

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1. Der hydraulische Transport	1
1.2. Ziele der Arbeit	3
<b>2. Theorie und experimenteller Stand der Rohrströmung von Suspensionen</b>	<b>5</b>
2.1. Grundlagen	5
2.1.1. Einphasige Rohrströmung	5
2.1.2. Klassifizierung der Rohrströmung von Suspensionen	8
2.1.3. Übersicht über Kräfte am Feststoffteilchen	11
2.2. Viskosität und Druckabfall bei der laminaren Rohrströmung homogener Suspensionen	14
2.2.1. Die effektive Viskosität	14
2.2.2. Partikelabstand und Konzentration	16
2.2.3. Phänomenologische Viskositätsmodelle	17
2.3. Druckabfall bei der turbulenten Rohrströmung	19
2.3.1. Druckabfall homogener Suspensionen im turbulenten Bereich	19
2.3.2. Druckabfall bei der horizontalen Förderung heterogener Suspensionen	22
2.3.3. Druckabfall bei der vertikalen Förderung heterogener Suspensionen	28
2.3.4. Analyse der Formeln für den Druckabfall	29
2.4. Geschwindigkeitsprofil einer Suspension im turbulenten Bereich	31
2.5. Kräfte am einzelnen Feststoffteilchen	33
2.5.1. Sedimentation	33
2.5.2. Querkräfte	35
2.5.3. Einzelpartikel im turbulenten Feld	37
2.6. Ein neues Zwei-Fluid-Modell für die Rohrströmung einer Suspension	41
2.6.1. Grundlagen	41
2.6.2. Die Bilanzgleichungen mit zeitlich gemittelten Feldgrößen	43
2.6.3. Modellierung der radialen Konzentrationsverteilung	46
2.6.4. Modellierung der Rohrreibungszahl von Suspensionen unter Schwerelosigkeit	51
2.6.5. Modellierung der Rohrreibungszahl von Suspensionen unter Schwerkrafteinfluß	56
2.6.6. Vergleich der modellierten Rohrreibungszahl mit den Berechnungsgleichungen anderer Autoren	59

<b>3. Experimenteller Aufbau und Methoden</b>	<b>61</b>
3.1. Experimentiermöglichkeiten unter Schwerelosigkeit	61
3.1.1. Der Fallturm Bremen	61
3.1.2. Parabelflüge	64
3.2. Experimentaufbauten	65
3.2.1. Der Strömungskanal	65
3.2.2. Aufbau für den Fallturm und für die vertikale Förderung	73
3.2.3. Parabelflugaufbau und Aufbau für die horizontale Förderung	80
<b>4. Meßergebnisse</b>	<b>86</b>
4.1. Fördergut	86
4.1.1. Allgemeine Beschreibung	86
4.1.2. Klassierung des Glasgranulats	86
4.1.3. Dichtebestimmung des Glasgranulats	94
4.1.4. Lückengradbestimmung	95
4.2. Druckabfallsmessung	97
4.2.1. Meßkurven	99
4.2.2. Druckabfallsmessungen der einphasigen Rohrströmung	99
4.2.3. Druckabfall und Konzentration der zweiphasigen Rohrströmung	101
4.2.4. Relative Partikel-Rohrreibungszahl von Glas-Wasser Suspensionen bei horizontaler Förderung und Förderung unter Schwerelosigkeit	104
4.2.5. Relative Partikel-Rohrreibungszahl einer Polystyrol-Wasser Suspension	113
4.2.6. Relative Partikel-Rohrreibungszahl von Glas-Wasser Suspensionen bei vertikaler Förderung aufwärts	115
4.2.7. Viskositätsmessung von Glas-Wasser Suspensionen	120
<b>5. Diskussion</b>	<b>124</b>
5.1. Vergleich der gemessenen Rohrreibungszahlen mit Berechnungsformeln anderer Autoren und mit dem Zwei-Fluid-Modell	124
5.2. Beobachtete Parametereinflüsse auf die Partikel-Rohrreibungszahl	126
5.2.1. Einfluß des Rohrdurchmessers	126
5.2.2. Einfluß der Siebklasse und der Partikeldichte	128
5.2.3. Abhängigkeit des Druckabfalls vom Gravitationsfeldstärkevektor $\vec{g}$	129
<b>6. Zusammenfassung</b>	<b>131</b>
<b>7. Anhang</b>	<b>134</b>
<b>8. Literatur</b>	<b>141</b>