



Ibrahim Alaathar (Autor)  
**Fließschema-Simulation der kontinuierlichen  
Wirbelschichttrocknung mit verteilten Parametern**



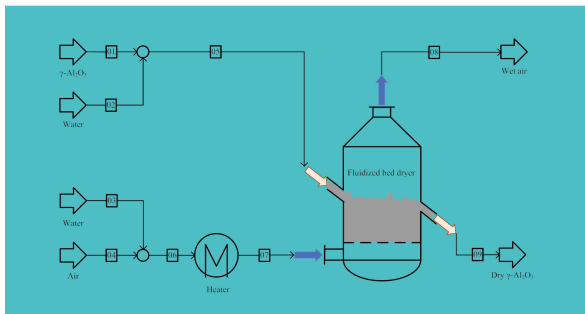
**SPE-Schriftenreihe**

**9**

Herausgegeben von Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Stefan Heinrich

Ibrahim Alaathar

**Fließschema-Simulation der  
kontinuierlichen Wirbelschichttrocknung  
mit verteilten Parametern**



Cuvillier Verlag Göttingen  
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7572>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany  
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>



# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>I</b>
<b>Summary</b>	<b>III</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>V</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>IX</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>XIII</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>XV</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Stand des Wissens</b>	<b>5</b>
2.1 Beschreibung des Trocknungsvorganges	5
2.1.1 Kinetik der Trocknung, Trocknungsverlaufskurven	5
2.1.2 Hygroskopizität	6
2.2 Modellierung von Wirbelschichttrocknern	10
<b>3 Modell der kontinuierlichen Wirbelschichttrocknung</b>	<b>17</b>
3.1 Das Einzelpartikelmodell	18
3.1.1 Stoff- und Energiebilanzen am einzelnen Partikel	19
3.1.2 Normierte Trocknungskurve	21
3.2 Wirbelschichtmodell	22
3.2.1 Bilanzgleichungen der Gasphase	24
3.2.2 Bilanzgleichung des Feststoffes	27
3.2.3 Strömungstechnische Parameter	28
3.2.4 Stoff- und Wärmeübergang	33
3.2.4.1 Stoff- und Wärmeübergang zwischen Partikel und Suspensionsgas	33
3.2.4.2 Stoff- und Wärmeübergang zwischen Suspensions- und Blasengas	37
3.2.4.3 Wärmeströme zwischen den Populationen	38
3.3 Modellierung von Wirbelschichttrinnen	40
3.4 Modellierung des Trocknungsverhaltens eines Feststoffgemisches	42
3.5 Lösung der Bilanzgleichungen	43



3.6	Implementierung	45
<b>4</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen</b>	<b>49</b>
4.1	Versuchsmaterial	49
4.2	Messtechnik und Versuchsaufbau	51
4.2.1	Versuchsanlage	51
4.2.2	Messsystem	53
4.3	Dichtebestimmung	54
4.3.1	Feststoffdichte	54
4.3.2	Partikeldichte	55
4.3.3	Schüttdichte	55
4.4	Partikelporosität	56
4.5	Partikelgrößenanalyse	59
4.6	Feuchtebestimmung	60
4.7	Messung der Sorptionsisotherme	61
4.7.1	Magnetschwebewaage	61
4.7.2	Versuchsdurchführung zur Bestimmung der Sorptionsisothermen	62
4.7.3	Exsikkatormethode	66
4.8	Trocknungskinetik	69
4.8.1	Trocknungskinetik der Einzelpartikel	70
4.8.1.1	Reproduzierbarkeit der gemessenen Kurven	70
4.8.1.2	Einfluss der Betriebsbedingungen	74
4.8.1.2.1	Einfluss der Lufteintrittstemperatur	74
4.8.1.2.2	Einfluss der Lufteintrittsfeuchte	76
4.8.1.2.3	Einfluss des Luftmassenstroms	78
4.8.1.2.4	Einfluss des Partikeldurchmessers	80
4.8.2	Normierte Trocknungskurve	82
4.8.2.1	Bestimmung der normierten Trocknungskurve für die $\alpha$ -Partikel	86
4.8.2.2	Bestimmung der normierten Trocknungskurve für die 1,8- und 3 mm- $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Partikel	88
<b>5</b>	<b>Simulation und Validierung</b>	<b>95</b>
5.1	Versuchsdurchführung	95



5.2	Versuchsqualität	97
5.3	Modellvalidierung	98
5.3.1	Einfluss des Gasmassenstromes	100
5.3.2	Einfluss der Gastemperatur	104
5.3.3	Einfluss des Partikelmassenstromes	108
5.3.4	Einfluss der Feuchteverteilung des Aufgabegutes	110
5.3.5	Trocknung von mehreren Feststoffen	114
<b>6</b>	<b>Schlussbetrachtung</b>	<b>117</b>
6.1	Experimentelle Untersuchungen	117
6.2	Modellierung	118
6.3	Validierung	119
6.4	Fazit	119
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>121</b>
	<b>Lebenslauf</b>	<b>125</b>