

CFD-Modellierung natürlicher Schaumzerfallsprozesse und Schaumzerstörungsmaßnahmen mittels eines Euler-Euler Ansatzes

*Christoph Gerstenberg, Thomas Bernstein, Christopher McHardy, Cornelia Rauh
Fachgebiet Lebensmittelbiotechnologie und –prozessechnik, TU Berlin, Berlin*

Unerwünschte Schaumbildung ist ein häufig auftretendes Problem in Anlagen bei der Verarbeitung und Verpackung von Lebensmitteln oder der technischen Produktion von Feinchemikalien. Beispielsweise besteht bei der Abfüllung nicht-karbonisierter Getränken durch Überschäumen die Gefahr einer mikrobieller Kontamination der Anlagenteile, infolgedessen die Maschinen häufiger gereinigt werden und Stillstandszeiten entstehen. Bei der Destillation von vergorenen Maischen führen Schäume zu zusätzlichem Druckverlust in der Kolonne und einer reduzierten Trenneffizienz. Bisher beschränken sich Maßnahmen des Schaummanagements in der Regel auf die Reduktion des Durchsatzes, infolgedessen wirtschaftlich relevante Einbußen unvermeidbar sind.

Die kritische Größe für die Prozessführung ist dabei die resultierende Schaumhöhe, die sich aus der dynamischen Bilanz der Schaumbildungs- und Schaumzerfallsraten ergibt. Erheblichen Anteil an der Schaumbildung hat der induzierte Gaseintrag in Verbindung mit der Schaumkapazität des Mediums. Schaumzerfall findet durch die natürlichen Alterungsprozesse Drainage, Ostwald-Reifung und Koaleszenz statt. Diese gekoppelten Prozesse erstrecken sich über unterschiedliche Zeitskalen und sind von entscheidender Bedeutung für die Stabilität von Schäumen. Konstruktive Einschränkungen in Anlagen und der Einfluss invasiver Messmethoden auf die Schaumdynamik verhindern zumeist eine vollständige und realistische Prozessanalyse. Um Schaumstabilitäten und -höhen und die Ursachen der Schaumbildung zu analysieren, besteht somit die Notwendigkeit, unterschiedliche Schaumbildungs- und Zerfallsmechanismen in Abhängigkeit der physikalischen Fluideigenschaften und Prozessparameter darstellen zu können.

Aufgrund der stetigen Steigerung der verfügbaren Rechenleistung, sowie der drastischen Preisreduzierung von Hardwarekomponenten, erfreuen sich CFD-Simulationen immer größerer Beliebtheit bei der Prozessanalyse und -optimierung in den Ingenieurwissenschaften. Diese liefern hochaufgelöste, lokale Prozessinformationen, können flexibel auf andere Anlagen oder Stoffsysteme übertragen werden und erweisen sich deshalb als nützliches Mittel zur Analyse der

Schaumbildung. Der vorliegende Beitrag behandelt die numerische Simulation der Schaumdynamik analog zu Versuchsständen im Labormaßstab durch die gezielte Adaption der Transportterme in den Energie-, Impuls- und Stofftransportbilanzen. Dies erfolgt in Anlehnung an aktuelle Konzepte für generalisierte Zweiphasenströmungen (GENTOP), unter Verwendung des inhomogenen Multiple Size Group (iMUSIG) Modells in der Euler-Euler Formulierung. Die Einflüsse thermischer Strahlung und der Beregnung von Schaum mit arteigener Flüssigkeit auf die überlagernden Effekte des Schaumzerfalls werden in der Simulation abgebildet. Das vorgestellte Modell soll zukünftig die Möglichkeit bieten, Auswirkungen der mikroskaligen Schaumdynamik auf der makroskopischen Längenskala von Produktionsprozessen zu analysieren und auf dieser Basis kritische Anlagenbereiche zu charakterisieren und optimierte Prozessfenster zu finden.