

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Problemstellung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1	Turbulente Strömungen . . . . .	3
2.1.1	Allgemeine Beschreibung turbulenter Strömungen . . . . .	3
2.1.2	Beeinflussung turbulenter Strömungen durch zusätzliche Phasen . . . . .	6
2.1.2.1	Gasbeladene Zweiphasenströmungen . . . . .	7
2.1.2.2	Feststoffbeladene Zweiphasenströmungen . . . . .	8
2.1.2.3	Dreiphasenströmungen . . . . .	8
2.1.3	Fluktuation der Energiedissipation, Intermittenz . . . . .	10
2.2	Turbulente Couette-Strömung . . . . .	12
2.3	Fluidodynamik in Blasensäulen und Airlift-Schlaufenreaktoren . . . . .	13
2.3.1	Beschreibende Parameter . . . . .	13
2.3.2	Strömungsdynamik und Beanspruchungen . . . . .	17
2.4	Teilchenaggregate und Flockensysteme . . . . .	19
2.4.1	Fraktaltheoretische Beschreibung von Aggregaten . . . . .	20
2.4.2	Bildung, Festigkeit und Zerstörung von Flocken . . . . .	24
2.4.2.1	Bildung von Flocken . . . . .	24
2.4.2.2	Festigkeit von Flocken . . . . .	25
2.4.2.3	Zerstörung von Flocken . . . . .	26
2.5	Turbulenzbedingte Partikelbeanspruchung und Zerkleinerung . . . . .	26

<b>3</b>	<b>Versuchsanlage und Durchführung der Experimente</b>	<b>28</b>
3.1	Aufbau der Versuchsanlage . . . . .	28
3.1.1	Blasensäulen- und Airlift-Schlaufenreaktoren . . . . .	28
3.1.2	Couette-Scherapparatur . . . . .	30
3.1.3	Weitere Reaktoren . . . . .	31
3.1.4	Partikelgrößenanalysator . . . . .	31
3.2	Durchführung der Versuche . . . . .	32
3.2.1	Bestimmung der Flockeneigenschaften . . . . .	32
3.2.1.1	Sedimentationsversuche zur Bestimmung der fraktalen Dimension . . . . .	33
3.2.1.2	Scherversuche zur Bestimmung der Flockenfestigkeit . . . . .	33
3.2.2	Beanspruchungsexperimente in den Reaktoren . . . . .	34
<b>4</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>35</b>
4.1	Flockensystem und Auswertungsverfahren . . . . .	35
4.1.1	Fraktaltheoretische Flockencharakterisierung . . . . .	35
4.1.2	Beschreibung der Flockenzerkleinerungskinetiken . . . . .	38
4.1.3	Auswertung der Flockenzerkleinerungskinetiken . . . . .	40
4.1.4	Bestimmung der Flockenfestigkeit . . . . .	43
4.2	Beanspruchungen in Blasensäulen und Airlift-Schlaufenreaktoren . . . . .	45
4.2.1	Beanspruchungen in zweiphasig betriebenen Blasensäulen . . . . .	45
4.2.1.1	Volumenbezogener Leistungseintrag . . . . .	45
4.2.1.2	Reaktordurchmesser und Flüssigkeitsfüllhöhe . . . . .	47
4.2.1.3	Begaserlochdurchmesser . . . . .	50
4.2.1.4	Freie Begaserquerschnittsfläche . . . . .	52

## *Inhaltsverzeichnis*

---

4.2.2	Einfluss von Einbauten auf die Beanspruchung in Blasensäulen . . . . .	54
4.2.3	Vergleich der Beanspruchungen in Blasensäulen und Airlift-Schlaufenreaktoren . . . . .	57
4.2.4	Beanspruchungen in dreiphasig betriebenen Reaktoren . . . . .	59
4.2.4.1	Feststoffbeladung . . . . .	60
4.2.4.2	Form und Größe der Feststoffpartikel . . . . .	65
4.2.4.3	Dichte der Feststoffpartikel . . . . .	66
4.3	Praktische Relevanz der mit dem Modellsystem ermittelten Beanspruchungen .	68
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>70</b>
	<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>73</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>79</b>
	<b>Anhang</b>	<b>92</b>