

# Untersuchungen zur Strömungsführung im kontinuierlichen Ultraschallreaktor zur Optimierung von Fällungsreaktionen

15347 BG

Ziel des Projekts war die Entwicklung einer auf Fällungsreaktionen abgestimmten Apparategeometrie für kontinuierlich betriebene Reaktoren, bei denen die Durchmischung der Reaktionspartner primär durch das Ultraschallfeld hervorgerufen wird. Dabei sollen die Reaktionspartner sich vor dem Eintritt in den Wirkungsbereich des Ultraschalls nicht vermischen. Zusätzlich dazu soll die Geometrie so gestaltet werden, dass Sekundärströmungen, die das Produkt mit den Eduktströmen in Kontakt bringen, ebenfalls ausgeschlossen werden.

Im experimentellen Teil des Projektes wurde dazu der Einfluss der Reaktorgeometrie, der Dosiergeschwindigkeit und des Ultraschalleintrages auf die Qualität der Mikromischung und der Kavitationsintensität untersucht. Weiterhin ist der Einfluss der Eduktkonzentrationen, sowie der Reaktorgeometrie, der Dosiergeschwindigkeit und des Ultraschalleintrages auf die Qualität der resultierenden Partikelgröße bei Bariumsulfat- und Magnetitfällungen betrachtet worden. Im theoretischen Teil des Projektes wurden Berechnungsmodelle zur Strömungsführung im Reaktor, insbesondere der Mikromischung und Fällungskinetik sowie der Ultraschallausbreitung weiter entwickelt und implementiert. Die Berechnungen dienen dazu, Teilaspekte der im Experiment vorgenommenen Verfahrensvarianten auf das Ergebnis, insbesondere die resultierende Partikelgrößenverteilung zu untersuchen und weiter zu interpretieren.

Es konnte gezeigt werden, dass ein hochenergetischer Ultraschalleintrag bei den untersuchten Partikelsystemen keinen Vorteil für die Fällungsergebnisse bringt. Die hydrodynamischen Einflüsse sind für die in der chemischen Industrie interessanten Durchsätze hinreichend groß, so dass durch den zusätzlichen Ultraschalleintrag keine zusätzliche Verbesserung erzielt werden kann. Bei sehr kleinen Durchsätzen kann eine Morphologieänderung durch den Ultraschall erreicht werden. Ein Scale-Up mittels Sonotroden ist daher nicht erstrebenswert. Durch die starke Kavitation können Bauteile beschädigt werden. Stattdessen ist für ein Scale-Up das Beschallungssystem mittels

Blei-Zirkonat-Titanat-Schallgeber (PZT-Schallgeber) zu bevorzugen. Wie repräsentative Untersuchungen zeigten, konnte hier die Kavitationsintensität bei gleichbleibender Qualität der Fällungsergebnisse signifikant verringert werden.

Die numerischen Ergebnisse bestätigen die im Experiment festgestellte intensive hydrodynamische Mikromischung bei höheren Dosiergeschwindigkeiten sowie deren Einfluss auf die Größenverteilung der Partikel. Die Schallfeldsimulationen zeigen eine stark dämpfende Wirkung der Behälterwandungen sowie eine damit einhergehende stetige und starke Abnahme der Schallintensität in der Nähe des Schallgebers. Kavitationsbedingt, d.h. durch nichtlineare Effekte, kann es zu lokalen Maxima des Schalldrucks kommen. Ihre Lage kann durch Einstellen der Ultraschalleistung und Frequenz gesteuert werden. Dies ist eine mögliche Erklärung für die im Experiment gemachten Beobachtungen, dass bereits eine kleine Schalleistung die Fällung positiv beeinflusst, da der Schalldruck im Bereich der Mischungszone lokale Extremwerte erreicht.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema vom 11/07 bis 10/10 an der **Technischen Universität Clausthal, Institut für Chemische Verfahrenstechnik** (Leibnizstraße 17, 38678 Clausthal-Zellerfeld, unter der Leitung von Prof. Dr. U. Peuker (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. Th. Turek)(bis 31.03.2008), der **Technischen Universität Clausthal, Institut für Technische Mechanik, Abteilung Strömungsmechanik** (Adolph-Roemer-Straße 2a, 38678 Clausthal-Zellerfeld, Tel.: 05323/72-2515) unter der Leitung von Prof. Dr. G. Brenner (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. G. Brenner) und der **TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Aufbereitungstechnik, Freiberg** (Agricolastraße 1, 09596 Freiberg, Tel.: 03731/39-2916) unter der Leitung von Prof. Dr. U. Peuker (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. U. Peuker) (ab 01.04.2008).

--> [TIB](#)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben Nr. 15347 BG der Forschungsvereinigung DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.