

# Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
2 Stand von Wissenschaft und Technik.....	4
2.1 Rheologie.....	4
2.1.1 Nicht-Newtonsches Verhalten.....	6
2.1.1.1 Strukturviskoses Verhalten.....	6
2.1.1.2 Viskoelastisches Verhalten.....	7
2.1.1.3 Viskoplastisches Verhalten.....	8
2.2 Rührtechnik.....	9
2.2.1 Allgemeines zu Homogenisiervorgängen.....	9
2.2.2 Charakterisierung und Scale-Up von Rührwerken.....	10
2.3 Grundlagen und Entwicklung des untersuchten Koaxialrührwerks.....	18
2.3.1 Wahl geeigneter Teilrührer.....	18
2.3.2 Charakterisierung von Koaxialrührwerken.....	24
3 Experimentelle Vorgehensweise.....	34
3.1 Versuchsaufbau.....	34
3.1.1 Anlagenschema und Komponenten.....	34
3.1.2 Geometrie und Komponenten des Versuchsbehälters.....	35
3.1.3 Geometrie des Koaxialrührwerks.....	36
3.2 Modellfluide.....	38
3.2.1 Newtonsche Fluide.....	38
3.2.2 Strukturviskose Fluide.....	38
3.2.3 Bestimmung der rheologischen Eigenschaften der Modellfluide.....	39
3.3 Bestimmung des Leistungseintrags.....	40
3.4 Bestimmung der Homogenisierzeit.....	41
3.5 Bestimmung des Strömungsfeldes.....	45
3.6 Untersuchte Betriebsparameter.....	46
4 Numerische Simulationen.....	48
4.1 Verwendete Grundlagen.....	48
4.2 Vorgehensweise.....	49
4.2.1 Definition und Diskretisierung des Berechnungsgebiets.....	49
4.2.2 Zeitliche Diskretisierung und Modellierung der Homogenisierung.....	56
4.2.2.1 Grundlagen instationärer Simulationen.....	56
4.2.2.2 Grundlagen und Anwendung stationärer Simulationen.....	56
4.2.2.3 Vorgehen zur Simulation der instationären Homogenisierung.....	57
4.2.3 Modellierung der rheologischen Eigenschaften.....	58
4.2.4 Modellierung der Rotation der Rührer.....	59
5 Ergebnisse & Diskussion.....	68
5.1 Rheologie der Modellfluide.....	68
5.1.1 Newtonsche Testfluide.....	68
5.1.2 Nicht-Newtonsche Testfluide.....	70
5.1.3 Einfluss des rheologischen Verhaltens auf die numerischen Simulationen des Koaxialrührwerks.....	71

5.2 Leistungscharakteristik.....	73
5.2.1 Auswertung und Diskussion des gemittelten Nettodrehmoments.....	73
5.2.1.1 Kombinierte Betrachtung des Rührwerks.....	73
5.2.1.2 Betrachtung der Einzelrührer.....	80
5.2.2 Numerisch ermittelte Leistungseinträge.....	82
5.3 Strömungsfeld.....	86
5.3.1 LDA-Daten.....	86
5.3.2 Validierung des numerisch simulierten Geschwindigkeitsfeldes.....	89
5.4 Homogenisiercharakteristik.....	95
5.4.1 Allgemeiner Überblick.....	95
5.4.2 Diskussion eines geeigneten Kennzahlkonzeptes.....	104
5.4.3 Einfluss der Rheologie auf die Homogenisierzeit.....	106
5.4.4 Einfluss der Förderrichtung und des Füllgrades auf die Homogenisierzeit.....	109
5.4.5 Einfluss der Drehsinnkombination und des Innendurchmessers auf die Homogenisierzeit.....	114
5.4.6 Simulation des Homogenisiervorgangs.....	123
5.5 Homogenisierenergie.....	126
6 Zusammenfassung.....	129
A Farbintensität des Indikators Phenolphthalein.....	I
A.1 Durchführung.....	I
A.2 Auswertung.....	I
A.3 Ergebnisse.....	II
B Viskosität von Glycerin in Abhängigkeit des Massenanteils.....	IX