

Anwendungsspezifische Charakterisierung und Optimierung der Rehydratation von sprühgetrockneten Milchprodukten basierend auf physikalisch-mechanistischer Modellbildung



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie FG Lebensmittelverfahrenstechnik und Pulvertechnologie, Prof. Dr. Reinhard Kohlus/Heike Teichmann Hochschule Anhalt FB 7 - Angewandte Biowissenschaften und Prozesstechnik AG Lebensmittelverfahrenstechnik/Milchtechnologie, Köthen Prof. Dr. Thomas Kleinschmidt/Frank Schulnies
Industriegruppe(n):	Milchindustrie-Verband e.V. (MIV), Berlin
Projektkoordinator:	Dr. Jewe Schröder Danone Nutricia Research B.V., Utrecht
Laufzeit:	2017 – 2020
Zuwendungssumme:	€ 485.790,--

Ausgangssituation

Die deutsche Milchindustrie produziert jährlich etwa 1 Million Tonnen milchbasierte Pulver, von denen ein Großteil auf Magermilchpulver entfällt. Das Einsatzspektrum für Milchpulver umfasst Anwendungen in Süß- und Backwaren, Säuglingsnahrung, Instant-Getränken, Dessert- und Suppenpulvern und diätetischen Spezialprodukten. Da die Weiterverarbeitung häufig ein Auflösen in wässrigen Formulierungen einschließt, ist eine möglichst schnelle und vollständige Rehydratation der Pulver erforderlich. Die produktspezifische Rehydrationskinetik ist von hoher Bedeutung für die Festlegung notwendiger Prozesszeiten, für die Sicherstellung der Funktionalität von Endprodukten und für die Vermeidung von ungelöstem Material bei Instantprodukten.

Die Ursachen einer schwankenden oder schlechten Löslichkeit sind komplex: Das Zusammenwirken der Einflussfaktoren und deren Kontrolle sind bislang nicht ausreichend geklärt. Zudem gibt es keine kostengünstige sowie leicht anwendbare Messmethode zur Charakterisierung der Löslichkeit.

Ziel des Forschungsvorhabens war es daher, die Lösekinetik von (milchbasierten) Pulvern mit Hilfe verschiedener Methoden zu charakterisieren, um darauf basierend eine neue Messtechnik zur Erfassung der Lösekinetik zu entwickeln. Zur Interpretation der Messdaten wurde der Aufbau einer praktikablen, aber physikalisch basierten Beschreibung des AuflöSENS sprühgetrockneter Pulver angestrebt.

Forschungsergebnis

Bei Löseversuchen in verdünnten Systemen (1-10 % TS) zeigte sich, dass die Rehydratation von Magermilchpulver in zwei Phasen unterteilt werden kann. Die erste Phase stellt die Desintegration der Partikel durch Auflösung der schnell löslichen Bestandteile (Lactose, Salze und natives Molkenprotein) sowie die Freisetzung der Caseinmizellen dar und ist vergleichsweise schnell beendet.

Mit Hilfe von Leitfähigkeits-, Trübungs- und Focused-Beam-Reflectance-Measurement-Messungen (FBRM) wurden basierend auf einer mathematischen Modellanpassung für diese Phase Lösezeiten zwischen 4 und 300 s ermittelt. Es konnte zudem gezeigt werden, dass diese primäre Lösezeit hauptsächlich durch die Partikelstruktur beeinflusst wird. Die Lösezeit industrieller Magermilchpulver sinkt mit zunehmender Partikelporosität. Dieser Zusammenhang konnte durch Simulationen des Löseprozesses basierend auf röntgentomographischen Aufnahmen bestätigt werden. Der unlösliche Anteil sowie der Whey-Protein-Nitrogen-Index (WPNI) zeigten keinen Einfluss auf die Lösegeschwindigkeit in der ersten Phase.

Die zweite Phase des Lösevorganges umfasst die Rehydratation der desintegrierten Anteile, u. a. die Freisetzung von kolloidalem Calciumphosphat, was zu einer Abnahme der Trübung der Messlösungen führt. Für einige Magermilchpulver findet zudem eine Änderung der Caseinmizellengröße statt. Der Großteil der Trübungsabnahme vollzieht sich innerhalb von 10 - 30 min. Diese Zeit wird benötigt, um den reversiblen Anteil der dehydratationsbedingten Veränderungen rückgängig zu machen.

Mit Hilfe von Pilot-Plant-Mustern konnte gezeigt werden, dass die anfängliche Trübung und die Trübungsabnahme mit zunehmendem Eindampfungsgrad vor der Trocknung steigen. Es wird mehr Calcium in die Mizellen eingelagert. Der Effekt der Eindampfung wird mit zunehmender Vorerhitzung verstärkt. Zudem bewirken höhere Trocknungstemperaturen eine Zunahme der Trübung bzw. Trübungsabnahme. Die Trübungsmessung kann entsprechend helfen, die Prozessbelastung der Magermilchpulver, insbesondere in Hinblick auf strukturelle Veränderungen der Mizellen (Größe, Dichte), abzuschätzen, ohne den WPNI zu ersetzen.

Das Löseverhalten von Magermilchpulver in konzentrierten Systemen wurde über Viskositäts- und FBRM-Messungen bestimmt.

Die Anwendbarkeit der für Magermilchpulver entwickelten Messmethoden wurde für weitere Pulversysteme, wie proteinbasierte Pulver und Säuglingsanfangsnahrung, bestätigt.

Anhand der Ergebnisse wurde ein Messsystem zur Charakterisierung des Löseverhaltens von Magermilchpulvern konfiguriert. Unter Berücksichtigung der Kosten ist eine Kombination aus Leitfähigkeits- und Trübungsmessung optimal, wodurch beide Phasen der Magermilchpulver-Rehydratation detailliert analysiert werden können. Für schwer lösliche und proteinreiche Pulversysteme ist es sinnvoll, das Messsystem um eine Dichtemessung zu erweitern, um auf den gelösten (Protein-)Anteil schließen zu können. Für hochkonzentrierte Systeme ist eine rheologische Charakterisierung zu empfehlen.

Wirtschaftliche Bedeutung

Die deutsche Milchwirtschaft zählte 2019 155 milchverarbeitende Betriebe, die einen Umsatz von insgesamt 27 Mrd. € erwirtschafteten.

Die Produktion von Magermilchpulvern belief sich auf 400.000 t. Aufgrund des großen Einsatzspektrums von Milchpulvern in der Lebensmittelindustrie ist der Milchpulvermarkt von großer wirtschaftlicher Bedeutung für die gesamte deutsche Milchindustrie, auch wegen des prognostizierten Wachstums des Weltmarktes.

Durch die Projektergebnisse steht der Industrie nunmehr eine verbesserte Grundlage zur Analyse des Löseverhaltens von milchbasierten Pulvern zur Verfügung. In Verbindung mit der vorgeschlagenen Messmethode kann hierdurch eine signifikante Verbesserung der Qualitätskontrollen erfolgen, die eine Einordnung der erreichten Qualitäten in Relation zu Standardqualitäten ermöglicht. Die erarbeiteten Prozesseinflüsse können zudem zur

Einstellung und Optimierung der Löslichkeit genutzt werden. Darüber hinaus erlaubt die Spezifikation der Löslichkeitskinetik die zielgerichtete Herstellung von Spezialprodukten.

Publikationen (Auswahl)

1. FEI-Schlussbericht 2020.
2. Schulnies, F., Teichmann, H., Kohlus, R., Kleinschmidt, S. & Kleinschmidt, T.: Photometric extinction measurements to study dissolution kinetic of skim milk powder. *Int. Dairy J.* 130, 105210, DOI: doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105210 (2022).

Weiteres Informationsmaterial

Universität Hohenheim
Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie
FG Lebensmittel-verfahrenstechnik und Pulvertechnologie
Garbenstraße 25, 70599 Stuttgart
Tel.: +49 711 459-23258
Fax: +49 711 459-23298
E-Mail: r.kohlus@uni-hohenheim.de

Hochschule Anhalt
FB 7 - Angewandte Biowissenschaften und Prozesstechnik
AG Lebensmittelverfahrenstechnik/ Milchtechnologie
Bernburger Straße 55, 06366 Köthen
Tel.: +49 3496 67-2539
Fax: +49 3496 67-2574
E-Mail: thomas.kleinschmidt@hs-anhalt.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

Förderhinweis

... ein Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)

Gefördert durch:



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.