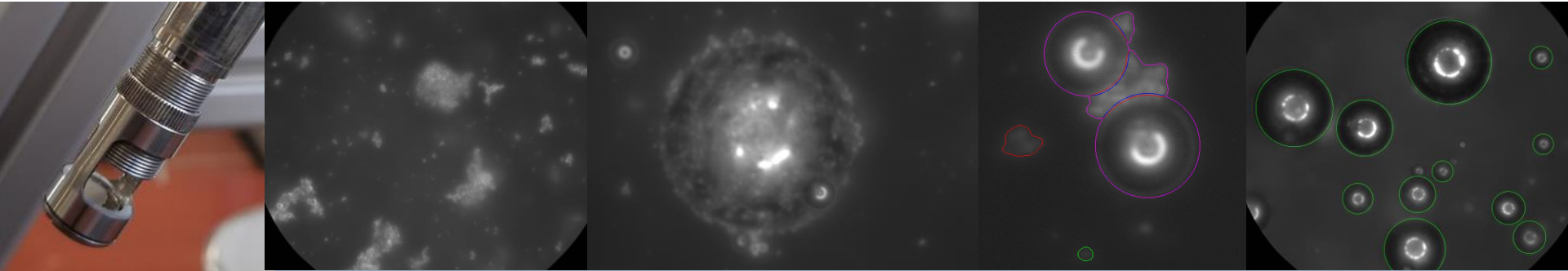


Dynamische Bildanalyse in der Partikeltechnologie



Jan Nicklas, TU Bergakademie Freiberg

Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik
Arbeitsgruppe Prof. Dr.-Ing. Urs Alexander Peuker

Bildaufnahme

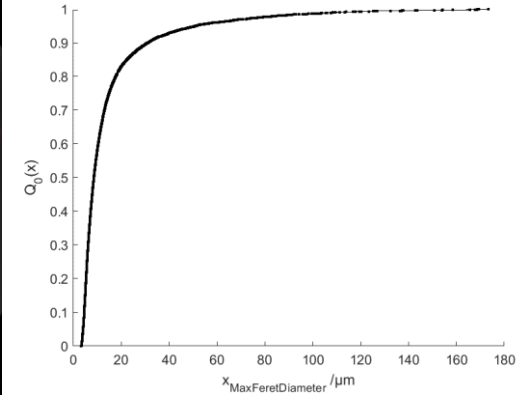
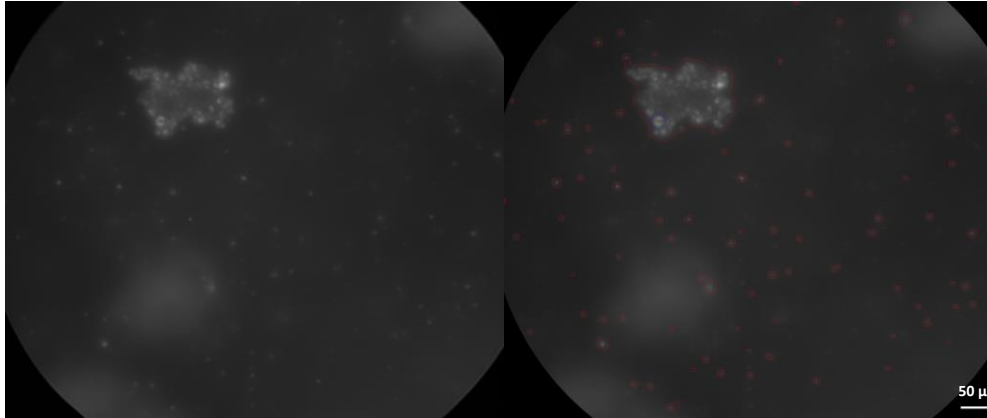
Segmentierung

Eigenschaften

PGV



Quelle: SOPAT



Vorgehen bei der dynamische Bildanalyse:

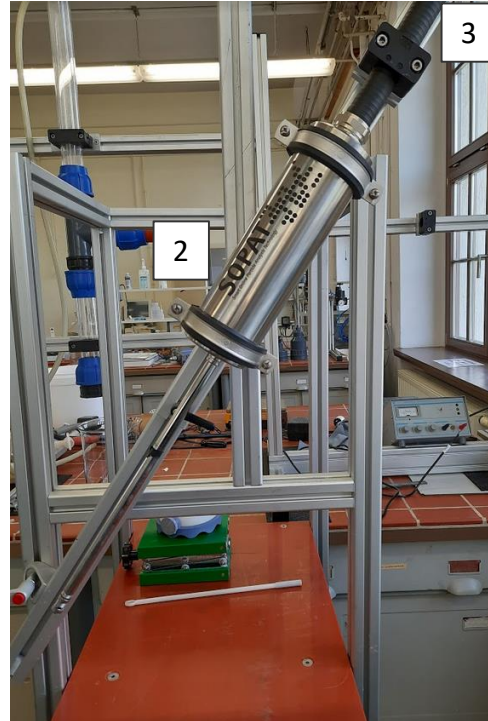
- 1) Messaufgabe definieren
- 2) Besonderheiten des Partikelsystems klären
- 3) Messung
- 4) Bildauswertung
- 5) Berechnung von Partikeleigenschaften

Bildaufnahme

SOPAT PI:

Messbereich	3-350 μm
Bilddiagonale	800 μm
Auflösung	2464 x 2056
Pixelgröße	0,2646 μm
Bildrate	20 fps
Durchmesser	12 mm
Eintauchlänge	300 mm

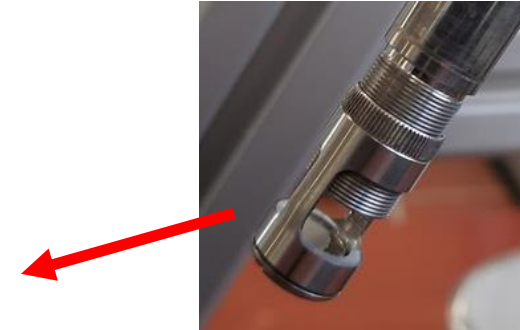
- 1) Central box
- 2) Sonde
- 3) Lichtleiter
- 4) Reflektoraufsatz



Bildaufnahme

© FA SOPAT

Quelle: SOPAT



Geben Sie hier eine Formel ein.
Aufsätze: - PTFE – Reflektor

- Rhodium – Reflektor

Spaltbreite:

- Klein → **schärferes Bild** aber ggf. zu **klein** für große Aggregate
- Groß → **geringere Schärfe**, Erfassung **größerer Aggregate**

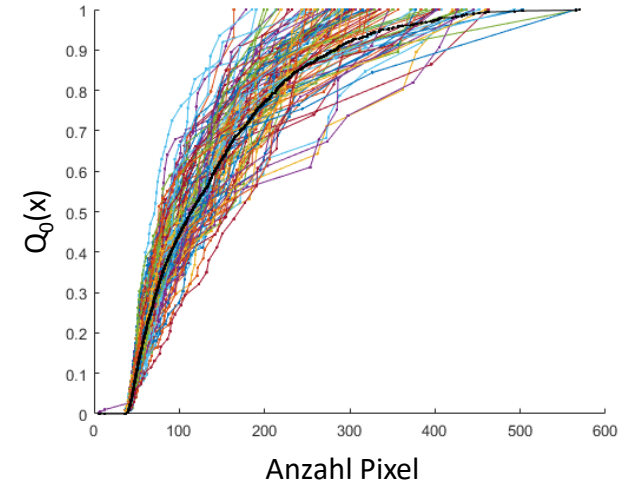
Bildaufnahme

Messprinzip:

- Aufnahme einer Vielzahl an Bildern um eine statistisch relevante Stichprobe aus dem Partikelsystem zu generieren
- Längere Belichtungszeiten um kleine Partikel gut abzubilden – Voraussetzung für akkurate Bildauswertung

Vorbereitung:

- Partikelgröße im Messbereich? - $x = 3 - 350 \mu\text{m}$ bei 0,8 mm Bilddiagonale
- Ist mit Anhaftungen & Teilchenbewegung quer zur Hauptströmungsrichtung zu rechnen? - **Blasen, Tropfen, Klebrige Partikel**
- Strömungsgeschwindigkeit - **Bildaufnahmerate**
- Wie trüb ist die Suspension? - **Belichtungsintensität**



8 bit monochromes Bild

- Dateiformat „uint8“
- Grauwertebereich 0 bis 255

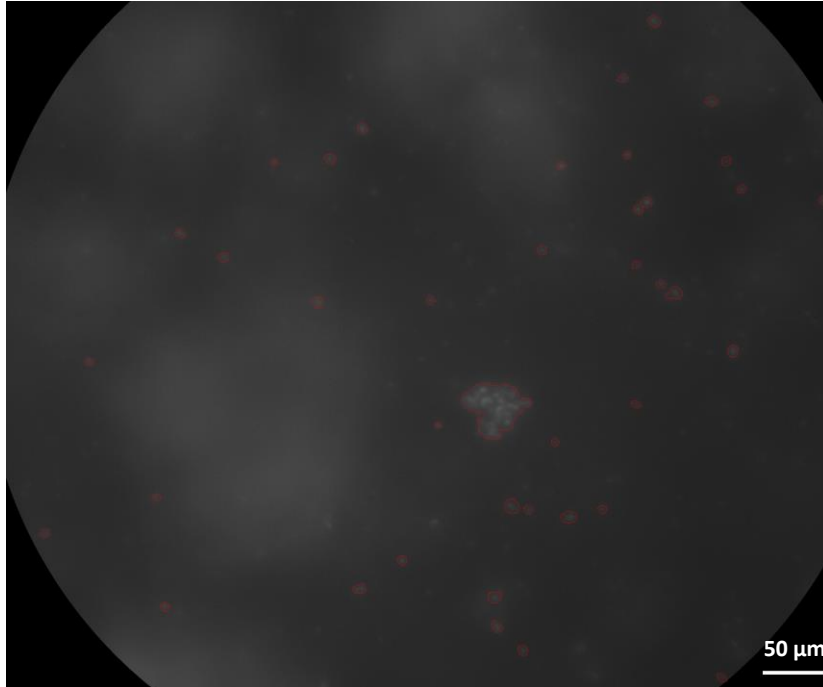
0	85
170	255

Bildaufnahme

Segmentierung

Eigenschaften

PGV



Hydrophobierte Al_2O_3 Partikel in 0.5 M KCl Lösung

- **Bildverarbeitung:** Manipulation des Originalbildes um Informationen hervorzuheben oder zu extrahieren
- **Segmentierung:** Identifikation von zusammenhängenden Objekten im Bild, i.d.R. nach Manipulation des Originals

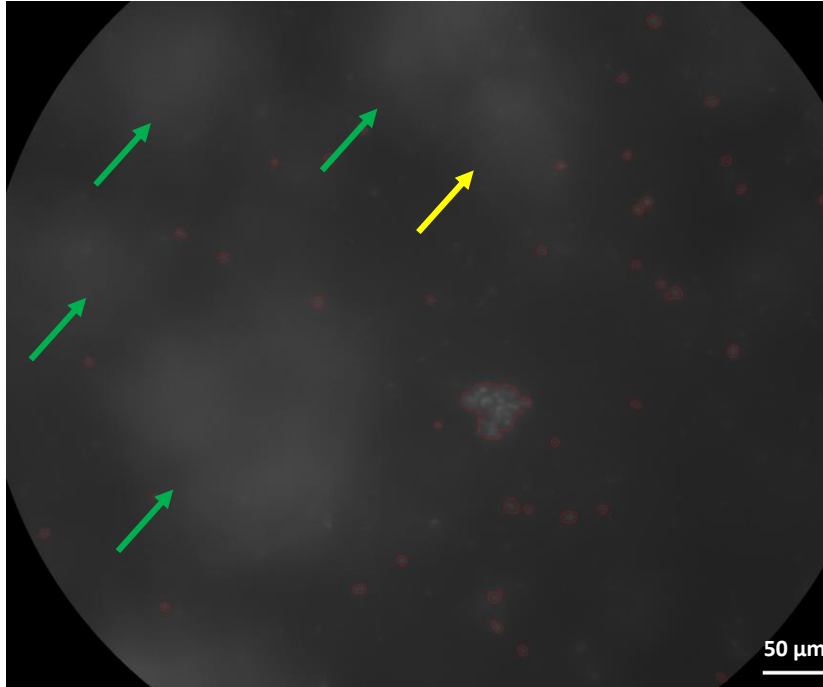
- **Dynamische Bildanalyse in der Flüssigphase erfordert robuste Bildauswertung**
 - Nicht alle Partikel in Fokusebene
 - Große Grauwertschwankungen
 - Anhaftungen an Kameralinse
- ➔ **Standardabweichung & Gradienten besser geeignet als Grauwertmagnitude**

Bildaufnahme

Segmentierung

Eigenschaften

PGV



Hydrophobierte Al_2O_3 Partikel in 0.5 M KCl Lösung

- **Bildverarbeitung:** Manipulation des Originalbildes um Informationen hervorzuheben oder zu extrahieren
- **Segmentierung:** Identifikation von zusammenhängenden Objekten im Bild, i.d.R. nach Manipulation des Originals

- **Dynamische Bildanalyse in der Flüssigphase erfordert robuste Bildauswertung**
 - Nicht alle Partikel in Fokusebene
 - Große Grauwertschwankungen
 - Anhaftungen an Kameralinse
- ➔ **Standardabweichung & Gradienten besser geeignet als Grauwertmagnitude**

Bildaufnahme

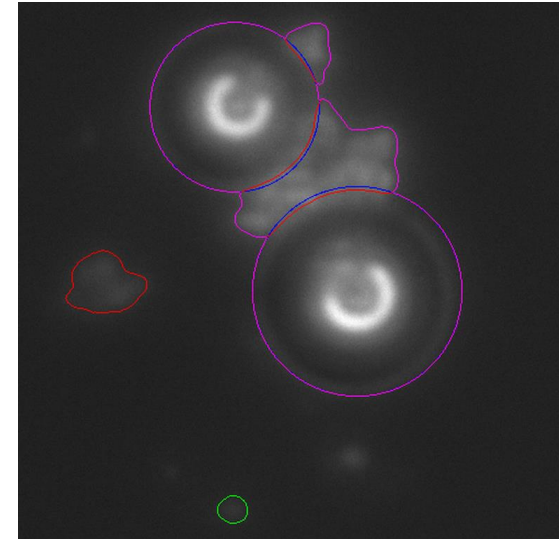
Segmentierung

Eigenschaften

PGV

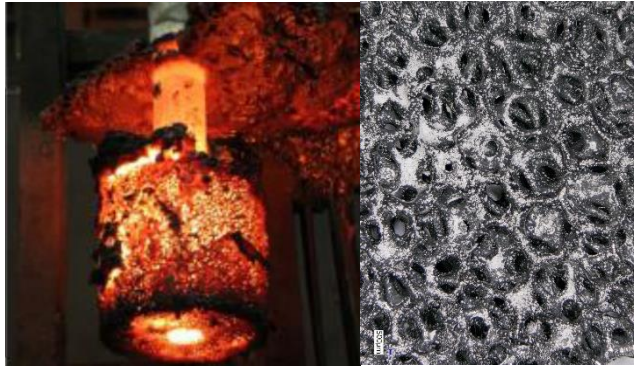
Partikeleigenschaften

- Unterscheidung verschiedener Phasen / Partikel
- Äquivalenzdurchmesser: Feret-Max, Feret-Mean, Sauter, ...
- Weitere Aggregateigenschaften wie z. B. Dichte
- Pixelbasierte Auswertung erlaubt bei ausreichender Pixelzahl und Grauwertdifferenz die Berechnung von Formfaktoren und anderen von der Kugelform abweichenden Eigenschaften



Heterokoagulat bestehend aus hydrophobierten
Glaspartikeln und Gasblasen

B04 Maßgeschneiderte Agglomerate zur Erhöhung der Abscheideeffizienz

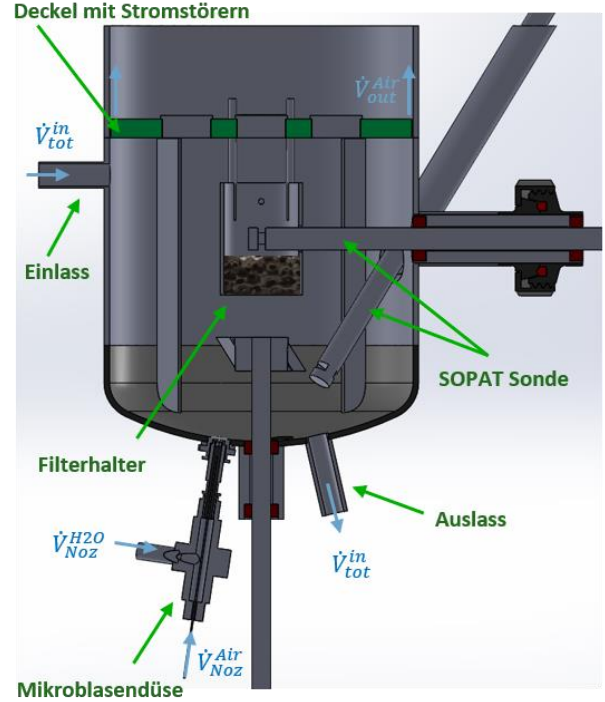


Keramische Tiefenfilter zur Entfernung nicht metallischer Einschlüsse: links –Metallschmelzefiltration, rechts- im Raumtemperaturmodellsystem. Quelle: SFB 920 (2018)

Raumtemperaturmodellsystem:



Effekt der Hydrophobisierung auf Si-Wafer



Begaster Rührkessel für dynamische Bildanalyse und kontinuierlichen Betrieb

Motivation:

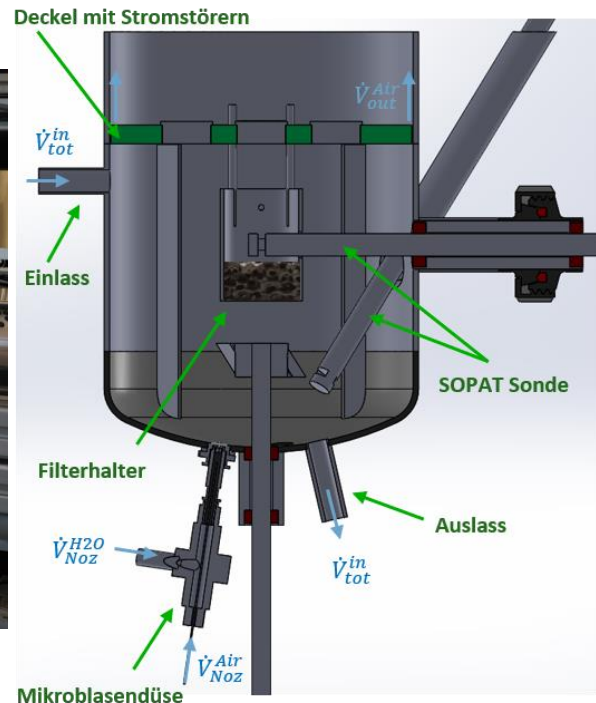
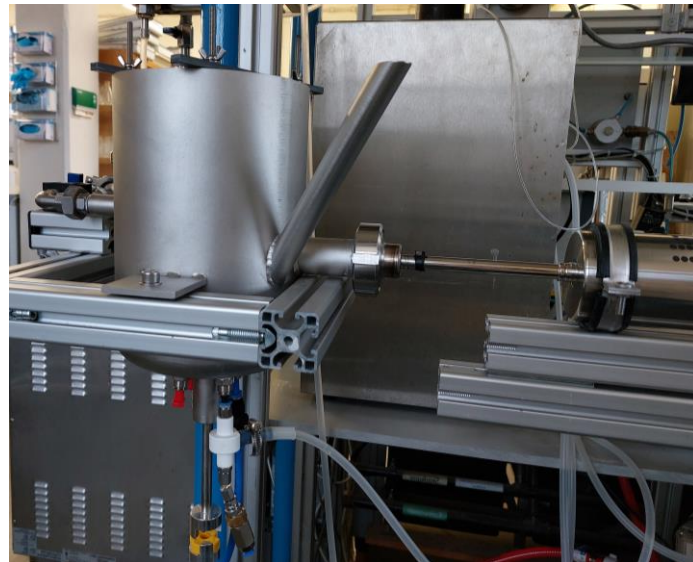
- Große Partikel leichter im Tiefenfilter abzuscheiden
- Agglomerationsneigung schlecht benetzbarer Partikel

Ziel:

- Grundlegendes Verständnis von Agglomeration und Heterokoagulation
- Erhöhung der Filtrations-effizienz im Realprozess

tu-freiberg.de/forschung/sfb920

B04 Maßgeschneiderte Agglomerate zur Erhöhung der Abscheideeffizienz



Begaster Rührkessel für dynamische Bildanalyse und kontinuierlichen Betrieb

Motivation:

- Große Partikel leichter im Tiefenfilter abzuscheiden
- Agglomerationsneigung schlecht benetzbarer Partikel

Ziel:

- Grundlegendes Verständnis von Agglomeration und Heterokoagulation
- Erhöhung der Filtrations-effizienz im Realprozess

tu-freiberg.de/forschung/sfb920

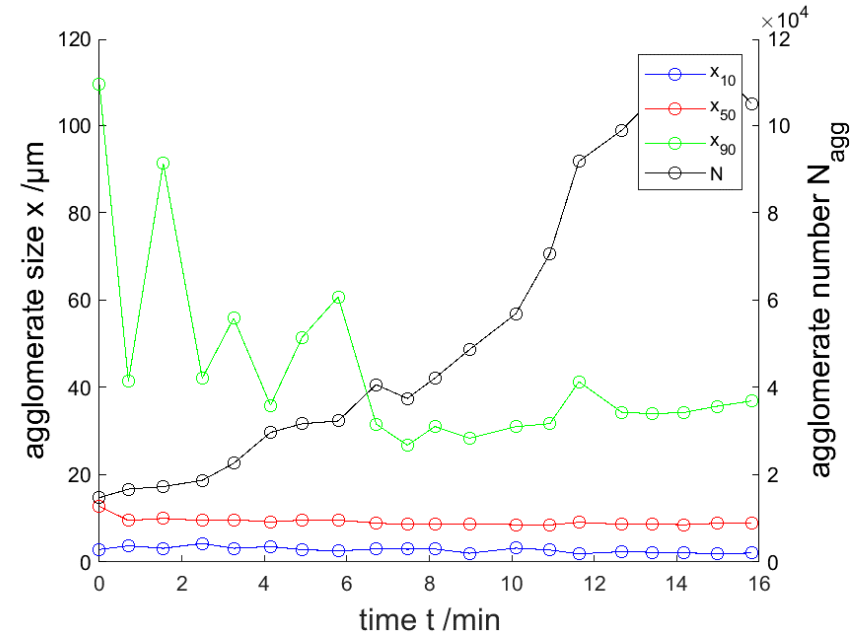
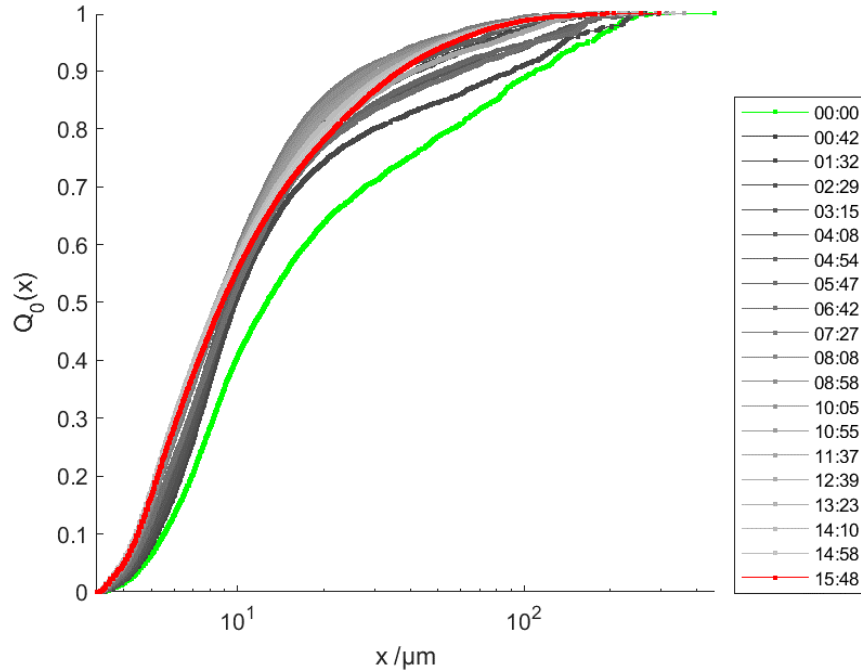
Batchagglomeration

Bildaufnahme

Segmentierung

Eigenschaften

PGV



Entwicklung der Partikelgrößenverteilung im Batch- Agglomerationsexperiment



TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERGAKADEMIE FREIBERG

Die Ressourcenuniversität. Seit 1765

M. Sc.

Jan Nicklas

Wiss. Mitarbeiter



Institut für Mechanische Verfahrens-technik und
Aufbereitungstechnik

Agricolastaße 1

09599 Freiberg / Germany

Tel. +49 (0)3731 39-3928

Jan.Nicklas@mvtat.tu-freiberg.de

tu-freiberg.de/fakult4/mvtat

tu-freiberg.de/forschung/sfb920

