

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG UND MOTIVATION	1
2 DAS TAYLOR-VORTEX SYSTEM	7
2.1 Aufbau und Strömungskennzahlen.....	7
2.2 Charakteristik der Ringspaltströmung	9
2.2.1 Strömungsformen im System ohne axialen Fluss.....	9
2.2.2 Strömungsformen im System mit axialem Fluss.....	12
2.3 Auftreten und Berechnung von Strömunginstabilitäten	17
3 MISCHEN IN REAGIERENDEN SYSTEMEN	21
3.1 Grundprinzipien und Größenskalen des Mischens	21
3.2 Makromischung im Taylor-Vortex System.....	24
3.2.1 Theorie der Verweilzeitverteilung.....	24
3.2.2 Messmethoden der Verweilzeitverteilung	28
3.2.3 Makromischung im System ohne axialen Fluss.....	31
3.2.4 Makromischung im System mit axialem Fluss	34
3.2.5 Korrelation der Makromischung im System mit axialem Fluss	41
3.3 Mikromischung im Taylor-Vortex System.....	44
3.3.1 Theorie der Mikromischung	44
3.3.2 Messmethoden der Mikromischung	49
3.3.3 Mikromischung im System ohne axialen Fluss	54
4 UNTERSUCHUNGEN ZUR MISCHCHARAKTERISTIK	59
4.1 Beschreibung der Versuchsanlage	59

4.2 Versuchsdurchführung und Auswertung	61
4.2.1 Strömungsvisualisierung	61
4.2.2 Verweilzeitverteilung eines Spurstoffes	61
4.2.3 Spezifischer Energieeintrag des Rotors.....	62
4.3 Modellierung der Makromischung.....	63
4.3.1 Modellwahl und Kenngrößen.....	63
4.3.2 Modell für einen zylindrischen Rotor	64
4.3.3 Modell für einen rippenförmigen Rotor.....	66
4.3.4 Numerische Modellparameteranpassung mittels MATLAB®.....	69
4.4 Ergebnisse und Diskussion	71
4.4.1 Strömungsvisualisierung	71
4.4.2 Validierung der Makromischungsmodelle	74
4.4.3 Makromischung mit einem zylindrischen Rotor	75
4.4.4 Makromischung mit rippenförmigen Rotoren	78
4.4.5 Einfluss der Rotorgeometrie auf die Makromischung	80
4.4.6 Integrale Mikromischung	81
4.5 Zwischenfazit	83
5 ALKALISCHE VERSEIFUNG ALS TESTREAKTION	85
5.1 Beschreibung der Versuchsanlage und Versuchsdurchführung	85
5.2 Versuchsauswertung	89
5.3 Ergebnisse und Diskussion	93
5.3.1 Vorherrschaft der Makromischung bei langsamer Reaktion	93
5.3.2 Zunehmender Einfluss der Mikromischung bei schneller Reaktion	95
5.3.3 Einfluss der Einströmungsgeschwindigkeit.....	98
5.4 Fazit	101
6 ZUSAMMENFASSUNG	103
7 SUMMARY	107

LITERATURVERZEICHNIS	109
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	119
SYMBOLVERZEICHNIS	121
ANHANG	127
A1 Navier-Stokes Gleichungen und Kontinuitätsgleichung	127
A2 Lineare Stabilitätsanalyse	128
A3 Erweiterte lineare Stabilitätsanalyse	131
A4 Nichtlineare Stabilitätsanalyse.....	132
A5 Randbedingungen des axialen Dispersionsmodells	134
A6 Alkalische Verseifung von Ethylacetat	136
A7 Technische Zeichnungen der Taylor-Vortex Systeme	137
A8 MATLAB® Programmcode zylindrischer Rotor C.....	139
A9 MATLAB® Programmcode rippenförmige Rotoren A und B	147
A10 Abschätzung der Dispersionszahl \mathcal{D} einer Rührkesselkaskade	153
A11 Bestimmung der spezifischen Grenleitfähigkeiten κ_0 und κ_∞.....	154
A12 Zusammenhang Umsatz und Dispersionszahl.....	156