

Skalierung von Mischprozessen faseriger Suspensionen

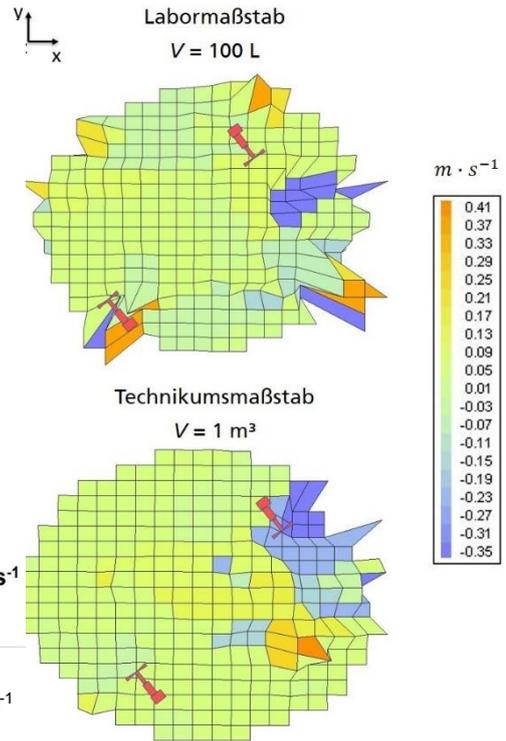
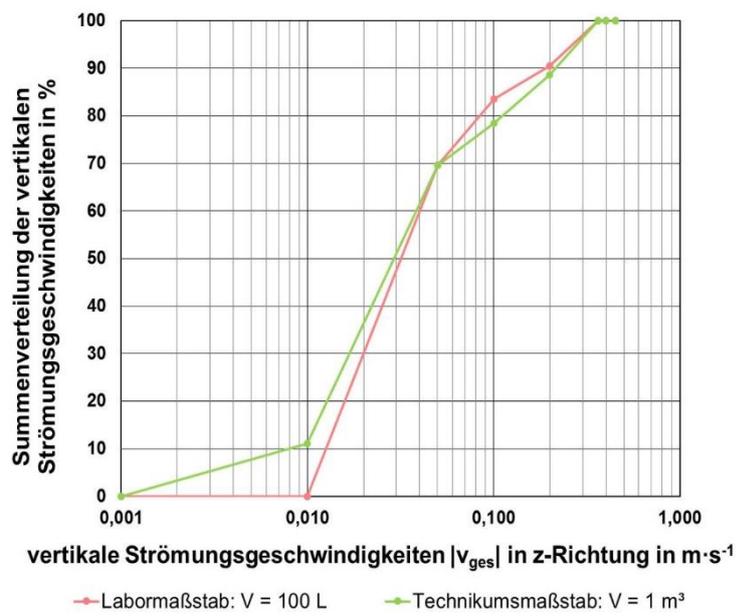
Karin Jobst, Fraunhofer IKTS, Dresden

Die Auslegung von Rührsystemen für Mischprozesse erfolgt zunehmend mit Hilfe der numerischen Strömungssimulation (CFD). Handelt es sich bei den zu mischenden Substraten jedoch um komplexe Mehrphasensysteme (nicht-Newtonsch, hochkonzentriert, opak, faserig, etc.), so erfolgt die Bemessung der Rühraggregate oftmals fehlerhaft. Zum einen werden die granulometrischen Eigenschaften der vorliegenden Stoffsysteme nur unzureichend beachtet, zum anderen gestaltet sich die messtechnische Ermittlung der rheologischen Zustandsgrößen problematisch.

Eine geeignete Methode für eine umfassende Visualisierung und Quantifizierung fluiddynamischer Prozesse von Mehrphasensystemen – auch mit komplizierten Stoffeigenschaften – ist die Prozesstomographie. Großtechnische Mischprozesse werden dazu in den Labor- oder Technikumsmaßstab skaliert und dann mittels prozesstomographischer Untersuchungen verfahrenstechnisch und energetisch optimiert.

Voraussetzung ist die Anwendung geeigneter Kriterien zur Maßstabsübertragung. Neben der Skalierung geometrischer Größen von Rührer und Reaktor sind kinematische und dynamische Ähnlichkeitskriterien zwischen Modell und Hauptausführung zu berücksichtigen. Ein geeignetes Kriterium zur Maßstabsübertragung von Mischprozessen nicht-Newtonscher Fluide ist die Einhaltung gleicher Rührerumfangsgeschwindigkeiten (v_{tip}). Zusätzlich wurde durch Fraunhofer IKTS für partikelbeladene, faserige Suspensionen, zum Beispiel aus Biogasanlagen, die maßstabgerechte Skalierung der dispersen Partikel, speziell der in der Suspension enthaltenen Fasern eingeführt. Die Skalierung der Modellsuspension ist dabei so vorzunehmen, dass die Faserlängen entsprechend der geometrischen Maßstabszahl gewählt und die Fließeigenschaften der Suspensionen in Modell und Hauptausführung durch Anpassung der fluiden Grundphase konstant gehalten werden.

Unter Nachweis vergleichbarer Strömungsverhältnisse und Geschwindigkeitsverteilungen im Labormaßstab (100-L-Reaktor) und Technikumsmaßstab (1-m³-Reaktor) konnte diese Vorgehensweise bestätigt werden.



Einsatz von zwei Propeller-Tauchmotorrührwerken, $v_{tip} = 5,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Vergleich der mittels Prozesstomographie im Labor- und Technikumsmaßstab ermittelten vertikalen Strömungsgeschwindigkeiten unter Beachtung der im Fraunhofer IKTS aufgestellten Skalierfaktoren für Mischprozesse hochkonzentrierter faseriger Suspensionen