

1	EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	1
2	STAND DER TECHNIK	5
2.1	Verfahren der Folienextrusion	5
2.2	Einfluss der Prozessführung auf die Folieneigenschaften	6
2.2.1	Einfluss von Molekülorientierungen auf die mechanischen Folieneigenschaften	7
2.2.2	Einfluss der kristallinen Struktur von Thermoplasten auf die Folieneigenschaften	9
2.2.3	Entstehung optischer Folieneigenschaften.....	10
2.2.4	Ausbildung des Foliendickenprofils.....	12
2.3	Kühlverfahren der Blasfolienextrusion	14
2.3.1	Luftkühlverfahren	15
2.3.1.1	Außenkühlung durch Kühlringe	15
2.3.1.2	Blasen-Innenkühlungen.....	16
2.3.2	Berechnung der Folienblasenkühlung	17
2.3.3	Kühlverfahren mittels Wasser	20
2.3.3.1	Wassergekühlte Blasfolie	20
2.3.3.2	Double-Bubble und Triple-Bubble Verfahren.....	21
3	KONZEPT DER KONTAKTKÜHLUNG FÜR DIE BLASFOLIENEXTRUSION	22
3.1	Prozesstechnische Randbedingungen zur Auslegung einer Kontaktkühlung	23
3.1.1	Geometrischer Aufbau einer Kontaktkühlhülse.....	23
3.1.2	Theoretische Überlegungen zu den vorliegenden Abkühlbedingungen	24
3.2	Konstruktiver Aufbau einer Kontaktkühlung mittels Kühlhülse	27
3.2.1	Modularer Aufbau der Kühlhülse	27
3.2.2	Beschichtung der Kontaktkühlfläche.....	29
3.2.3	Positionierung der Kontaktkühlhülse in der Blasfolienanlage.....	30
4	SIMULATION DER FOLIENKÜHLUNG DURCH EINE KÜHLHÜLSE	32
4.1	Simulationsprogramm Sheet CoolAix	32
4.2	Modellierung der Kontaktkühlung	32
4.3	Kalibrierung und Validierung des Kühlmodells	33
4.4	Simulative Auslegung eines Blasfolienprozesses mit Kontaktkühlung	39
4.5	Zwischenfazit zur Simulation der Kontaktkühlung	46
5	EINSATZ EINER KONTAKTKÜHLUNG BEI DER BLASFOLIENEXTRUSION	48
5.1	Versuchsumgebung und Versuchsplanung	48
5.1.1	Verwendete Anlagentechnik und Rohstoffe	48
5.1.2	Verwendete Analysemethoden	49
5.2	Einfluss der Kontaktkühlung auf die Stabilität des Blasfolienprozesses	50
5.3	Einfluss der Kontaktkühlung auf den Massedurchsatz	55
5.3.1	Definition von Referenzprozessen.....	55
5.3.2	Haupteffekte von Prozessparametern auf den Massedurchsatz	56
5.3.3	Erzielbare Massedurchsatzsteigerung durch Einsatz einer Kontaktkühlung	59
5.3.3.1	Einfluss der Masse- und der Kühlhülsestemperatur auf den Massedurchsatz.....	61

5.3.3.2	Einfluss der Frostlinienhöhe auf den Masedurchsatz.....	66
5.3.3.3	Einfluss der Foliendicke auf den Masedurchsatz.....	68
5.3.3.4	Einfluss von Kühlhülshöhe und Aufblasverhältnis auf den Masedurchsatz.....	70
5.3.4	Einfluss der Prozessparameter auf die Kühlleistung der Kontaktkühlung.....	73
5.3.5	Identifikation vorteilhafter Prozesseinstellungen für den Masedurchsatz.....	76
5.3.6	Zwischenfazit zum Einfluss der Kontaktkühlung auf den Masedurchsatz.....	78
5.4	Einfluss der Kontaktkühlung auf die Folieneigenschaften.....	78
5.4.1	Einfluss der Kontaktkühlung auf die mechanischen Folieneigenschaften.....	79
5.4.1.1	Einfluss der Kontaktkühlung auf den E-Modul.....	79
5.4.1.2	Einfluss der Kontaktkühlung auf die Reißdehnung und Reißspannung.....	81
5.4.1.3	Einfluss der Kontaktkühlung auf den Folienschrumpf.....	86
5.4.2	Einfluss der Kontaktkühlung auf die optischen Folieneigenschaften.....	88
5.4.2.1	Einfluss der Kontaktkühlung auf die Gesamttransmission.....	89
5.4.2.2	Einfluss der Kontaktkühlung auf die Trübung.....	89
5.4.3	Zwischenfazit zum Einfluss der Kontaktkühlung auf die Folieneigenschaften.....	92
5.5	Einsatz einer Kontaktkühlung bei der Blasfolienextrusion von Polypropylen.....	93
5.5.1	Einfluss der Kontaktkühlung auf die Prozessstabilität.....	94
5.5.2	Einfluss der Kontaktkühlung auf den Masedurchsatz.....	94
5.5.3	Einfluss der Kontaktkühlung auf die optischen Folieneigenschaften.....	97
5.5.4	Zwischenfazit zum Einsatz der Kontaktkühlung bei Polypropylen.....	99
6	FAZIT UND AUSBLICK.....	101
6.1	Fazit.....	101
6.2	Ausblick.....	103
7	ZUSAMMENFASSUNG UND SUMMARY.....	105
7.1	Zusammenfassung.....	105
7.2	Summary.....	107
8	ABKÜRZUNGEN, FORMELZEICHEN, INDIZES.....	109
8.1	Abkürzungen.....	109
8.2	Formelzeichen.....	110
8.3	Indizes.....	111
9	LITERATUR.....	113
10	ANHANG.....	121
10.1	Versuchspläne.....	121