INHALTSVERZEICHNIS

Formelzeichen **VII**

1. Einleitung **1**

2. Ziele der Arbeit **3**

3. Stand des Wissens **5**

3.1 Messung der Phasenverteilung in Schichtungen ... 7

3.2 Modelle zum Berechnen des Strömungsfelds in Schichtungen ... 11

4. Modellbildung **17**

4.1 Definition der Elementarzelle ... 17

4.2 Bilanzgleichungen für die einphasige Strömung ... 19

4.2.1 Massenbilanz ... 20

4.2.2 Impulsbilanz ... 23

4.3 Bilanzgleichungen für die zweiphasige Strömung ... 26

4.3.1 Modellbildung für die flüssige Phase ... 27

4.3.2 Massenbilanzen ... 29

4.3.3 Impulsbilanzen ... 32

4.4 Modellbildung für einzelne Terme der Bilanzgleichungen ... 37

4.4.1 Anisotroper Strömungswiderstand ... 37

4.4.2 Strömungswiderstand der Gasphase ... 38

4.4.3 Strömungswiderstand der flüssigen Phase ... 40

4.4.4 Impulstransport zwischen gasförmiger und flüssiger Phase ... 42

4.4.5 Massen- und Impulsaustausch zwischen den flüssigen Phasen ... 46

5. Experimentelle Untersuchungen **51**

5.1 Röntgenmesstechnik ... 51

5.1.1 Röntgenstrahlung ... 51

5.1.2 Röntgenprojektion und Röntgentomographie ... 53

5.1.3 Der Röntgentomograph ... 55

5.2 Röntgenkontrastmittel als Spurstoff 57
5.3 Messungen an einer zylindrischen Schichtung 58
5.3.1 Versuchsaufbau und -durchführung 59
5.3.2 Ergebnisse 62
5.4 Messungen an einer zweidimensionalen Schichtung 70
5.4.1 Versuchsaufbau und –durchführung 71
5.4.2 Ergebnisse 73
5.5 Anisotroper Druckverlust der Gasphase 81
5.5.1 Messung des Druckverlusts an Schichtungssegmenten 82
5.5.2 Berechnung einphasiger Strömungsfelder in Schichtungssegmenten 83
5.5.3 Ergebnisse 86

6. Berechnung zweiphasiger Strömungsfelder 91
6.1 Formulierung der Strömungswiderstände in tensorieller Form 91
6.1.1 Tensoriell formulierter Strömungswiderstand der Gasphase 91
6.1.2 Tensoriell formulierte Strömungswiderstände der flüssigen Phasen 94
6.2 Implementierung der Modellgleichungen 95
6.2.1 Massenquellterme und Massenaustauschterme 98
6.2.2 Impulstransport an die Gasphase 100
6.2.3 Impulstransport an die flüssige Phase 100
6.3 Gittergenerierung und Randbedingungen 101
6.4 Ergebnisse und Diskussion 103
6.4.1 Punktförmige Flüssigkeitsaufgabe 103
6.4.2 Gleichverteilte Flüssigkeitsaufgabe 108
6.4.3 Volumenstromdichte der Gasphase 110
6.4.4 Zeitveränderliche Strömungsfelder 114

7. Zusammenfassung 117

Literaturverzeichnis 121