

Prozessanalyse und -optimierung in der Lebensmitteltechnologie mithilfe numerischer Simulationen

Prof. Dr. Cornelia Rauh

Technische Universität Berlin, Institut für Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelchemie,
FG Lebensmittelbiotechnologie und -prozesstechnik

Lebensmittel weisen ein breites Spektrum an Anforderungen auf. Diese reichen von Aspekten der Ernährungsphysiologie, Lebensmittelsicherheit, Sensorik bis hin zu Aspekten der Nachhaltigkeit. Daher müssen Lebensmittelprodukte und -prozesse maßgeschneidert analysiert, entwickelt und optimiert werden. Dies führt zu einer interdisziplinären Herausforderung. Das Design muss dabei Erkenntnisse u. a. der Ernährungsphysiologie, Medizin, Chemie, Mikrobiologie und Ingenieurwissenschaften einbeziehen und sich hybrider Methoden bedienen. Diese hybriden Methoden kombinieren Experimente, numerische Simulationen und kognitive Algorithmen.

Der vorliegende Beitrag befasst sich mit der Untersuchung thermofluidynamischer Phänomene und Mechanismen in lebensmitteltechnologischen Prozessen. Die Prozesse umfassen dabei mehrere Größenordnungen an Längen- und Zeitskalen. Es werden Beispiele diskutiert, die von (i) der molekularen Ebene, (ii) Mikroorganismen und Partikeln in thermofluidynamischen Feldern bis hin zu (iii) Mikro- und Makroeffekten in (bio)chemischen Reaktoren reichen. Die mathematische Modellierung und Simulation der Phänomene und Mechanismen hängt stark von der Systemkomplexität ab, da diese einen entscheidenden Einfluss auf das verfügbare Wissen über das Systemverhalten hat. Eine besondere Herausforderung in biotischen Systemen ergibt sich aus der Limitierung mit abnehmendem Wissen, dass oft kein geschlossener Satz mathematischer Gleichungen formuliert werden kann. Darüber hinaus kann es mit zunehmender Komplexität zu Einschränkungen bei der Lösbarkeit von mathematischen Modellgleichungen kommen. Beispielhaft werden Simulationen mit (i) molekulardynamischen Methoden, (ii) skalenübergreifenden Methoden, z.B. Lattice Boltzmann-Methode, (iii) makroskopischen Simulationen, z.B. Finite Volumen Methode sowie (iv) hybride Methoden, z.B. kognitive Algorithmen, vorgestellt.

Literatur

Mobarak M, Gatternig B, Delgado A, Bernstein T, McHardy Ch, Rauh C (2022). Foam Drainage Parametric Study Using the Lattice Boltzmann Method Considering the Non-Newtonian Behavior. *Chem. Eng. Technol.*, 45, 1371-1379, <https://doi.org/10.1002/ceat.202200067>.

Panckow R, McHardy Ch, Rudolph A, Muthig M, Kostova J, Wegener M, Rauh C (2021). Characterization of fast-growing foams in bottling processes by endoscopic imaging and convolutional neural networks. *Journal of Food Engineering*, 289, 110151, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110151>.

Schottroff F, Knappert J, Eppmann P, Krottenthaler A, Horneber T, McHardy Ch, Rauh C, Jaeger H (2020). Development of a Continuous Pulsed Electric Field (PEF) Vortex-Flow Chamber for Improved Treatment Homogeneity Based on Hydrodynamic Optimization. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, DOI:10.3389/fbioe.2020.00340.