

1	EINLEITUNG	1
2	STAND DER TECHNIK	4
2.1	Die Polykondensate Polyamid 6 (PA 6) und Polyethylenterephthalat (PET)	4
2.1.1	Herstellung, Eigenschaften und Marktüberblick	4
2.1.2	Wasseraufnahmeverhalten	10
2.1.3	Molekulargewichtsabbaumechanismen bei der Verarbeitung	11
2.1.4	Extrusion von Polykondensaten	13
2.1.4.1	Extrusion mit Vortrocknung	14
2.1.4.2	Extrusion mit Schmelzeentgasung	17
2.2	Analyseverfahren zur Bestimmung des Molekulargewichts	21
2.2.1	Gelpermeationschromatografie (GPC)	22
2.2.2	Lösungviskosimetrie	23
2.2.3	Schmelzeviskosimetrie	24
2.2.4	Empirische Korrelation von Molekulargewicht und Viskosität	27
2.3	Angewendete regelungstechnische Grundlagen	29
2.3.1	Systemidentifikation und Regelstrecken	30
2.3.2	PID-Regler	33
2.3.3	Einstellregeln für PID-Regler	34
2.4	Bestehende Anwendungen der Viskositätsregelung in der Extrusion	37
3	VERSUCHSUMGEBUNG	40
3.1	Vorstellung der Anlagentechnik	40
3.1.1	Befeuchtungssystem zur gezielten Materialkonditionierung	40
3.1.2	Technikumsanlage zur Verarbeitung von Polykondensaten	42
3.1.3	Umrüstungen zur Molekulargewichtsregelung	46
3.2	Materialauswahl und Wasseraufnahme des Materials	47
4	PARAMETERUNTERSUCHUNGEN BEI DER POLYKONDENSAT-EXTRUSION	50
5	VERSUCHE ZUR REGELUNG DES MOLEKULARGEWICHTS	55
5.1	Durchführung und Auswertung der Versuche zur Molekulargewichtsregelung	57
5.2	Referenzversuche bei der Polykondensatverarbeitung	59
5.2.1	Einfluss von Rohstofffeuchte, Entgasungsdruck und Schmelzetemperatur	63
5.2.2	Ermittlung einer Temperaturkorrektur	69
5.3	Ermittlung geeigneter Regelungsparameter	71
5.3.1	Verweilzeitbetrachtung an der Extrusionsanlage	71
5.3.2	Systemidentifikation auf Basis von Sprungversuchen	73
5.3.2.1	Anwendung grafischer Verfahren zur Systemidentifikation	74
5.3.2.2	Anwendung numerischer Verfahren zur Systemidentifikation	81
5.3.2.3	Vergleich der Ergebnisse der grafischen und numerischen Verfahren	82
5.3.3	Simulation des Regelungsverhaltens	84
5.3.4	Ermittlung geeigneter Parameter für die Regelgröße Werkzeugdruckverlust	91
5.3.5	Zusammenfassung der ermittelten Regelungsparameter	96

5.4	Validierung der Molekulargewichtsregelung mittels Bypass-Rheometer.....	98
5.4.1	Validierung bei geänderten Massedurchsatz	103
5.4.2	Validierung bei Sollviskositätssprung	104
5.4.3	Validierung bei geänderter Rohstofffeuchte	108
5.4.4	Validierung bei einer geänderten Schmelzetemperatur	111
5.5	Validierung der Molekulargewichtsregelung mittels Werkzeugdruckverlust	115
5.5.1	Validierung bei geänderten Massedurchsatz	116
5.5.2	Validierung bei Sprung des Soll-Werkzeugdruckverlusts	119
5.5.3	Validierung bei geänderter Rohstofffeuchte	120
5.5.4	Validierung bei der Verstellung des Werkzeugaustrittsspalts	122
6	FAZIT UND AUSBLICK	125
7	ZUSAMMENFASSUNG UND SUMMARY	127
7.1	Zusammenfassung	127
7.2	Summary	128
8	FORMELZEICHEN, ABKÜRZUNGEN UND EINHEITEN	129
9	LITERATUR	135
10	ANHANG	151
10.1	Datenblätter der verwendeten Versuchsmaterialien	151
10.2	Parameter bei den Extrusionsversuchen zur Molekulargewichtsregelung	156
10.3	Messprinzip des FMX HydroTracers zur Bestimmung der Rohstofffeuchte	156
10.4	Zusatzinformationen zur Polykondensatverarbeitung	157
10.4.1	Technikumsanlage der Fa. Kuhne GmbH, Sankt Augustin	157
10.4.2	Bilanzierung der Verfahren Vortrocknung und Schmelzeentgasung	158
10.5	Ergänzungen zu den Einstellempfehlungen für PID-Regler	166