

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	1
1.1	Allgemeine Zusammenfassung	1
1.2	Fazit	6
2	Summary	9
2.1	General Summary	9
2.2	Conclusion	13
3	Einleitung und Problemstellung	17
4	Stand des Wissens	21
4.1	Aufbau und Funktionsweise der Sprühtrocknung	21
4.2	Energie- und Umweltschutzfaktoren der Sprühtrocknung	23
4.3	Sprühpolymerisation	25
4.4	Polymerisation im Einzeltropfen	26
5	Prozesseigenschaften	31
5.1	Akustische Levitation	31
5.1.1	Theoretischer Hintergrund	31
5.1.2	Apparativer Aufbau und Automatisierung des Laborprozesses	35
5.2	Stoff- und Wärmetransportphänomene	37
5.2.1	Theoretische Grundlagen	37
5.2.2	Stofftransport von Wasser und Acrylsäure	44
5.2.3	Wärmetransport von Wasser und Acrylsäure	52
5.3	Strömungseigenschaften	63
5.3.1	Strömungen am Einzeltropfen: Stand des Wissens	63
5.3.2	Bestimmung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit	65
5.3.3	Strömungssimulation in der Prozesskammer	73
5.4	Analyse der dimensionslosen Kennzahlen	78
6	Polymerisation im Einzeltropfen	83

6.1	Stofftransport	83
6.2	Hüllbildung	95
6.3	Wärmetransport und Kinetik	100
6.3.1	Betrachtung der Reaktionsgeschwindigkeit	100
6.3.2	Wärmebilanz und thermischer Umsatz	119
7	Partikelstruktur	131
7.1	Theoretischer Hintergrund	131
7.2	Partikelexpansion und Partikelmorphologie	134
8	Ausblick	143
8.1	Stoff- und Wärmetransport	143
8.2	Partikelmorphologie	146
9	Experimenteller Teil	148
9.1	Verwendete Geräte	148
9.1.1	Ultraschallquelle	148
9.1.2	Temperatur und relative Luftfeuchte	148
9.1.3	Bildaufnahme	149
9.1.4	LABVIEW Programm	150
9.2	Versuchsdurchführung	151
9.2.1	Tropfendosierung und Tropfenentnahme	151
9.2.2	Messen der Tropfentemperaturen	151
9.2.3	Polymerisation	152
9.3	Rasterelektronenmikroskopie	156
10	Literaturverzeichnis	157
11	Anhang	169
11.1	Aufbau der Prozesskammer	169
11.2	Berechnung von Diffusionskoeffizienten	170
11.3	Numerische Simulationen der Tropfentemperaturen	172
11.4	Physikalische Parameter bei den ANSYS FLUENT Simulationen	173

11.5	Temperaturabhängigkeit der Dichte von Gasen	174
11.6	Temperaturabhängigkeit der SCHMIDT- und der PRANDTL-Zahl.....	176
11.7	Berechnung des Wärmeübergangs in Wirbelschichten.....	177
11.8	Thermischer Umsatz bei der Polymerisation von Acrylsäure.....	178
11.9	pH-Wert der Reaktionsmischungen	180
11.10	Verwendete Hilfsmittel.....	182
11.11	Abkürzungsverzeichnis	183
11.11.1	Symbole.....	183
11.11.2	Griechische Buchstaben.....	185
11.11.3	Akronyme	185
11.12	Verwendete Chemikalien.....	186