

Fuzzy-gestützte Modellierung und Simulation zur Verlängerung der Standzeit von Erhitzungsanlagen

Dr. R. Benning
Universität Erlangen-Nürnberg

Die Erhitzung stellt in der Lebensmittelindustrie einen entscheidenden Verfahrensschritt dar, der die Sicherheit eines Produktes gewährleistet und seine Stabilität bewirkt. Einen wesentlichen Einflussfaktor auf diesen Prozess bildet das Fouling, die unerwünschte Ablagerung von Produktinhaltsstoffen auf eine Wärmetauscheroberfläche. Dieser Vorgang beeinflusst den Wärmeübergang, den Druckverlust und die Strömungscharakteristika selbst. Um die notwendige Wärmeübertragung aufrecht zu erhalten, wird in der Regel die Temperatur des Heizmediums erhöht. Dies ist allerdings mit dem Risiko lokaler Überhitzungen und daraus folgender negativer Auswirkungen auf die Produktqualität verbunden.

Aus diesen Gründen müssen Erhitzungsanlagen regelmäßig gereinigt werden. Im Gegensatz z.B. zur Petrochemie, in der dies ein- bis zweimal pro Jahr notwendig wird, erfordern die Anwendungen in der Lebensmittelindustrie in der Regel mindestens eine Reinigung pro Tag. Diese Produktionsunterbrechung führt, zusammen mit dem notwendigen Verbrauch an Reinigungsmitteln, Spülwasser, Energie und Personaleinsatz, zu wirtschaftlichen Verlusten, die sich durch eine Verlängerung der Standzeit signifikant reduzieren lassen.

Der Vortrag zeigt einen neuartigen Ansatz auf, wie dieses Ziel durch eine verbesserte Modellierung und Simulation der ablaufenden Prozesse erreicht werden kann. Die Modellierung basiert auf Grundgleichungen der Strömungsmechanik, des Wärmeüberganges und der lebensmitteltechnologischen Reaktionstechnik. Allerdings führt die Anwendung dieser Ansätze unter realen Bedingungen bekanntermaßen zu Abweichungen von den theoretischen Ergebnissen. Solche Differenzen lassen sich durch die Integration von Fuzzy-Logik in den Modellierungsansatz verringern (siehe Abb.1). Dieser mathematische Algorithmus erlaubt es, auch solche Aspekte in ein Modell zu integrieren, die sich nicht oder nur unter erheblichem Aufwand mathematisch formulieren lassen, für die aber alternative Beschreibungen, z.B. in Form von Erfahrungen beteiligter Experten, vorliegen.

In Zusammenarbeit mit Industrievertretern aus dem Anlagenbau und der Milchwirtschaft wurde ein hybrides Modell der Ultrahoherhitzung von Milch entwickelt, das auch an einer industriellen Linie zur Herstellung von H-Milch getestet wurde. Durch die praktische Umsetzung von Simulationsergebnissen ließ sich eine Standzeitverlängerung von über 20% erreichen.

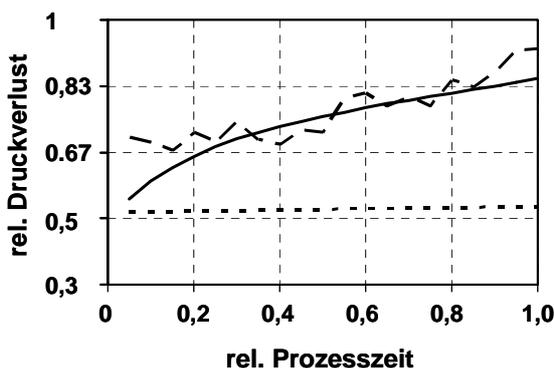


Abb. 1:
Vergleich des gemessenen Verlaufs des relativen Druckverlustes über der Prozesszeit (gestrichelt) mit der Modellierung ohne (punktiert) bzw. mit der Integration von Fuzzy-Logik (durchgezogene Linie)

Dr. Rainer Benning

Universität Erlangen-Nürnberg
Institut für Chemie- und Bioingenieurwesen
Lehrstuhl für Strömungsmechanik
Cauerstraße 4
91058 Erlangen

Tel: 09131 - 85 29505

Fax 09131 - 85 29503

E-Mail: rainer.benning@lstm.uni-erlangen.de

Internet: www.lstm.uni-erlangen.de



- 1992 – 1997 Studium der Technologie und Biotechnologie der Lebensmittel an der Technischen Universität München
- 1998 - 2006 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Universität München
- 2003 Promotion
- Seit 2006 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Strömungsmechanik an der Universität Erlangen-Nürnberg
- Arbeitsgebiete
 - Anaerobe Abwasserreinigung
 - Schadens- und Fremdkörpererkennung
 - Kognitive Algorithmen und hybride Anwendungen
 - Automatisierung biotechnologischer Prozesse