

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Einleitung und Aufgabenstellung</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Charakterisierung von Blasenströmung und Schaum</b> .....	<b>6</b>
2.1 Allgemeines .....	6
2.2 Blasenströmung .....	12
2.2.1 Blasenbildung .....	13
2.2.2 Blasenauftstieg .....	16
2.2.3 Gasgehalt .....	20
2.3 Zellenschaum .....	23
2.3.1 Schaumgeometrie.....	23
2.3.2 Lamellendrainage.....	26
2.3.3 Drainage der Flüssigkeit in den Plateaukanälen .....	29
2.3.4 Koaleszenz.....	32
2.3.5 Vorhersage des Schaumverhaltens .....	35
2.4 Qualitativer Verlauf von Gasgehalt und Blasendurchmesser in der Blasensäule....	41
2.5 Messtechniken in Zweiphasenströmungen und ihre Eignung im Schaum .....	42
2.5.1 Aufwallhöhe.....	42
2.5.2 Röntgen- und Gammadurchstrahlung .....	43
2.5.3 Differenzdruckmessung .....	45
2.5.4 Nadelsonden.....	45
2.5.5 Leitfähigkeits-Gittersensor .....	47
2.5.6 Impedanzverfahren .....	48
2.5.7 Tomographische Verfahren .....	49
2.5.8 Fotografische Methode .....	49
2.5.9 Vergleich der Messmethoden und abgeleitete Zielstellung für die Arbeit ..	51
<b>3 Versuchsaufbau und Stoffsystem</b> .....	<b>53</b>
3.1 Versuchsstand.....	53
3.2 Messtechnik .....	55
3.2.1 Gamma-Densitometer.....	55
3.2.2 Nadelförmige Leitfähigkeitssonden.....	57
3.2.3 Fotografische Aufnahmen.....	59
3.2.4 Hochgeschwindigkeits-Videotechnik .....	63
3.3 Verwendetes Stoffsystem.....	63
3.4 Versuchsdurchführung.....	67
3.5 Versuchsplan.....	69

<b>4 Bewertung der Nadelsondensignale .....</b>	<b>71</b>
4.1 Phänomenologischer Befund und primäre Messdaten .....	71
4.2 Abgeleitete Größen für die Nadelsonden .....	76
4.2.1 Gasgehalt und Blasenfolgefrequenz .....	76
4.2.2 Mittlere Gasgeschwindigkeit .....	77
4.2.3 Blasendurchmesser, Blasenanzahldichte und Phasengrenzfläche .....	78
4.2.4 Blasendurchmesserverteilungen .....	82
4.2.5 Koaleszenzzeit im Schaum .....	85
4.3 Kalibrierung der Nadelsonden mit Hilfe des Schwellwerts .....	86
4.3.1 Allgemeine Betrachtung .....	86
4.3.2 Einfluss des Schwellwerts auf den gemessenen Gasgehalt .....	89
4.3.3 Einfluss des Schwellwerts auf die gemessene Blasenfolgefrequenz .....	90
4.3.4 Interpretation der Sondersignale anhand von Hochgeschwindigkeitsaufnahmen .....	93
4.3.5 Ohmscher Widerstand dünner Lamellen .....	96
4.3.6 Neues Auswerteverfahren für die Blasenfolgefrequenz .....	100
4.4 Messgenauigkeit der Nadelsonden .....	103
4.5 Abschließende Bewertung der Nadelsonden .....	106
<b>5 Quantifizierung der Parameter begaster Alkohollösungen .....</b>	<b>107</b>
5.1 Blasenströmung .....	107
5.1.1 Blasengröße .....	107
5.1.2 Gasgehalt .....	109
5.1.3 Ergebnisse der Nadelsonden .....	111
5.1.4 Scale up-Regel und Vergleich mit fremden Messergebnissen .....	113
5.2 Schaum .....	117
5.2.1 Allgemeine Beobachtungen .....	117
5.2.2 Einfluss der Konzentration .....	118
5.2.3 Einfluss der Gasleerrohrgeschwindigkeit .....	119
5.2.4 Einfluss der Art des Alkohols .....	122
5.2.5 Koaleszenzzeit im Schaum .....	124
5.2.6 Koaleszenz mit dem Gasraum .....	126
5.2.7 Blasengrößenverteilungen .....	128
5.3 Vergleich der Messergebnisse mit Schaummodellen .....	134
5.3.1 Modell von Hartland und Barber .....	134
5.3.2 Modell von Hunkeler .....	135
5.3.3 Modell von Hunkeler mit eigenem Ansatz für die Koaleszenz .....	136
5.3.4 Anpassungen an die Messergebnisse .....	137
<b>6 Technische Folgerungen .....</b>	<b>141</b>
<b>7 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>144</b>