

1	EINLEITUNG	1
2	AUFGABENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG	4
3	VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG UND ANALYSE VON NANOCOMPOSITES.....	6
3.1	Rohstoffe und Rezepturen für Nanocomposites.....	6
3.1.1	Schichtsilikat.....	6
3.1.2	Matrixkunststoff.....	11
3.1.3	Kompatibilisator.....	12
3.2	Eigenschaften von Nanocomposites.....	14
3.2.1	Einfluss von Schichtsilikat auf die Werkstoffeigenschaften.....	14
3.2.2	Morphologie von Schichtsilikat und Nanocomposites.....	18
3.3	Herstellung und Weiterverarbeitung von Nanocomposites	19
3.3.1	Herstellungsverfahren	20
3.3.2	Schmelzecomoundierung mit Doppelschneckenextrudern	21
3.3.2.1	Grundlagen und Verfahrenstechnik.....	22
3.3.2.2	Schneckenkonfiguration.....	25
3.3.2.3	Schneekendrehzahl und Durchsatz.....	31
3.3.2.4	Verweilzeit der Schmelze im Extruder.....	33
3.3.2.5	Schmelzetemperatur	34
3.3.2.6	Füllstoffanteil.....	35
3.3.3	Weiterverarbeitung	36
3.3.3.1	Weiterverarbeitung dokumentiert in wissenschaftlichen Untersuchungen.....	36
3.3.3.2	Randbedingungen in der industriellen Produktion	37
3.4	Analyse von Nanocomposites	38
3.4.1	Mikroskopie	39
3.4.1.1	Lichtmikroskopie.....	39
3.4.1.2	Rasterelektronenmikroskopie	43
3.4.1.3	Transmissionselektronenmikroskopie	47
3.4.2	Röntgenbeugung	53
3.4.2.1	Röntgendiffraktometrie	53
3.4.2.2	Diffraktometrie bei Nanocomposites	56
3.4.3	Röntgen-Mikrocomputertomographie	61
3.4.3.1	Grundlagen der Mikro-CT und der Bildanalyse	62
3.4.3.2	Analyse von Nanocomposites mittels Mikro-CT	63
3.4.4	Rheometrie	65
3.4.4.1	Verfahren der Rheometrie	65
3.4.4.2	Rheometrie bei Nanocomposites	66
3.5	Fazit.....	68
3.5.1	Verarbeitungstechnik	68
3.5.2	Analysetechnik	69
4	ENTWICKLUNG DER COMPOUNDIERTECHNIK	70

4.1 Randbedingungen für die praktischen Versuche.....	70
4.1.1 Rohstoffauswahl und Analyse.....	70
4.1.2 Eingesetzte Maschinen und Wahl der Prozessparameter.....	74
4.1.3 Analyse der Nanocomposites.....	77
4.2 Vorgehensweise bei der Versuchsdurchführung.....	78
4.2.1 Energetische Bilanzierung des Compoundierprozesses.....	79
4.2.2 Erfassung von Prozessgrößen	81
4.2.3 Ermittlung lokaler Prozessgrößen im Verfahrensteil	82
4.3 Versuche zur Schneckenauslegung.....	84
4.3.1 Auslegung der Aufschmelzzone	84
4.3.2 Auslegung der Dispergierzonen.....	87
4.4 Einfluss der Rezeptur	92
4.4.1 Einfluss des Kompatibilisatoranteils	93
4.4.2 Einfluss des Schichtsilikat-Typs	96
4.5 Variation des Ortes der Rohstoffzugabe in den Extruder	103
4.5.1 Versuchsplanung und Durchführung	103
4.5.2 Einfluss des Ortes der Rohstoffzugabe auf die Prozessgrößen bei der Compoundierung	105
4.5.3 Analyse der mechanischen Eigenschaften	106
4.5.4 Analyse der Dispergierung.....	109
4.6 Fazit der Entwicklung der Compoundiertechnik	111
5 WEITERVERARBEITUNG UND ANALYSE DER PRODUKTEIGENSCHAFTEN	113
5.1 Versuchplanung und -durchführung.....	113
5.1.1 Materialien	113
5.1.2 Spritzgießen	114
5.1.3 Blasfolienextrusion	114
5.1.4 Flachfolienextrusion.....	116
5.1.5 Extrusionsblasformen.....	116
5.1.6 Eingesetzte Analysemethoden.....	117
5.2 Füllstoffverteilung.....	117
5.2.1 Füllstoffverteilung im Mikrometermaßstab	117
5.2.2 Füllstoffverteilung im Nanometermaßstab	121
5.3 Mechanische Eigenschaften	123
5.4 Permeationseigenschaften	126
5.5 Fazit der Untersuchung der Weiterverarbeitung von Nanocomposites	128
6 FAZIT UND AUSBLICK	129
7 ZUSAMMENFASSUNG UND ABSTRACT.....	132
7.1 Zusammenfassung	132
7.2 Abstract	133
8 ABKÜRZUNGEN, FORMELZEICHEN, INDIZES.....	135
8.1 Abkürzungen	135

8.2	Formelzeichen	136
8.3	Indizes	137
9	QUELLEN.....	138
10	ANHANG	149
10.1	Herstellung der Proben für die in Kapitel 3.4 dargestellten Analyseverfahren.....	149
10.2	Parameter der Weiterverarbeitungsprozesse.....	151
10.3	Prüfbedingungen Zugprüfung	153
10.4	Übersicht der verwendeten Maschinen und Geräte	154
10.5	Bilder.....	156