



Susanna Eckhard (Autor)

# Experimentelle und modellbasierte Untersuchungen zum Einfluss der Granulatstruktur auf die mechanischen Granulateigenschaften



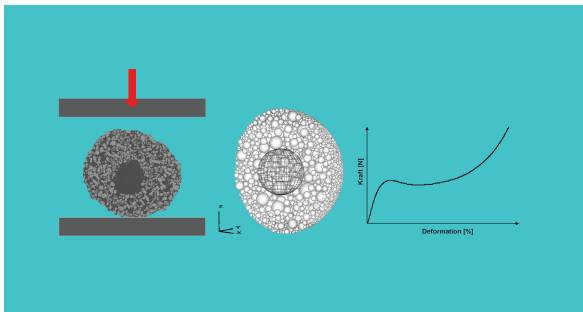
**SPE-Schriftenreihe**

**3**

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

Susanna Eckhard

## Experimentelle und modellbasierte Untersuchungen zum Einfluss der Granulatstruktur auf die mechanischen Granulateigenschaften



Cuvillier Verlag Göttingen  
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7075>

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

Abkürzungsverzeichnis.....	iii
Symbolverzeichnis .....	iii
1. Motivation und Zielstellung .....	1
2. Grundlagen und Literaturübersicht.....	3
2.1 Gezielte Partikelagglomeration mittels Sprühtrocknung .....	3
2.2 Die Suspension als Basis für die Strukturentstehung.....	5
2.3 Strukturentstehung bei der Sprühtrocknung.....	9
2.3.1 Trocknung von Suspensionstropfen.....	9
2.3.2 Beeinflussung der entstehenden Granulatmorphologien.....	11
2.3.3 Fazit.....	16
2.4 Strukturbewertung .....	17
2.4.1 Experimentelle Charakterisierung der Granulate.....	17
2.4.2 Visualisierung der inneren Struktur und Ansätze zur bildanalytischen Strukturquantifizierung .....	20
2.4.3 Fazit.....	23
2.5 Mechanische Granulateigenschaften.....	24
2.5.1 Die Charakterisierung mechanischer Granulateigenschaften mittels Druckversuch.....	24
2.5.2 Zusammenhang zwischen Struktur und mechanischen Granulateigenschaften.....	32
2.5.3 Fazit.....	34
2.6 Diskrete Elemente Modellierung DEM .....	34
2.6.1 Definition und theoretische Grundlagen .....	35
2.6.2 Diskrete Elemente Modellierung mit PFC3D (Fa. Itasca) .....	35
2.6.3 Umsetzung der mechanischen Eigenschaften und der Strukturproblematik poröser Systeme mittels DEM.....	47
2.6.4 Fazit.....	49
3. Präzisierte Zielstellung der Arbeit .....	50
4. Experimentelle Vorgehensweise.....	52
4.1 Granulatherstellung und Granulatauswahl.....	52
4.2 Granulatcharakterisierung.....	57
4.2.1 Mechanische Granulateigenschaften.....	57
4.2.2 Bildanalytische Granulatstrukturquantifizierung.....	61
4.2.3 Experimentelle Bewertung der Granulate.....	67



4.3	Diskrete Elemente Modellierung DEM .....	70
4.3.1	Benötigte Inputparameter, Annahmen und Vereinfachungen .....	70
4.3.2	Zielgrößen .....	71
5.	Ergebnisse und Diskussion.....	72
5.1	Aufbau eines Diskrete Elemente Modells.....	72
5.1.1	Auswahl der experimentellen Referenzgranalie .....	72
5.1.2	Konkretisierte Inputparameter Modellgranulat.....	74
5.1.3	Strukturgenerierungsalgorithmus .....	78
5.1.4	Anpassung der Struktur .....	82
5.1.5	Kalibrierung des Deformationsversuchs.....	84
5.1.6	Zusammenfassung der Inputparameter für konkretes Beispiel.....	90
5.2	Experimentelle Untersuchung der Korrelationen zwischen innerer Granulatstruktur und mechanischen Granulateigenschaften .....	91
5.2.1	Ergebnisse der Charakterisierung der mechanischen Granulateigenschaften und der inneren Strukturparameter .....	91
5.2.2	Einfluss des Feststoffgehalts .....	96
5.2.3	Einfluss Primärpartikelgröße .....	103
5.2.4	Einfluss der Gestalt der Partikelgrößenverteilung („Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> mix“) .....	109
5.2.5	Einfluss der Menge nicht-oberflächenaktiver Additive .....	114
5.2.6	Einfluss der Eigenschaften der nicht-oberflächenaktiven Additive.....	118
5.2.7	Einfluss eines oberflächenaktiven Additivs (Dispergator) .....	124
5.2.8	Korrelationen zwischen innerer Granulatstruktur und mechanischen Granulateigenschaften – Experimentelle Ergebnisse .....	129
5.3	Modellbasierte Untersuchung der Korrelationen zwischen innerer Granulatstruktur und mechanischen Granulateigenschaften .....	144
5.3.1	Verifizierung des Modells .....	144
5.3.2	Simulierte Strukturvariationen .....	152
5.3.3	Zusammenfassung – Verifizierung und simulierte Strukturvariationen .....	170
5.4	Anwendung der Ergebnisse zum rekursiven Strukturdesign .....	171
6.	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen .....	173
7.	Verzeichnisse .....	176
7.1	Literaturverzeichnis.....	176
7.2	Abbildungsverzeichnis .....	184
7.3	Tabellenverzeichnis .....	190
Anhang.....		192
Lebenslauf.....		197