

Strömung in einem Mikroventilmischer

Fachgebiet: Fluidmechanik

Betreuer: Lukas Moser

Experte: Dr. Rudolf Bauer

Industriepartner: Institut für Chemie und Biologische Chemie, Wädenswil

Das Mischen stellt einen grundlegenden Vorgang in der chemischen Industrie dar. Dabei existiert eine grosse Anzahl an Ausführungsformen für chemische Reaktoren. In dieser Arbeit wird der Mikroventilmischer betrachtet. Dessen für die Vermischung relevanten Abmessungen befinden sich im Mikrometerbereich. Aufgrund der geringen Dimensionen können die Abläufe im Mischer nicht beobachtet werden. Diese Arbeit befasst sich vertieft mit der Strömungssimulation und soll Erkenntnisse über das Mischverhalten liefern.

Ausgangslage

Das Institut für Chemie und Biologische Chemie führt Messungen mit dem Mikroventilmischer durch. Um die Abläufe im Mischer zu verstehen, sollen die Strömungsvorgänge analysiert werden. Der Mikroventilmischer der Firma Ehrfeld Mikrotechnik BTS enthält keine dynamischen Bauteile, welche die Medien vermischen. Die Mischung wird erreicht durch das Aufteilen, Umlenken und Zusammenführen der Medien. Ein Vorteil des untersuchten Mixers liegt darin, dass sich im Innern des Mixers ein Ventilstössel befindet, welcher die Rückströmung des Gemisches verhindert. Im Betrieb stellt sich die Position des Ventilstössels anhand der wirkenden Drücke ein. Bei den Messungen werden für die beiden eintretenden Strömungen Ethanol-Wasser-Gemische verwendet.

Vorgehen

Die Berechnungen der Strömungen erfolgen durch die Anwendung von Computational Fluid Dynamics-Simulationen (CFD). Mittels stationären Strömungssimulationen können die Geschwindigkeits-, Druck- und Scherverteilungen im Mischer ermittelt werden. Dabei wird der Zustand untersucht, bei dem eine kontinuierliche Mischung abläuft und sich die Strömung zeitunabhängig verhält. Durch den Vergleich der Mess- und Simulationenwerte für den Druckabfall kann der Zusammenhang zwischen Simulation und Realität untersucht werden. Mit instationären Simulationen wird die Mi-

schung der beiden Flüssigkeiten nachgebildet. Die erhaltenen Resultate werden untersucht, um Aussagen zur Mischgeschwindigkeit und -güte zu liefern.

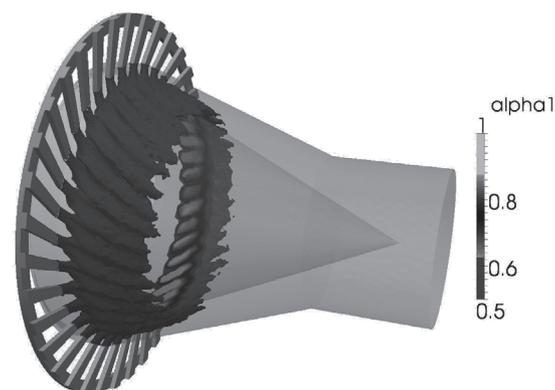
Ergebnisse

Bei der Betrachtung der Druckabfälle werden teilweise grosse Unterschiede zwischen den gemessenen und simulierten Werten festgestellt. Probleme in der Druckmessung können nicht ausgeschlossen werden. Es wird empfohlen, die Druckmessungen zur Überprüfung der Werte nochmals durchzuführen. Aufgrund der gemessenen und simulierten Druckabfälle ist es möglich, die Position des Ventilstössels während dem Einsatz des Mixers abzuschätzen. Die Feder beim Rückschlagventil erfährt eine Vorspannung. Zwischen den Messserien wird der Mikroventilmischer demonstert, gereinigt und wieder zusammengebaut. Aufgrund des geringen Vorspannweges ist es sehr anspruchsvoll, bei jeder Montage die gleichen Voraussetzungen zu schaffen. Mittels Simulationen und Berechnungen können die im Einsatz entstehenden Vorspannungen kaum exakt ermittelt werden. Es bestehen zahlreiche Einflussgrössen, welche in der Theorie nur schwer erfassbar sind.

Mit höherem Volumenstrom treten schnellere Vermischungen ein. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei höheren Geschwindigkeiten grössere Kontaktbereiche entstehen, in welchen die Medien sich mischen können. Mit der Zunahme des Volumenstroms steigt auch der Drall an, der die Durchmischung zusätzlich unterstützt. Im Innern des Mixers treten Ablösungsgebiete und Verwirbelungen auf. Durch die Erhöhung des Volumenstroms verstärkt sich die Wirbelbildung. Zwar haben diese Wirbel keinen Einfluss auf den Mischbereich, trotzdem sind sie nicht wünschenswert. Bei einer allfälligen Mischung von Medien, welche Feststoffe enthalten, können sich in diesem Bereich Ablagerungen bilden. Durch Anpassen der Geometrie des Mixers dürften sich die Ablösungsgebiete verringern.



Marcus Wagner
mawag@gmx.ch



Mischverhalten