



Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Stand der Technik und Motivation.....	2
1.2	Abgrenzung des Themengebiets	4
2	Theoretische Grundlagen	6
2.1	Sedimentation im Erdschwere- und Zentrifugalfeld.....	6
2.2	Abschätzung der Auswirkungen der Diffusion auf die Sedimentation	10
2.3	Experimentelle Bestimmung des Trenngrades	11
2.4	Betriebsweise von Vollmantel-Überlaufzentrifugen	12
2.4.1	Funktionsprinzip	12
2.4.2	Strömungsphänomene.....	14
2.5	Betriebsweise von Vollmantelzentrifugen mit Kern.....	16
2.6	Stabilität und Dispergierung von Suspensionen	17
2.7	Charakterisierung von Suspensionen	19
2.7.1	Messung der konzentrationsabhängigen Sinkgeschwindigkeit	22
2.7.2	Messung des Konsolidierungs-Gleichgewichtes	23
2.8	Klassieren von Partikeln – Übersicht über bestehende Verfahren.....	25
2.8.1	Labormaßstab	27
2.8.2	Pilotmaßstab	30
2.8.3	Industrieller Maßstab	32
2.8.4	Zusammenfassung und Fazit	34
2.9	Laser-Doppler-Anemometrie (LDA)	34
2.9.1	Messprinzip.....	35
2.9.2	Größe des Messvolumens	36
2.9.3	Messpunktversatz	37
2.10	Bildgebende Magnetresonanztomografie (MRT)	38
3	Materialien und Methoden	42
3.1	Modellprodukte	42
3.2	Bestimmung des Füllgradverlaufs	49
3.3	Messung der Trenneffizienz.....	50
4	Aufbau der Versuchseinrichtungen	51
4.1	Kompressions- und Durchströmungszelle	51
4.2	Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit	52
4.3	Cepa-Röhrenzentrifuge (GLE).....	53
4.3.1	Aufbau zur indirekten Bestimmung der Strömungsverhältnisse	55
4.3.2	Aufbau und Vorgehensweise zur Sedimentanalyse	56



4.4	STA-Vollmantelzentrifuge (A25)	57
4.5	Laser-Doppler-Anemometer	59
4.5.1	Aufbau	59
4.5.2	Messvolumen	61
4.5.3	Tracerpartikel.....	61
4.6	Versuchszentrifuge zur Bestimmung der Strömungsverhältnisse	63
4.6.1	Sicherheitskonzept und Steuerung.....	64
4.6.2	Aufbau des Kohlefaser-Rotors und der Optik	66
5	Charakterisierung der Modellprodukte	70
5.1	Sinkgeschwindigkeit und Konsolidierung	70
5.2	Zeta-Potential	73
6	Trennung biologischer Produkte – Hefe	77
7	Trennung und Klassierung von mineralischen und organischen Partikeln	79
7.1	Silizium- und Titandioxid	80
7.2	Kaolin.....	84
7.3	Polystyrol	86
8	Sedimentaufbau und Fließverhalten organischer und mineralischer Produkte ...	90
8.1	Gelpunkt.....	90
8.2	Sedimentaufbau.....	90
8.3	Füllgradverlauf.....	94
8.4	Fließverhalten.....	96
9	Experimentelle Bestimmung der Strömungsverhältnisse	99
9.1	Direkte Messung	99
9.1.1	Tangentialgeschwindigkeit.....	99
9.1.2	Axialgeschwindigkeit	102
9.2	Indirekte Messung durch Verweilzeitbestimmung	103
9.3	Strömungsmessung in Zentrifugen: Ein Fazit mit Ausblick.....	109
10	Simulation.....	111
10.1	Bestimmung der Strömungsverhältnisse.....	111
10.1.1	Turbulenzmodelle	111
10.1.2	Abbruchkriterium der instationären Berechnungen	113
10.1.3	Simulation der Strömungen – Einphasig	115
10.1.4	Simulation der Strömungen – Zweiphasig	119
10.1.5	Rechenzeitanalyse.....	121
10.2	Modellierung des Konsolidierungsverhaltens mit <i>Matlab</i>	123
10.3	Berechnung des Sedimentaufbaus und der Trennkurve mit <i>Matlab</i>	130
10.3.1	Modell.....	130



10.3.2	Bewertung der Einflussfaktoren	135
10.3.3	Berechnung der instationären Konsolidierung	139
10.3.4	Trenneffizienz und Sedimentaufbau.....	143
10.3.5	Optimierung der Betriebsparameter zur Klassierung	152
10.4	Simulation – Fazit und Ausblick.....	153
11	Schlussfolgerungen	156
12	Ausblick auf zukünftige Entwicklungen und Anwendungen	160
12.1	Lagerungskonzepte	160
12.2	Rotormaterialien.....	161
12.3	Optimierte Zulaufgeometrie.....	163
12.4	Übertragung der Kenntnisse auf Dekantierzentrifugen	164
13	Literaturverzeichnis	166
14	Symbolverzeichnis	175
15	Anhang	182
	Veröffentlichungen	185
	Vorträge	186
	Lebenslauf.....	187