



Dipl.-Ing. Martin Pieper wissenschaftlicher Mitarbeiter

Adresse: Dipl.-Ing. Martin Pieper
Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik
Institut für Verfahrenstechnik
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Postfach 4120
D-39016 Magdeburg
Germany
Telefon: +49 (0)391 67-11886
Fax: +49 (0)391 67-11160
E-Mail: martin.pieper@ovgu.de

Biografisches

	geboren 1981
Juni 2002	Abitur
Juli 2002-September 2003	Wehrdienst
Okt. 2003-Mai 2009	Studium der Verfahrenstechnik, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg
Januar 2007-Juni 2007	Auslandssemester LUT Lappeenranta (FIN)
Januar 2008-Juni 2008	Praktikumssemester Bayer Technology Services, Leverkusen
Oktober 2008-Mai 2009	Diplomarbeit am Max Planck Institut Magdeburg/LUT Lappeenranta (FIN), Diplomthema "Investigations of Steady State Recycling Chromatography Under Semi-preparative Conditions"
seit Juni 2009	wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik

Konferenzbeiträge

- Pieper, M., Petrova, A., u. J. Tomas, Fällung und Mahlung von Bariumsulfat zur Herstellung nano- skaliger Suspensionen, Poster ProcessNet-Fachausschuß „Zerkleinern und Klassieren“, Fulda 2010
- Tomas, J., Pieper, M., Petrova, A., Aman, S., Hintz, W., Erzeugung ultrafeiner Produkte durch Zerkleinerung, Tagung Aufbereitung und Recycling, Freiberg 2010
- Kaspereit, M. Sainio, T., Pieper, M., Kienle, A., Seidel-Morgenstern, A., Analyse und Auslegung chromatographischer Trennverfahren mit Rückläufen, ProcessNet Jahrestagung 2009, Mannheim, Germany, 8.-10.9.2009; Abstract published in Chemie-Ingenieur-Technik, 80 (2009), p. 1072-107

Beiträge in Fachzeitschriften

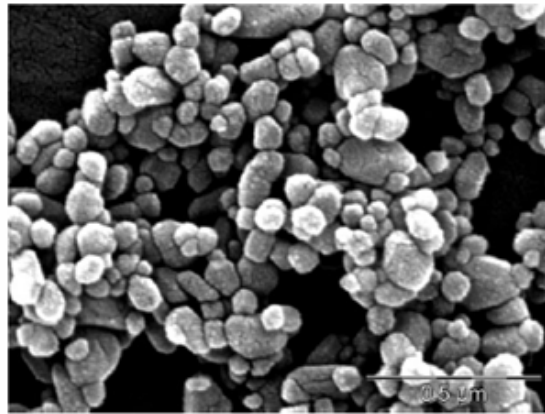
- Martin Pieper, Sergej Aman, Werner Hintz, Jürgen Tomas, Peter Veit., Experimentelle Untersuchung zur kontinuierlichen Fällung und Stabilisierung von ultrafeinem BaSO₄. Experimental Investigation on Continuous Precipitation and Stabilisation of Ultrafine BaSO₄, Chemie-Ingenieur-Technik, DOI: 10.1002/cite.201000108

Forschungsthema

Prozesskinetik und Desintegration von polydispersen Partikelsystemen bei der Fällung von Bariumsulfat in einem Ringspaltreaktor

Bariumsulfat:

- Schwerlösliches weißes Barium Salz
- ortho- rhombische Kristallstruktur
- in der Natur als Schwerspat (Baryt) vorkommend
- hohe Dichte (bis 6 g/cm³)



Verwendung

- Herstellung von Schwerbeton
- Füllstoff in Kunststoffen/Faserverbundstoffen
- Farbstoff (Weißpigment)
- Autolacke (Nanoskaliges Bariumsulfat)
- Sonnenschutzcremes (Reflektivität)
- Röntgenkonstrastmittel

Bedeutung der Partikelgröße: bestimmt maßgeblich die Produkteigenschaften (bsp. Oberfläche) bei Nanopartikeln (unter 100nm):

- hohe chemische Reaktivität (große Oberfläche verbessert Kinetik bei Diffusionslimitation)
- spezielle optische Eigenschaften aufgrund von quantenmechanischen Effekten
- gesteigerte Bioverfügbarkeit bei pharmazeutischen Anwendungen

Partikel treten meist in einer dispersen Verteilung auf. Dies bestimmt ihre Eigenschaften.

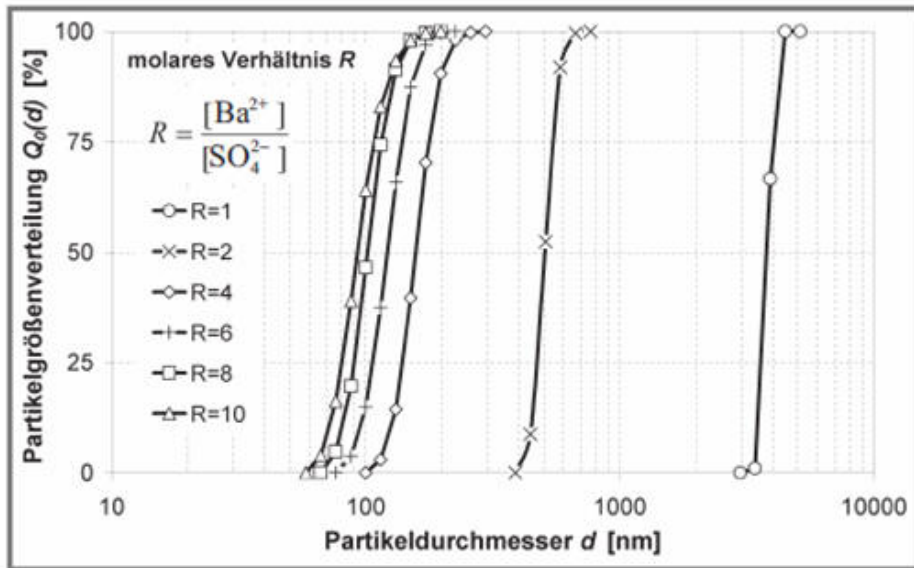


Abbildung: Verteilungsdichtefunktion gefällten BaSO₄ unter verschiedenen Reaktionsbedingungen [1]

Herstellung von Nanopartikeln

Sowohl die Zerkleinerung größerer Partikel (Top-Down Prozess) als auch die Herstellung von Nanopartikeln mittels chem. Reaktion (Bottom-Up Prozess) sind möglich und unterscheiden sich bezüglich Produktausbeute, Energieeinsatz, Verteilungsbreite und erreichbaren Partikelgrößen.

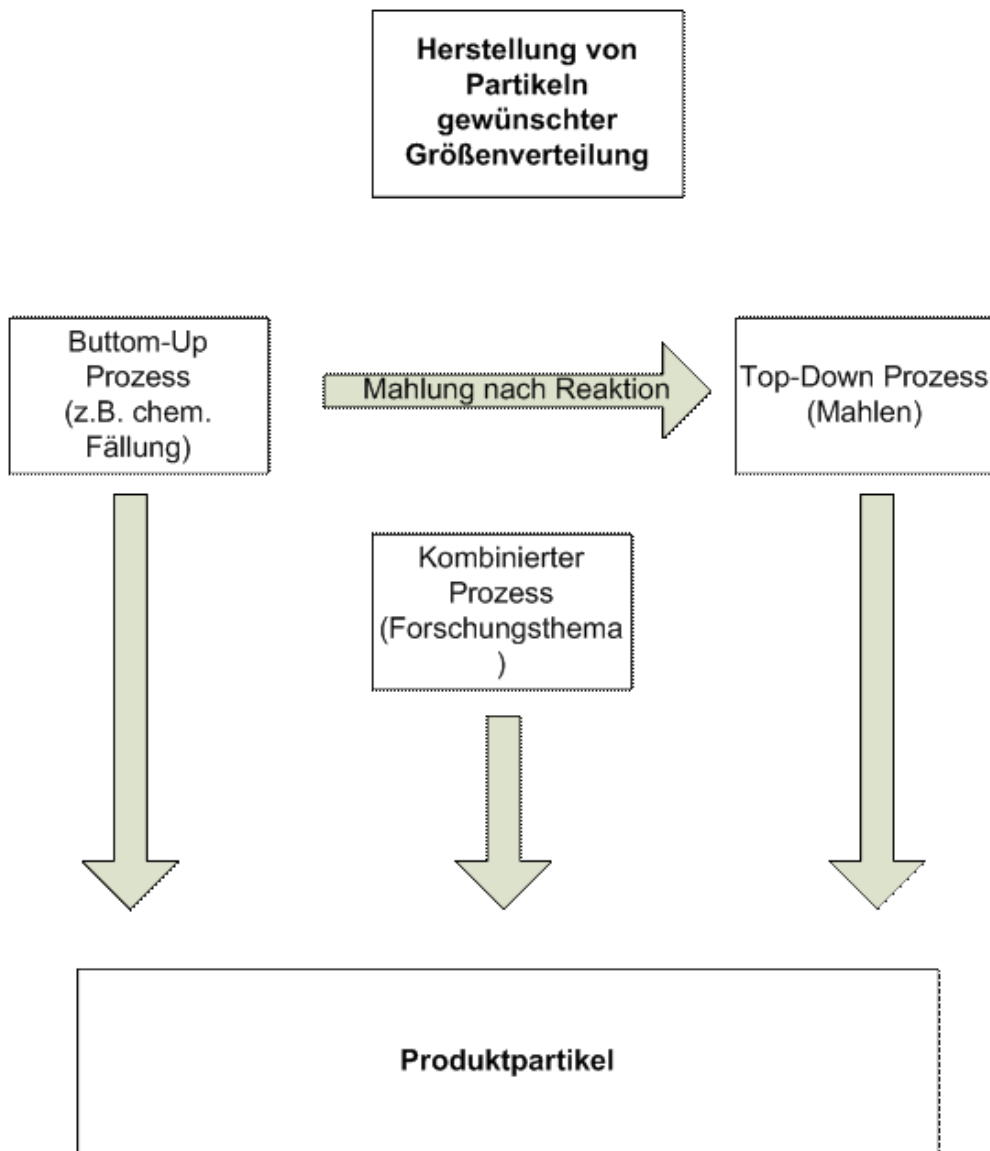


Abbildung: Herstellung von Nanopartikeln

Ein kombinierter Prozess bei dem die Reaktion in einer Zone mit hoher mechanischer Beanspruchung abläuft wird in diesem Projekt untersucht. Ein dazu eigens entwickelter und gebauter Ringspaltreaktor wird mit umfangreicher Sensorik zur optischen Messung von Feststoff- und Eduktkonzentration sowie Drehmomentmessung (Energieeintrag) ausgestattet um wichtige Prozessparameter (Reaktionsgeschwindigkeit, Mahlbarkeit) für die Modellierung bestimmen zu können. Durch die Fällung im Mahlraum sollen sowohl die Reaktionsgeschwindigkeit maximiert (durch turbulente Vermischung) als auch entstehende Agglomerate durch Scherkräfte sowie Stossereignisse zerkleinert werden.

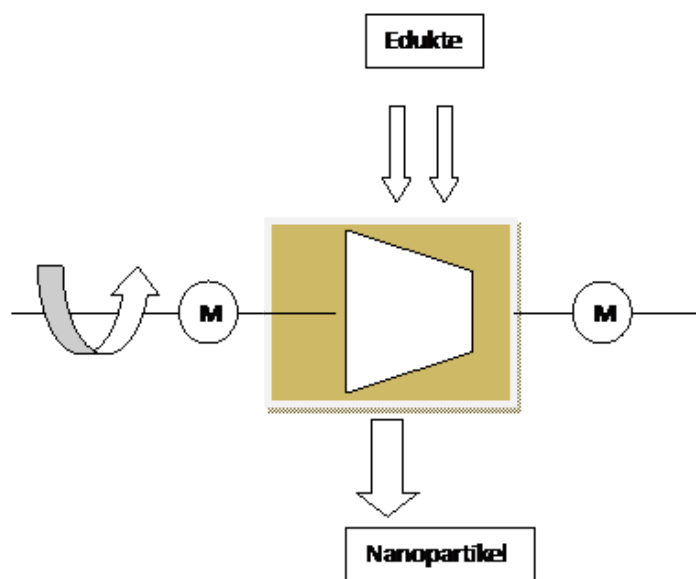


Abbildung: Rinspaltreaktor zur Nanopartikelherstellung mit Rotor/Stator System und Drehmomentenmessung

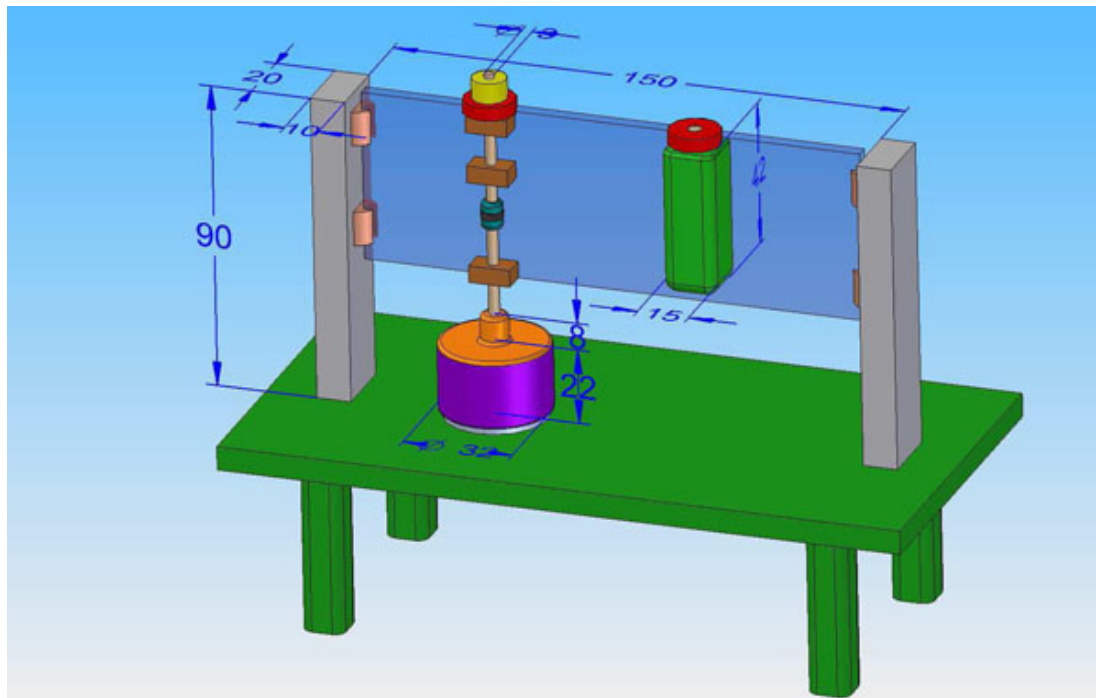
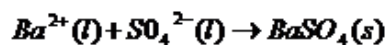


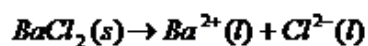
Abbildung: konzipierter Ringspaltreaktor

Fällung von BaSO₄

Fällungsreaktionen eignen sich zur Herstellung von Nanopartikeln als Bottom-Up Prozess. Bei diesen sehr schnellen chemischen Reaktionen reagieren zwei gut lösliche Salze zu einem schwer löslichen Salz:



Durch die geringe Löslichkeit von BaSO₄ kann die Reaktion als irreversibel angenommen werden. Durch die Schwerlöslichkeit entstehen in kurzer Zeit sehr hohe Übersättigungen als Triebkraft zur Phasenumwandlung. Zuvor ist eine Dissoziation von leichtlöslichen Barium- und Schwefelsäure Salzen im Reaktionsmedium notwendig.



Die kristallisierten Partikel sind aufgrund des Verhältnisses von Nukleationsgeschwindigkeit und Kristallwachstum umso kleiner, je größer die Reaktionsgeschwindigkeit ist.

Analytik

Mit Hilfe von Photo- sowie Mechanolumineszenz sowie Absorptionsmessung und Backscattering Messungen direkt im Reaktionsraum (Ringspalt) sollen sowohl Feststoff als auch Eduktkonzentrationen direkt online bestimmt werden.

Modellierung von Populationsbilanzen

Während Kristallisations und Fällungsprozessen laufen hauptsächlich folgende Prozesse ab:

- Agglomeration/Desagglomeration
- Wachstum
- Keimbildung/Keimauflösung

Populationsbilanzmodelle führen zu Modellgleichungen in Form von Partiellen Differentialgleichungen mit 2 unabhängigen Koordinaten (hier Zeit und intensive Eigenschaft wie Größe). Eine einfache Populationsbilanzgleichung die Partikelwachstum beschreibt ist z.B.

$$\frac{\partial n(t, l)}{\partial t} = - \frac{\partial (G n(t, l))}{\partial l}$$

oder bei Größenunabhängigen Wachstum vereinfacht

$$\frac{\partial n(t, l)}{\partial t} = - G \frac{\partial n(t, l)}{\partial l}$$

Anfangs und Randbedingungen (z.B. für Keimbildung) sind für die Lösung dieser Gleichungen erforderlich. Diese können mit ermittelten kinetischen Parametern diskretisiert und numerisch z.B. mit Matlab simuliert werden. Als Beispiel abgebildet die qualitativen Veränderung einer Populationsbilanz bei verschiedenen Wachstumsraten.

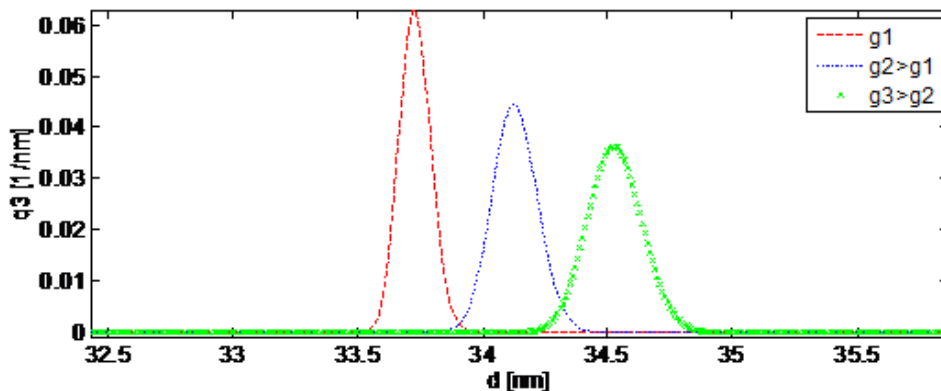


Abbildung: numerische Simulation vom Wachstum einer Populationsbilanz

[1] A. Petrova, Dipl.-Ing. W. Hintz, Dr., J. Tomas, Prof. Dr.-Ing. habil., „Untersuchungen zur Herstellung von nanoskaligem Bariumsulfat“, CIT Volume 80 Issue 3, Pages 359 - 363