

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort.....</b>	<b>III</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>V</b>
<b>Kurzfassung.....</b>	<b>VII</b>
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Motivation.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Zielsetzung .....</b>	<b>2</b>
<b>3 Pumpen .....</b>	<b>3</b>
3.1 Klassifizierung von Pumpen.....	3
3.1.1 Verdrängerpumpen .....	5
3.1.2 Kreiselpumpen .....	5
3.2 Die Pumpenkennlinie und -regelung.....	7
3.3 Dimensionslose Kennzahlen .....	9
3.4 Die Laufradströmung radialer Kreiselpumpen .....	9
3.4.1 Stromfadentheorie .....	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
<b>4 Disperse Mehrphasenströmung in Kreiselpumpen .....</b>	<b>30</b>
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 Zweiphasengemisches .....	35
4.2 Disperse Mehrphasenströmung in Zentrifugalpumpen .....	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
<b>5</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen .....</b>	<b>55</b>
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 Lauftraddurchmessers .....	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 Dispersphasanteils.....	96
5.6.8	Variation der Schaufelzahl .....	98
<b>6</b>	<b>Numerische Untersuchung .....</b>	<b>101</b>
6.1	Vernetzung .....	102
6.2	Rechengebiet und Randbedingungen .....	102
6.3	Wahl des Rechennetzes .....	103
6.4	Ergebnisdiskussion.....	105
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>111</b>
<b>8</b>	<b>Ausblick.....</b>	<b>113</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>115</b>
<b>10</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>121</b>
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