

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Vorwort</b>	<b>III</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Zusammenfassung</b>	<b>IX</b>
<b>Summary</b>	<b>XI</b>
<b>Résumé</b>	<b>XIII</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Motivation: Integrierter Umweltschutz.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Das Konzept des ‘schnellen’ Gas-/Feststoff-Reaktors.....</b>	<b>3</b>
1.2.1 Reaktionen zwischen Gas und Feststoff .....	3
1.2.2 Der Rohrreaktor .....	5
<b>1.3 Anwendungsgebiete .....</b>	<b>6</b>
1.3.1 Allgemein .....	6
1.3.2 Beispiel: Einschmelzen von Erzen im Flammenzyklonreaktor .....	8
<b>1.4 Zielsetzung .....</b>	<b>11</b>
<b>2. Versuchsanlage und Versuchsgut</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Vorprojekt - Entwicklungsstand .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Versuchsanlage.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Versuchsgut.....</b>	<b>20</b>
<b>3. Prinzipien der Strahldispersion</b>	<b>23</b>
<b>3.1 Grundsätzliches - Vorgehen.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Literaturübersicht.....</b>	<b>23</b>
3.2.1 Partikeldispersion in Gas.....	23
3.2.2 Modellierung turbulenter Gas-/Feststoffströmungen .....	25
<b>3.3 Evaluation Dispersionsprinzipien - Vorversuche .....</b>	<b>27</b>

<b>3.4 Mechanische Einbauten - 'Lanze'</b> .....	<b>30</b>
3.4.1 Prinzip - Konfiguration .....	30
3.4.2 Berechnung - Auslegung .....	31
3.4.3 Konstruktion - Betrieb .....	36
<b>3.5 Fluiddynamische Dispersion</b> .....	<b>38</b>
3.5.1 Grundlagen - eindimensionale Modellierung .....	38
3.5.2 Rohre .....	41
3.5.3 Venturi-Düse .....	44
<b>3.6 Zusammenfassung - Bewertung</b> .....	<b>48</b>
<b>4. Versuchstechnik</b> .....	<b>50</b>
<b>4.1 Konzept</b> .....	<b>50</b>
4.1.1 Grundsätzliches .....	50
4.1.2 Evaluation Feststoffkonzentrations-Messtechnik .....	51
<b>4.2 Messdatenerfassung und Regelung Versuchsanlage</b> .....	<b>53</b>
4.2.1 Konfiguration .....	53
4.2.2 Erfasste Grössen .....	54
4.2.3 Gasmassenströme .....	55
4.2.4 Wirbelschichtporosität und -höhe .....	56
4.2.5 Kalibration Feststoffmassenstrom .....	56
<b>4.3 <math>\gamma</math>-Absorptions-Computertomographie</b> .....	<b>59</b>
4.3.1 Prinzip .....	59
4.3.2 Spezifikation Quelle - Zählstatistik .....	62
4.3.3 Quellen- und Detektorkollimator - Strahlgeometrie .....	67
4.3.4 Detektor und Signalelektronik .....	69
4.3.5 Koinzidenzverluste - Totzeitkorrektur .....	70
4.3.6 Kalibration .....	71
4.3.7 Numerische Rekonstruktion .....	73
4.3.8 Messablauf - Parameter .....	75
<b>4.4 Rückstreuungs-Photometrie</b> .....	<b>77</b>
4.4.1 Optische Sonden .....	77
4.4.2 Versuchsaufbau - Messparameter .....	79
<b>5. Datenanalyse</b> .....	<b>82</b>
<b>5.1 Einleitung</b> .....	<b>82</b>
<b>5.2 <math>\gamma</math>-Absorptions-Computertomographie</b> .....	<b>83</b>
5.2.1 Vorgehen .....	83
5.2.2 Datenverarbeitung - Filterung .....	84

<b>5.3 Statistische Analysemethoden.....</b>	<b>90</b>
5.3.1 Stationäre, ergodische Zufallsprozesse .....	90
5.3.2 Kreuzkorrelation.....	91
5.3.3 Leistungsdichtespektrum.....	93
5.3.4 Strukturinformation .....	97
<b>6. Resultate Dispersionsversuche</b>	<b>101</b>
<b>6.1 Übersicht .....</b>	<b>101</b>
<b>6.2 Lanze ‘LC’ und ‘LD’ .....</b>	<b>101</b>
6.2.1 Versuchsprogramm.....	101
6.2.2 Messresultate .....	102
<b>6.3 Rohr ‘R2’ .....</b>	<b>111</b>
<b>6.4 Konvergent-divergente Düse ‘CDC’und ‘CDD’ .....</b>	<b>114</b>
6.4.1 Versuchsprogramm - Parameter.....	114
6.4.2 Versuchsergebnisse.....	115
<b>7. Modellierung und Bewertung</b>	<b>129</b>
<b>7.1 Massenstrombilanzen .....</b>	<b>129</b>
<b>7.2 Modellierung fluiddynamische Dispersion.....</b>	<b>130</b>
7.2.1 Problemstellung - Zielsetzung.....	130
7.2.2 Definition der Lauflänge $z_{krit}$ .....	131
7.2.3 Modell.....	136
<b>7.3 Qualität Gas-/Feststoffsuspension .....</b>	<b>138</b>
7.3.1 Beurteilung .....	138
7.3.2 Homogenität .....	139
7.3.3 Fluktuationen des Feststoffvolumenanteils.....	140
<b>8. Schlussfolgerungen und Ausblick</b>	<b>144</b>
<b>9. Symbolverzeichnis</b>	<b>147</b>
<b>A Lateinische Symbole.....</b>	<b>147</b>
<b>B Griechische Symbole .....</b>	<b>151</b>
<b>C Indices .....</b>	<b>152</b>
<b>D Dimensionslose Kennzahlen .....</b>	<b>154</b>
<b>E Operatorensymbole .....</b>	<b>154</b>

<b>Anhang</b>	<b>155</b>
<b>A1 Eingesetzte Auslaufdüse .....</b>	<b>155</b>
<b>A2 Dynamisches Verhalten Dosierwirbelschicht.....</b>	<b>155</b>
<b>A3 Konstruktionszeichnung Strahlaufweitungslanze .....</b>	<b>158</b>
<b>A4 Kalibration Feststoffmassenstrom .....</b>	<b>159</b>
<b>A5 Quellenhalterung mit Kollimator .....</b>	<b>160</b>
<b>A6 Absorptionsdaten Lanze ‘LC’ und ‘LD’ .....</b>	<b>161</b>
<b>A7 Feststoffgeschwindigkeiten Lanze ‘LC’ und ‘LD’ .....</b>	<b>167</b>
<b>A8 Feststoffgeschwindigkeiten Rohr ‘R2’ .....</b>	<b>171</b>
<b>A9 Absorptionsdaten Venturi-Düse ‘CDC’ und ‘CDD’ .....</b>	<b>172</b>
<b>A10 Feststoffgeschwindigkeiten Venturi-Düse ‘CDC’ und ‘CDD’ .....</b>	<b>176</b>
<b>A11 Modellierung kritische Lauflänge <math>z_{krit}</math> .....</b>	<b>182</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>183</b>