

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	III
Abstract	V
Kurzfassung.....	VII
Inhaltsverzeichnis.....	IX
1 Motivation.....	1
2 Zielsetzung	2
3 Pumpen	3
3.1 Klassifizierung von Pumpen.....	3
3.1.1 Verdrängerpumpen	5
3.1.2 Kreiselumpen	5
3.2 Die Pumpenkennlinie und -regelung.....	7
3.3 Dimensionslose Kennzahlen	9
3.4 Die Laufradströmung radialer Kreiselumpen	9
3.4.1 Stromfädentheorie	11
3.4.2 Die theoretische Förderhöhe	11
3.4.3 Minderleistung und Schaufelversperrung	13
3.4.4 Die Rotationswirkung	16
3.4.5 Die Wirkung der Meridiankrümmung	20
3.4.6 Einfluss des Fördermediums auf die Kennlinie	20
3.4.7 Verlustarten, Leistung und Wirkungsgrad	22
3.4.8 Bewegungsgleichung der Einphasenströmung	29
4 Disperse Mehrphasenströmung in Kreiselumpen	30
4.1 Allgemeine Grundlagen der Mehrphasenströmung	30
4.1.1 Partikelgrößenverteilung	31
4.1.2 Mittelwerte und Kenngrößen von Verteilungen	33
4.1.3 Strömungsparameter zur Beschreibung eines Zweiphasengemischs	35
4.2 Disperse Mehrphasenströmung in Zentrifugalumpen	36
4.2.1 Fest-flüssig-Strömung.....	36
4.2.2 Kavitation.....	39
4.2.3 Gas-flüssig- / Flüssig-flüssig-Gemische	40
4.3 Bewegung von Einzelpartikeln	48
4.3.1 Die Widerstandskraft	49
4.3.2 Die Druck- und Volumenkraft.....	51
4.3.3 Die virtuelle Massenkraft.....	52

4.3.4	Die Querkraft durch Partikelrotation.....	52
4.3.5	Die Querkraft in Scherströmungen	53
4.4	Bewegung von Partikelschwärmen	54
5	Experimentelle Untersuchungen	55
5.1	Aufbau Prüfstand TUK	55
5.2	Untersuchte Zentrifugalpumpen.....	57
5.3	Messeinrichtung.....	61
5.3.1	Bildaufnahme	62
5.3.2	Bildanalyse.....	64
5.4	Stoffsysteme	68
5.5	Experimente.....	69
5.6	Ergebnisse und Diskussion	71
5.6.1	Pumpenkennlinie Fristam FPE 3402	71
5.6.2	Variation des Laufraddurchmessers.....	74
5.6.3	Variation des Volumenstroms	76
5.6.4	Variation der Drehzahl	80
5.6.5	Modellierung des Sauter-Durchmessers und der TGV für verdünnte Flüssig-flüssig-Strömungen	85
5.6.6	Variation der Dispersphasenviskosität	93
5.6.7	Variation des Dispersphasenanteils.....	96
5.6.8	Variation der Schaufelzahl	98
6	Numerische Untersuchung	101
6.1	Vernetzung	102
6.2	Rechengebiet und Randbedingungen	102
6.3	Wahl des Rechnernetzes	103
6.4	Ergebnisdiskussion.....	105
7	Zusammenfassung.....	111
8	Ausblick.....	113
9	Literaturverzeichnis.....	115
10	Anhang	121
10.1	Experimentelle Daten zu Kapitel 5 und 6.....	121
10.2	Veröffentlichungen	128
10.3	Vorträge.....	128
10.4	Poster.....	129
10.5	Auszeichnungen.....	130
10.6	Betreute studentische Arbeiten	130
10.7	Lebenslauf	132