

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG UND ANALYSE VON NANOCOMPOSITES.....</b>	<b>6</b>
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	Schmelzecompondierung mit Doppelschneckenextrudern .....	21
3.3.2.1	Grundlagen und Verfahrenstechnik.....	22
3.3.2.2	Schneckenkonfiguration .....	25
3.3.2.3	Schneckendrehzahl und Durchsatz.....	31
3.3.2.4	Verweilzeit der Schmelze im Extruder .....	33
3.3.2.5	Schmelztemperatur .....	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
<b>4</b>	<b>ENTWICKLUNG DER COMPOUNDIERTECHNIK .....</b>	<b>70</b>

<b>4.1</b>	<b>Randbedingungen für die praktischen Versuche.....</b>	<b>70</b>
4.1.1	Rohstoffauswahl und Analyse.....	70
4.1.2	Eingesetzte Maschinen und Wahl der Prozessparameter.....	74
4.1.3	Analyse der Nanocomposites.....	77
<b>4.2</b>	<b>Vorgehensweise bei der Versuchsdurchführung.....</b>	<b>78</b>
4.2.1	Energetische Bilanzierung des Compoundierprozesses.....	79
4.2.2	Erfassung von Prozessgrößen.....	81
4.2.3	Ermittlung lokaler Prozessgrößen im Verfahrensteil.....	82
<b>4.3</b>	<b>Versuche zur Schneckenauslegung.....</b>	<b>84</b>
4.3.1	Auslegung der Aufschmelzzone.....	84
4.3.2	Auslegung der Dispergierzonen.....	87
<b>4.4</b>	<b>Einfluss der Rezeptur.....</b>	<b>92</b>
4.4.1	Einfluss des Kompatibilisatoranteils.....	93
4.4.2	Einfluss des Schichtsilikat-Typs.....	96
<b>4.5</b>	<b>Variation des Ortes der Rohstoffzugabe in den Extruder.....</b>	<b>103</b>
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
<b>4.6</b>	<b>Fazit der Entwicklung der Compoundiertechnik.....</b>	<b>111</b>
<b>5</b>	<b>WEITERVERARBEITUNG UND ANALYSE DER PRODUKTEIGENSCHAFTEN.....</b>	<b>113</b>
<b>5.1</b>	<b>Versuchsplanung und -durchführung.....</b>	<b>113</b>
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
<b>5.2</b>	<b>Füllstoffverteilung.....</b>	<b>117</b>
5.2.1	Füllstoffverteilung im Mikrometermaßstab.....	117
5.2.2	Füllstoffverteilung im Nanometermaßstab.....	121
<b>5.3</b>	<b>Mechanische Eigenschaften.....</b>	<b>123</b>
<b>5.4</b>	<b>Permeationseigenschaften.....</b>	<b>126</b>
<b>5.5</b>	<b>Fazit der Untersuchung der Weiterverarbeitung von Nanocomposites.....</b>	<b>128</b>
<b>6</b>	<b>FAZIT UND AUSBLICK.....</b>	<b>129</b>
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND ABSTRACT.....</b>	<b>132</b>
7.1	Zusammenfassung.....	132
7.2	Abstract.....	133
<b>8</b>	<b>ABKÜRZUNGEN, FORMELZEICHEN, INDIZES.....</b>	<b>135</b>
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