



Numerische Strömungssimulation zur Berechnung der Verweilzeitverteilung in einem Biogasreaktor

Publisher:

Christian Bock

Date:


Monday, November 28, 2011

Abstract:

Die Biogaserzeugung stellt eine Technologie zur Bereitstellung eines CO₂-neutralen Energieträgers dar und gewinnt zunehmend an wirtschaftlicher Bedeutung. Da es sich um eine relativ junge Technik handelt, befindet sie sich derzeit in einem stark progressiven Stadium. In vielen technischen Bereichen, wie z.B. der Biologie und der Prozesstechnik ist deshalb hinsichtlich der Raum-Zeit-Ausbeute noch viel Verbesserungspotential vorhanden. Das zentrale Organ der Biogaserzeugung stellt der Fermenter dar, in dem in einer anaeroben Reaktion Biogas erzeugt wird. Auf die Effizienz der biologischen Reaktion nimmt die Güte der Vermischung des Biosubstrates einen maßgeblichen Einfluss. Es stellt sich daraufhin die Frage, wie die Vermischung in einem Biogasreaktor experimentell charakterisiert werden kann. Eine Möglichkeit wäre, die Vermischung anhand des Geschwindigkeitsfeldes im Reaktor zu beurteilen. Da Geschwindigkeitsmessungen in Biogasreaktoren aufgrund des hochviskosen und feststoffbeladenen Gärsubstrates jedoch sehr aufwendig sind und auch nur punktuell durchgeführt werden könnten, ist diese Möglichkeit technisch nicht realisierbar. Eine praktikablere Variante stellt die Charakterisierung der Vermischung mithilfe einer Verweilzeitstudie dar. Es handelt sich dabei um ein gut erprobtes Werkzeug der Reaktionstechnik, das in der Regel einfach umzusetzen ist. Diese Vereinfachung steht jedoch einem Verzicht auf örtliche Auflösung der Vermischung gegenüber. Es ist somit möglich anhand einer Verweilzeitverteilung Aussagen über Kurzschlussströmungen und Totzonen im Reaktor zu machen, nicht jedoch wo sie lokalisiert sind. Für eine effektive Optimierung der Vermischung sind diese fehlenden Informationen allerdings wichtig, so dass praktische Alternativen, die über die experimentelle Verweilzeitstudie hinausgehen, ausfindig zu machen sind. Eine vielversprechende Möglichkeit stellt dabei die Simulation mithilfe der numerischen Strömungsmechanik dar. In dieser Arbeit wird deshalb die Vermischung in einem Biogasreaktor, der Teil einer großtechnisch betriebenen Biogasanlage ist, mit Methoden der numerischen Strömungsmechanik untersucht. Der betrachtete Biogasreaktor wird mit externen Pumpen durchmischt, die sich durch eine besondere Wartungsfreundlichkeit auszeichnen. Bei der numerischen Strömungsmechanik handelt es sich um eine relativ junge Disziplin, die erst in den achtziger Jahren des 20. Jahrhunderts in der Industrie Bedeutung fand. Einhergehend mit einerseits zunehmend verbesserten

physikalischen Strömungsmodellen und mathematischen Lösungsalgorithmen und andererseits der fortschreitenden Computertechnologie ist sie mittlerweile zu einem äußerst effektiven Werkzeug geworden. Moderne kommerzielle Computerprogramme bieten darüber hinaus eine graphische

Bedienungsoberfläche, die besonders die Auswertung der Ergebnisse sehr erleichtert. Die numerische Strömungsmechanik ermöglicht somit das Geschwindigkeitsfeld im Biogasreaktor zu errechnen und Probleme genau zu verorten. Die darauf folgende Optimierung kann zudem mit numerischen Methoden meist schneller und ressourcenschonender durchgeführt werden als experimentell. Dennoch sind die numerischen Ergebnisse stets zu hinterfragen und mit experimentellen Ergebnissen soweit möglich zu validieren. Aus diesem Grund widmet sich ein großer Teil dieser Arbeit der Untersuchung der numerischen Methoden zur Bestimmung der Verweilzeitverteilung, die weiterhin ein adäquates Werkzeug zur Charakterisierung der Vermischung bleibt. Des Weiteren stehen experimentell bestimmte Verweilzeitverteilungen des Biogasreaktors zur Verfügung, durch die die numerischen Ergebnisse überprüft werden können.

 [Bachelorarbeit_ChristianBock.pdf](#)^[1]

Author Name:

Christian Bock

Author Company:

TU Berlin Fachgebiet Verfahrenstechnik

Products:

[STAR-CCM+®](#)^[2]

Industries:

[Academic](#)^[3]

[Chemical Process](#)^[4]

CD-adapco is the world's largest independent CFD focused provider of engineering simulation software, support and services. We have over 30 years of experience in delivering industrial strength engineering simulation.

Source URL: <http://www.cd-adapco.com/node/6139?language=en>

Links:

[1] http://www.cd-adapco.com/sites/default/files/technical_document/pdf/Bachelorarbeit_ChristianBock.pdf

[2] <http://www.cd-adapco.com/products/star-ccm%C2%AE>

[3] <http://www.cd-adapco.com/industries/academic>

[4] <http://www.cd-adapco.com/industries/chemical-process>