

QUALIFIZIERUNG VON CFD-MODELLEN FÜR DAS MISCHEN IN BIOGASANLAGEN

A. Lomtscher¹, K. Jobst¹, A. Deutschmann¹, K. Rostalski²

¹Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, ²KSB AG

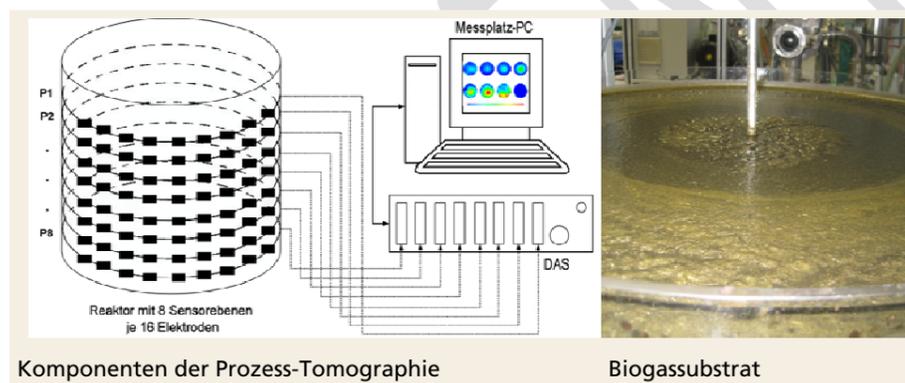


MOTIVATION

- Trotz Einbeziehung der numerischen Strömungssimulation (CFD) kommt es bei der Bemessung von Rührsystemen für Biogasanlagen oftmals zu fehlerhaften Auslegungen aufgrund der noch vorhandenen Grenzen der CFD für Mehrphasenstoffsysteme. Numerische Modelle zur Beschreibung dieser Stoffgemische sind noch nicht Stand der Technik.
- Biogassubstrate setzen sich aus einer hochkonzentrierten nicht-Newton'schen Grundsuspension als Fermenterinhalt, einer einzumischenden grobdispersen Phase wie Silage oder Stroh und der Gasphase, einem Gemisch aus CH₄ und CO₂ zusammen.
- Aufgrund dieser Stoffeigenschaften, opak, hochkonzentriert und zum Teil sehr langfaserig, ist bisher nur eine begrenzte messtechnische Bewertung des Misch- und Strömungszustandes gegeben.

PROZESS-TOMOGRAPHIE ALS VORAUSSETZUNG ZUR QUALIFIZIERUNG VON STRÖMUNGSMODELLEN

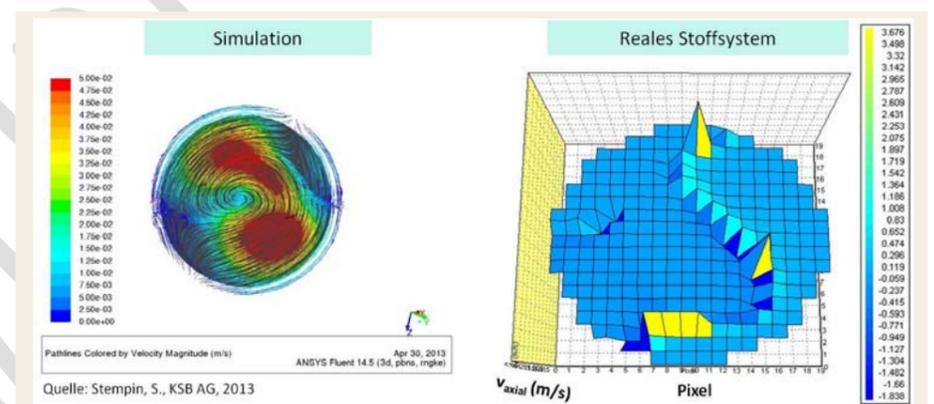
- Nutzung der Prozess-Tomographie, um Misch- und Strömungsprozesse opaker, faseriger Mehrphasensysteme zu visualisieren und quantifizieren. Das Messsystem (ERT) basiert auf der Erfassung von Widerstandsänderungen infolge der im Mehrphasensystem vorhandenen unterschiedlichen elektrischen Leitfähigkeiten.



- Vorteile: Online-Messung, Erfassung des gesamten Reaktorraumes.
- Visuelle Darstellung erfolgt als 2D- bzw. 3D-Tomogramme und gibt die Verteilung der dispersen Phase im Reaktor wieder.
- Maßstabsgerechte Ausführung von Reaktor- und praxisrelevanten Rührsystemen sowie die Skalierung der Fasern dienen als Grundlage zur Bewertung der Mischgüte sowie der sich im Reaktor ausbildenden Strömungsgeschwindigkeiten.
- Berechnung der sich real im Reaktor ausbildenden axialen Geschwindigkeitsprofile mittels der Software AIMFlow.

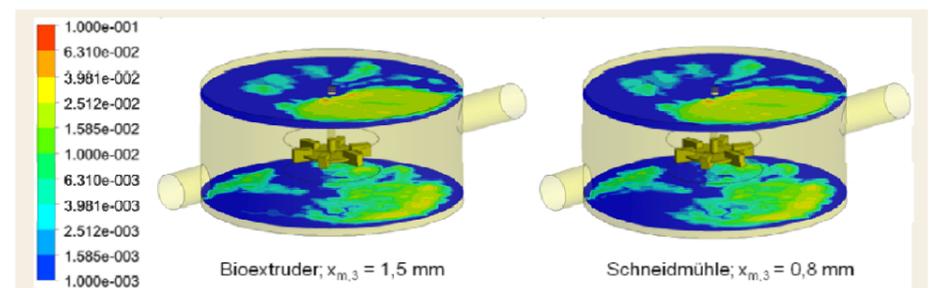
ERGEBNISSE

- Bei Einsatz von partikelfreien Modellfluiden konnten die Ergebnisse der CFD sehr gut durch die Prozess-Tomographie (AIMFlow) bestätigt werden.
- Bei Verwendung von realem Biogassubstrat mit einer engen Partikelgrößenverteilung zeigt sich zwischen der Prozess-Tomographie und der CFD hinsichtlich des sich ausbildenden Strömungsprofils im Reaktor eine prinzipielle Übereinstimmung des Strömungsverlaufs.



Vergleich der Geschwindigkeitsprofile von CFD und Prozess-Tomographie bei Verwendung von Biogassubstrat mit einer engen Partikelgrößenverteilung

- Prozess-tomographische Untersuchungen als auch visuelle Beobachtungen zeigen, dass eine Variation der Partikelgröße, bspw. infolge einer Zerkleinerung, einen wesentlichen Einfluss auf die Mischgüte und das sich ausbildende Geschwindigkeitsprofil im Reaktor hat. Dieser Einfluss ist mittels CFD bisher nicht nachweisbar.



Verteilung der Strohpartikel im Reaktor für unterschiedliche Partikelgrößen (Euler/Lagrange) - keine signifikanten Unterschiede mittels CFD ermittelbar

- Die Einbeziehung der granulometrischen und rheologischen Kenngrößen in den CFD-Modellen ist somit zwingend erforderlich.

AUSBLICK

- Auf der Basis dieser experimentellen Untersuchungen und den numerischen Berechnungen erfolgt in Zusammenarbeit mit unserem Projektpartner KSB AG die Qualifizierung bestehender numerischer Strömungsmodelle für nicht-Newton'sche Mehrphasenstoffsysteme.