

AiF-Nr. 13417 N

Thema: Untersuchung von Tropfendispergiervorgängen in Scher- und Dehnströmungsfeldern

Forschungsstelle: ETH Zürich
Institut für Lebensmittelwissenschaft,
Laboratorium für Lebensmittelverfahrenstechnik

Leiter des Projektes: Prof. Dr.-Ing. E. J. Windhab

Betreut durch: AK 5

Laufzeit: 01.08.2003 – 31.07.2005

Zusammenfassung:

Zur Untersuchung der Deformation und des Aufbruchs von Tropfen in komplexen Strömungsfeldern, die man beim Mischen und Extrudieren, d.h. in Rotor-Stator Geometrien und Extrudern vorfindet, haben wir eine gekoppelte Herangehensweise aus numerischer Simulation, Experimenten und theoretischer Modellierung für das Vorhaben implementiert. Ziel der Arbeiten ist es, eine möglichst vollständige Beschreibung einer Extruderströmung vorzustellen und anhand der identifizierten Material- und Prozeßparameter dem Nutzer ein „Kochbuch“ zur Auslegung solcher Strömungen zur Hand zu geben.

Im PERT-Konzept (Periodical Elongation-Relaxation Treatment) findet die obige Arbeitshypothese ihre praktische Umsetzung. Im Rahmen des Projektes wurde eine Mehrzahngeometrie entwickelt, die ein dreidimensionales Modell eines Zweiwellenextruders mit PERT-Geometrien darstellt.

Im Jahre 2003 haben wir die drei angewandten Methoden, Experiment, Simulation und Modellierung etabliert und verfeinert, so daß eine herausragende Übereinstimmung erzielt werden kann. In den Jahren 2004 und 2005 wurden die Werkzeuge auf komplexere Situationen abgestimmt. Versuche mit Mehrzahngeometrien zur Überprüfung des PERT-Konzepts wurden mit ausgewählten Modellsystemen durchgeführt und konnten

die Arbeitshypothese vollumfänglich bestätigen. Durch die wiederholte Deformation und Relaxation ist mit dem PERT-Konzept sichergestellt, daß der Tropfen nach einem oder mehreren Zahndurchgängen durch die aufsummierte Deformation aufbricht. Es konnte, in Übereinstimmung mit der Arbeitshypothese, gezeigt werden, daß nicht eine maximale Deformation in einer durch Dehnung dominierten Zone zu einem guten Ergebnis führt, sondern daß eine moderate Dehnung und eine Ruhezone eine homogene Fibrille erzeugt, die dann auf Grund von Kapillarinstabilitäten auch in homogene große Tröpfchen zerfällt. Des weiteren konnte gezeigt werden, daß der Tropfenaufruch durch die wiederholte Belastung im PERT-Konzept für alle Viskositätsverhältnisse realisierbar ist. Interessanterweise auch für $\lambda > 3$ (Viskositätsverhältnis Tropfenphase zu kontinuierlicher Phase), bei dem man keinen Aufbruch in stetiger Scherströmung erwartet. Auch hier hat sich somit das vorgeschlagene Zahndesign des Rotor-Statoren, welches eine gekoppelt Scher-Dehnbelastung aufbringt, bewährt. Die Ergebnisse zeigen, daß zusammenfassend „Das Ziel des Vorhabens erreicht wurde“.