

Wissensbasierte Schaumkontrolle bei der Fruchtsaftabfüllung: Visuelle Schaumdetektion und Inhibierung mittels akustischer Aktoren

Tobias Beck, Julian Thünnesen, Bernhard Gattermig, Antonio Delgado

*Lehrstuhl f. Strömungsmechanik, Friedrich-Alexander Universität Erlangen/Nürnberg,
Erlangen*

In der Getränkeindustrie kommt es bisweilen zur ungewünschten Schaumbildung während der Flaschenabfüllung von Säften, die zur Verringerung der Abfüllgeschwindigkeit und Dosiergenauigkeit führen. Darüber hinaus muss ein Überlaufen durch hohe Schaumbildung unbedingt vermieden werden, da dies nicht nur die einzelne Flasche, sondern auch die Abfüllanlage verunreinigen kann. Die Sollwerte der Füllgeschwindigkeit können auf verschiedene Weise realisiert werden, viele davon erfordern jedoch a priori Fachwissen. In einem Projekt zur kontrollierten Schaumentwicklung besteht die Herausforderung darin, einen Teil dieses Expertenwissens zu übernehmen, aber so wenig wie nötig in eine adaptive Regelstrategie umzusetzen, die das Spektrum der Einsatzmöglichkeiten erweitert.

Adaptive Regelung über visuelle Schaumdetektion

Fuzzy-Logik-basierte Steuerungen können flexibler als die klassischen und - je nach Steuerungssystem - schneller und stabiler sein. Eine zusätzliche Kombination der Fuzzy-Logik-Systeme mit einer KI kann den Einsatz von Expertenwissen weiterhin reduzieren. Der Beitrag stellt Ergebnisse vor, dass die Kombination aus online Bildverarbeitung (Füllstands- und Schaumhöhenmessungen in der Flasche) und aus der Fuzzy-Logik (Füllgeschwindigkeit, Ultraschallaktor) problemlos möglich ist. Das System liefert bei unterschiedlichen Getränken und transparenten Flaschen gute Ergebnisse und ist dennoch in der Lage, den Füllstand und die Schaumproduktion zu kontrollieren.

Aktive Schauminhibierung durch Ultraschall

Um die Schaumhöhe zu verringern, erweist sich Ultraschall als eine effektive Methode (Gallego-Juárez et al., 2015). Es wird vermutet, dass der Ultraschall Oberflächenwellen auf den Flüssigkeiten erzeugt, die Drainage im Schaum erhöht und den Schaum dadurch destabilisiert (Sandor und Stein, 1993; Morey et al., 1999). Hinzu kommen noch frequenzabhängige Eigenresonanzeffekte der Schaumblasen, die bereits in einer früheren Arbeit beobachtet wurden, die sich der Optimierung von

Sacklöchern in Mikrometerbereich widmete (Vaidya et al. 2016). Sie wurden aber im Hinblick auf einen forcierten Schaumzerfall bislang noch nicht betrachtet.

Ein weiterer Teil des Projekts ist daher die Betrachtung des Schaumzerfalls unter dem Einfluss von Ultraschall. Die Versuche während der Flaschenabfüllung zeigten, dass zum Beispiel die Schaumbildung durch eine Beschallung vom Flaschenboden verringert wurde. Eine Beschallung mit Luft-Ultraschall im Kopfraum hingegen zerstörte effizient bereits entstandenen Schaum. Neben der Erfassung der verringerten Schaumhöhe und der veränderten Blasengrößenverteilung, nahm eine Hochgeschwindigkeitskamera (Fa. Shimadzu, 1 Mfps) die Lamellenvibrationen während der Beschallung auf. Es wurde ersichtlich, dass frequenzabhängig unterschiedliche Blasengrößen kollabierten und der Tröpfchenauswurf aus den Lamellen verändert wurde. Projektziel war, mit angepasster Leistung Ultraschall während der Fruchtsaftabfüllung zu verwenden, um zum einen die Schaumbildung möglichst energieeffizient zu inhibieren und zum anderen eine Tröpfchenbildung im Kopfraum der Flasche und Kavitationen im Saft zu vermeiden.

Literatur

Gallego-Juárez, J.A., G. Rodríguez, E. Riera, A. Cardoni, 2015: 26 - Ultrasonic defoaming and debubbling in food processing and other applications. In: *Power Ultrasonics*. GALLEGO-JUÁREZ, J.A. UND K.F. GRAFF (Hrsg.), Oxford, Woodhead Publishing, S. 793–814.

Morey, M.D., N.S. Deshpande, M. Barigou, 1999: Foam Destabilization by Mechanical and Ultrasonic Vibrations. *Journal of Colloid and Interface Science* 219 (1), 90–98, DOI:10.1006/jcis.1999.6451.

Sandor, N., H.N. Stein, 1993: Foam Destruction by Ultrasonic Vibrations. *Journal of Colloid and Interface Science* 161 (1), 265–267, DOI:10.1006/jcis.1993.1465.