

Herstellen feindisperser Emulsionen mit langsam adsorbierenden Emulgatoren

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Universität Karlsruhe (TH) Institut für Lebensmittelverfahrenstechnik Prof. Dr. H. Schubert
Industriegruppe:	VDMA Fachverband Nahrungsmittel- und Verpackungsmaschinen, Frankfurt
	Projektkoordinatoren: S. Jahnke, APV Homogeniser GmbH, Lübeck Dr. H. U. Trück, Carl Kühne GmbH, Hamburg
Laufzeit:	1998 - 2000
Zuwendungssumme:	€ 195.490,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Beim Emulgieren sollen üblicherweise möglichst kleine Tropfen hergestellt werden. Je höher die Energiedichte beim kontinuierlichen Emulgieren ist, desto kleinere Tropfen werden bei der Zerkleinerung erzielt. Dabei werden neue Phasengrenzflächen gebildet, die zunächst nicht gegen Koaleszenz stabilisiert sind. Stabilisieren Emulgatormoleküle neu gebildete Phasengrenzflächen schnell, so werden die Tropfen entsprechend schneller gegen Koaleszenz geschützt als bei langsamem Stabilisieren. Lebensmittelemulgatoren sind häufig Proteine, die neue Phasengrenzflächen meist langsam stabilisieren. Werden Emulsionen mit diesen langsam stabilisierenden Emulgatoren hergestellt, kann das Zerkleinerungsergebnis teilweise durch Koaleszenz rückgängig gemacht werden. Die Tropfen sind dann größer als mit schnell stabilisierenden Emulgatoren.

Forschungsergebnis:

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden drei praxisrelevante Möglichkeiten untersucht, wie mit langsam stabilisierenden Emulgatoren ähnlich kleine Tropfen wie mit schnell stabilisierenden Emulgatoren hergestellt werden können. Alle drei Methoden, nämlich der Einsatz von Emulgatormischungen, von Stabilisatoren oder

einer Stabilisierungszone, erwiesen sich als erfolgreich. Die Ziele des Forschungsvorhabens wurden erreicht, es müssen allerdings jeweils systemspezifische Besonderheiten beachtet werden.

Durch den Einsatz von Mischungen schnell und langsam stabilisierender Emulgatoren kann die Kurzzeitstabilität verbessert werden. Allerdings können aufgrund der konkurrierenden Adsorption die kurzkettingen Moleküle des schnell stabilisierenden Emulgators die Proteine aus der Grenzfläche verdrängen. Dadurch sind die Tropfen nicht mehr in das strukturegebende Proteinnetzwerk eingebunden, und die Viskosität der Emulsion nimmt stark ab.

Das Erhöhen der Viskosität der kontinuierlichen Phase in proteinhaltigen Emulsionen durch Zusatz verschiedener Stabilisatoren bewirkt ebenfalls nicht nur stabilisierende, sondern auch instabilisierende Effekte: Je nach molekularer Struktur des Stabilisators kann die Anlagerung der Proteine an der Grenzfläche behindert werden oder eine isotrope/anisotrope Phaseninversion auftreten.

Durch das Verwenden einer Stabilisierungszone im Anschluss an die Dispergierzone einer Zahnkranzdispergiermaschine kann bei niedrigen Energiedichten die Tropfengröße verringert werden, da weniger Tropfen unmittelbar nach der

Zerkleinerung koaleszieren. Bei hohen Energiedichten wird die Funktion der Stabilisierungszone allerdings vermutlich schon vom Auslaufrohr des Apparates erfüllt, so dass sich dort keine messbare Auswirkung einer zusätzlichen Stabilisierungszone zeigt. Dies bedeutet, dass bereits ein geringer Energiedichteintrag genügt, um die Tropfen hydrodynamisch zu stabilisieren.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde also auf der Basis berechneter Koaleszenzzeiten ein Konzept entwickelt, das die Ergebnisse zum Einsatz von Emulgatormischungen, zum Erhöhen der Viskosität der kontinuierlichen Phase und der Verwendung einer Stabilisierungszone erklärt. Durch diese Maßnahmen wird die Koaleszenzfrequenz gesenkt. Die Koaleszenzfrequenz hängt von der Koaleszenzwahrscheinlichkeit der Tropfen ab. Die Koaleszenzwahrscheinlichkeit wird aufgrund zunehmender Abstoßungskräfte zwischen den Tropfen (Emulgatormischung), zunehmender Koaleszenzzeit (erhöhte Viskosität der kontinuierlichen Phase durch Zugabe eines Stabilisators) oder durch eine hydrodynamische Stabilisierung der Tropfen (Stabilisierungszone) verringert. Außer den im Forschungsantrag für das vorliegende Projekt geplanten Experimenten wurden Versuche mit speziell modifizierten Stärken als Emulgierhilfsstoffe durchgeführt. Es handelt sich hierbei um sog. emulgierende Stärken, die grenzflächenaktive Eigenschaften besitzen. Die Experimente mit den modifizierten speziellen Stärken im Rahmen dieses Forschungsvorhabens zeigen, dass mit Stärken Öltröpfen nach der Zerkleinerung durch sterische Effekte stabilisiert werden. Mit proteinhaltigen Emulgatoren, die aufgrund elektrostatischer Abstoßung zur Tropfenstabilisierung beitragen, ergeben sich häufig Probleme im Bereich des isoelektrischen Punktes, der sich bei Lebensmitteln vielfach im schwachsauren Bereich bei pH-Werten zwischen 4 und 5 einstellt. Für solche Stoffsysteme bietet sich die Zugabe einer geringen Menge Stärke an. Weil die Stärken durch sterische und nicht durch elektrostatische Effekte stabilisierend in Emulsionen wirken, ist das Emulgierergebnis also unabhängig vom pH-Wert und von der Wertigkeit der Ionen. Diese Ergebnisse des Forschungsvorhabens sind für die Praxis der Herstellung von Lebensmittilemulsionen von besonderer Bedeutung, da modifizierte Stärken im Gegensatz zu Molkenproteinen (Lacprodan-60) unabhängig vom pH-Wert feindisperse, stabile Emulsionen liefern, also auch bei den im Feinkostbereich gebräuchlichen tiefen pH-Werten problemlos eingesetzt werden können.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Viele verzehrfertige Lebensmittel sowie Zwischenprodukte bei der Verarbeitung sind Emulsionen, z.B. Milch, Mayonnaise und Dressings. Im Lebensmittelbereich bestimmt im Wesentlichen die Tropfengröße und Tropfengrößenverteilung sowohl den sensorischen und ernährungsphysiologischen Wert (Geschmack, Textur, Aussehen, Bioverfügbarkeit) als auch die Lagerstabilität und damit letztlich den Verkaufswert. Die Untersuchungen im Rahmen dieses Forschungsvorhabens ermöglichen es, die o.g. geforderten Produktqualitäten gezielt, reproduzierbar und energetisch günstig einzustellen. Dies ist vor allem dann von großer Bedeutung, wenn - wie im Ernährungsgewerbe - überwiegend langsam stabilisierende Emulgatoren eingesetzt werden. Des Weiteren können Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus, die Emulgierapparate für die Lebensmittelindustrie herstellen, insbesondere die Ergebnisse zur Stabilisierungszone direkt umsetzen.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2000.
2. Brösel, S. und Schubert, H.: Verbessern der Kurzzeitstabilität von proteinhaltigen Emulsionen beim Hochdruckhomogenisieren durch Verwenden von Emulgatormischungen bei $\text{pH} \leq 7$. LVT 44, 193-195 (1999).
3. Brösel, S. und Schubert, H.: Influence of Increasing the Viscosity of the Aqueous Phase on the Short-Term Stability of Protein-Stabilized Emulsions. Food Colloids 2000, Fundamentals of Formulation, Potsdam (2000).
4. Tesch, S., Gerhards, C. und Schubert, H.: Herstellen von Emulsionen mit emulgierenden Stärken. LVT 46, (6/7/8), 37-42 (2001).
5. Schubert, H. und Ax, K.: Verbesserung der gesundheitlichen Qualität von Lebensmitteln durch Erhöhung und Modifikation des Carotinoidgehaltes – von der Gemeinschaftsforschung zum Leitprojekt. Tagungsband 59. Diskussionstagung des Forschungskreises der Ernährungsindustrie, 106-141 (2001).

Weiteres Informationsmaterial:

Universität Karlsruhe (TH)
Institut für Lebensmittelverfahrenstechnik
Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe
Tel.: 0721/608-2497, Fax: 0721/69 43 20
E-Mail: Helmar.Schubert@lvt.uni-karlsruhe.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