

## Charakterisierung industrieller Emulsionen der Lebensmitteltechnik mit Hilfe der Ultraschallspektroskopie

<b>Koordinierung:</b>	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
<b>Forschungsstelle:</b>	Technische Universität Dresden Institut für Verfahrenstechnik und Umwelttechnik Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik Prof. Dr. S. Ripperger
<b>Industriegruppe:</b>	Milchindustrie-Verband e.V., Bonn
	Projektkoordinator: Dr. H. Kaindl Edelweiß-Käsewerke, Kempten
<b>Laufzeit:</b>	1999 - 2002
<b>Zuwendungssumme:</b>	€ 162.490,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

### Ausgangssituation:

Die Ultraschallspektroskopie eignet sich grundsätzlich als Messmethode zur Online-Charakterisierung des Dispersitätszustandes von Emulsionen. Allerdings basiert die quantitative Erfassung des Dispersitätszustandes in Form von Partikelgrößenverteilungen auf Berechnungsmodellen, die bislang nur für niedrige Partikelkonzentrationen angewandt werden können. Außerdem bleiben in diesen Modellen mögliche Einflüsse der Emulgierhilfsstoffe auf das Schalldämpfungsverhalten unberücksichtigt. Einer breiten industriellen Nutzung zur Partikelgrößenanalyse steht darüber hinaus entgegen, dass für die entsprechende Auswertung von Schalldämpfungsspektren eine Reihe bestimmter Stoffeigenschaften bekannt sein muss.

Ziel des Forschungsvorhabens war es daher, die Materialeigenschaften typischer Emulsionsphasen zu bestimmen, den Einfluss der Emulgierhilfsstoffe zu untersuchen und die Berechnungsmodelle im Sinne eines größeren Gültigkeitsbereiches weiterzuentwickeln. Die Ergebnisse sollten auf die Charakterisierung industrieller Lebensmittelemlusionen und zur Überwachung praxisrelevanter Prozessschritte angewandt werden.

### Forschungsergebnis:

Für Butterreinfett, ausgewählte Pflanzenöle und wässrige Lösungen von Emulgierhilfsstoffen wurden die zur Auswertung von Schall-dämpfungsspektren relevanten Stoffeigenschaften (Schallgeschwindigkeit, Schallabsorptionsverhalten, Dichte, Expansionskoeffizient, Viskosität, Wärmeleitfähigkeit, Wärmekapazität) temperaturabhängig bzw. auch konzentrationsabhängig bestimmt und in einer Datenbank zusammengestellt. Gleichwohl nur ein Bruchteil der in der Praxis anzutreffenden Emulsionsphasen beschrieben wurde, erleichtern die gewonnenen Erfahrungen bei der experimentellen Stoffdatenermittlung als auch die gefundenen prinzipiellen Abhängigkeiten der einzelnen Stoffdaten von Temperatur und Konzentration die entsprechende Charakterisierung weiterer Emulsionsphasen.

In einem weiteren Schritt wurde ein Modell entwickelt, mit dem der Einfluss von auf der Phasengrenzfläche befindlichen Emulgatoren auf das Schalldämpfungsverhalten abgeschätzt werden kann. Für niedermolekulare Emulgatoren konnte auf diese Weise gezeigt werden, dass über einen großen Tropfengrößenbereich (> 300 nm) dieser Einfluss vernachlässigt werden kann.

Darüber hinaus wurde zur Berechnung des Schalldämpfungsverhaltens konzentrierter Emulsionen ein neues Berechnungsmodell aufgestellt, dessen Gültigkeit bis zu 50 Vol.% Ölkonzentration reicht. Dieses Modell wurde in einer Auswertesoftware implementiert, die die Inversion von Schalldämpfungsspektren in Partikelgrößenverteilungen ermöglicht.

Die Anwendung der erzielten Ergebnisse auf die Charakterisierung von Milchprodukten zeigt, dass die Güte der berechneten Partikelgrößenverteilungen in hohem Maße von der Kenntnis des Materialverhaltens abhängt. So sind Milchprodukte im Bereich der Phasenumwandlung des MilCHFettes (15 °C ... 35 °C) einer schallspektroskopischen Charakterisierung nur schwer zugänglich. Es konnte jedoch auch gezeigt werden, dass sich unabhängig von den Schwierigkeiten, die Verteilung der Tropfengröße genau zu bestimmen, Änderungen des Dispersitätszustandes komplex-disperser Emulsionen in Änderungen des Schalldämpfungsverhaltens abbilden.

#### Wirtschaftliche Bedeutung:

In Folge der komplexen Zusammensetzung industrieller Lebensmittelemlusionen und der im Regelfall fehlenden Kenntnis der akustisch relevanten Stoffeigenschaften, erscheint eine akkurate Bestimmung der Tropfengrößenverteilung derzeit nur für ausgewählte Applikationen möglich. Andererseits ist die Sensitivität der Messmethode gegenüber signifikanten Änderungen des Dispersitätszustandes unbestritten. Bei vorhergehendem Abgleich der Solldispersität mit dem akustischen Dämpfungsverhalten scheint deshalb ein Einsatz zum Online-Monitoring von Emulgierprozessen sinnvoll. Damit stünde ein wirksames Mittel zur Qualitätssicherung zur Verfügung. Außerdem ließen sich Vorgänge der Prozess- und Produktoptimierung wesentlich vereinfachen. Ausfallzeiten und Ausschussproduktionen wären durch geschlossene Regelkreise minimierbar. Der Energieeinsatz zum Homogenisieren könnte optimiert werden.

#### Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2002.
2. Babick, F., Hinze F. und Ripperger S.: Dependence of ultrasonic attenuation on the material properties. *Colloids & Surfaces A* 172. 33-46 (2000).

3. Babick, F. und Ripperger, S.: Schallspektroskopische Bestimmung von Partikelgrößenverteilungen submikroner Emulsionen. *Filtrieren & Separieren* 16 (6), 311-313 (2002).
4. Babick, F. und Ripperger, S.: Information content of Acoustic Attenuation Spectra. *Part. Syst. Charact.* 19, 176-185 (2002).
5. Babick, F. und Ripperger, S.: Schallspektroskopische Charakterisierung von Suspensionen und Emulsionen mit submikronen Partikeln. *Wiss. Z. TU Dresden* 52 (4), 97-101 (2003).
6. Babick, F. und Ripperger, S.: Schallspektroskopische Charakterisierung konzentrierter Emulsionen. *Chem. Ing. Tech.* 76 (1-2), 30-40 (2004).

#### Weiteres Informationsmaterial:

Technische Universität Dresden  
Institut für Verfahrenstechnik und  
Umwelttechnik  
Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik  
Mommstr. 13, 01062 Dresden  
Tel.: 0351/463-5182, Fax: 0351/463-7058  
E-Mail: [mechanvt@rcs.urz.tu-dresden.de](mailto:mechanvt@rcs.urz.tu-dresden.de)

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)  
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn  
Tel.: 0228/372031, Fax: 0228/376150  
E-Mail: [fei@fei-bonn.de](mailto:fei@fei-bonn.de)