuchswerkzeugs	26
4.2.1. Einspritzbedingte Scherung der Kunststoffschmelze	27
4.2.2. Scherung der Kunststoffschmelze durch rotatorische Relativbewegung	29
4.2.3. Überlagerung der einspritz- und rotationsbedingten Scherung	29
5. Methodiken zur Quantifizierung der Umorientierung von Fasern durch rotatorische Relativbewegungen im Spritzgießprozess	37
5.1. Analyse der Faserorientierung	37
5.1.1. Grundlagen zur Quantifizierung der Faserorientierung	37
5.1.2. Praktische Umsetzung auf Basis von Schliffbildern im Rahmen dieser Arbeit	44
5.2. Mechanische Prüfungen	50
5.2.1. Ringzugversuche	50
5.2.2. Berstdruckversuche	52

6. Beeinflussung der Faserorientierung von kurz- und langfaserverstärkten Kunststoffen durch einen rotierenden Werkzeugkern	55
6.1. Grundlagen zu Einflussgrößen auf die Mikrostruktur und den daraus resultierenden Eigenschaften von faserverstärkten Spritzgießmassen	55
6.1.1. Einfluss des Kunststoffcompounds	56
6.1.2. Einfluss der Wanddicke und Fließweglänge	58
6.1.3. Einfluss von Spritzgießparametern	59
6.2. Überblick und Erwartungen an die Untersuchungen mit drehendem Kern	63
6.3. Kurzfaser verstärktes Polypropylen	65
6.3.1. Einfluss der Rotation auf das Matrixpolymer	65
6.3.2. Einfluss der Wanddicke	65
6.3.3. Einfluss des Fasergehaltes	72
6.4. Langfaser verstärktes Polypropylen	75
6.4.1. Einfluss der Wanddicke	75
6.4.2. Einfluss des Fasergehaltes	78
6.4.3. Vergleich von kurz- und langfaserverstärktem Polypropylen	80
6.4.4. Einfluss von Spritzguss-Prozessparametern	83
6.5. Kurz- und langfaserverstärktes Polyamid	93
6.6. Asymmetrische Faserumorientierung	96
6.7. Überblick	98
7. Berücksichtigung von lokal beeinflusster Faserorientierung bei der strukturmechanischen Simulation von faserverstärkten Kunststoffbauteilen	103
7.1. Grundlagen zur Simulation von faserverstärkten Kunststoffen	103
7.1.1. Mikromechanische Materialmodellierung	106
7.1.2. Elasto-plastisches Materialverhalten	109
7.1.3. Anisotropes Versagenskriterium	111
7.2. Entwicklung einer Simulationsmethodik zur Berücksichtigung lokal veränderter Faserorientierung	112
7.3. Validierung der Simulationsmethodik	116
7.3.1. Materialkalibrierung	116
7.3.2. Sensitivitätsuntersuchung	117
7.3.3. Validierung an praktischen Bauteilversuchen	122
8. Entwicklung einer Auslegungsmethodik für Spritzgießbauteile mit gezielt beeinflusster Faserorientierung	133
8.1. Entwicklung eines Matlabskriptes zur Zuweisung der Faserorientierung	135
8.2. Vorstellung der Auslegungsmethodik	137
8.3. Anwendung der Auslegungsmethodik am Beispiel des Demonstrators	142
8.4. Übertragung auf praktische Bauteile	147
8.4.1. Bauteil 1	147
8.4.2. Bauteil 2	152
8.5. Zusammenfassung Auslegungsmethodik	156

9. Zusammenfassung und Ausblick	157
Abkürzungen, Formelzeichen und Symbole	161
Abkürzungen	161
Formelzeichen und Symbole	162
Literatur	164
Abbildungsverzeichnis	179
Tabellenverzeichnis	185
Anhang	186
A. Vektorüberlagerung Schergeschwindigkeit	186
B. Vergleich Berstdruckprüfvorrichtungen	190
C. Signifikanzanalyse Berstdruckversuche	192
D. Mikroskopiebilder	195
E. Versagensbilder Berstdruckprüfung	198