

Mikro- und makrostrukturelle Matrixeigenschaften als Modulatoren der „Fett“-Wahrnehmung in Milchprodukten

(Teilprojekt 1 im DFG/AiF-Cluster 3)

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Universität Hohenheim Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie, FG Lebensmittel tierischer Herkunft Prof. Dr. Dr. Jörg Hinrichs
Industriegruppen:	Milchindustrie-Verband e.V., Berlin Bundesverband der Hersteller von Lebensmitteln für eine besondere Ernährung e.V. - Diätverband, Bonn
	Projektkoordinator: Dr. Gerhard Krammer Symrise AG, Holzminden
Laufzeit:	2009 – 2012
Zuwendungssumme:	€ 376.150,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Sozioökonomische Veränderungen der letzten Jahrzehnte, einhergehend mit einer guten Versorgungslage an Lebensmitteln, haben in der westlichen Welt die Ernährung nachhaltig beeinflusst. Der übermäßige Verzehr von Lebensmitteln mit hoher Energiedichte ist dabei - neben einer zu geringen körperlichen Aktivität - eine der Hauptursachen für Übergewicht und ernährungsbedingte Erkrankungen bei Erwachsenen und vermehrt auch bei Schulkindern. Aufklärungskampagnen haben die Konsumenten für die Problematik sensibilisiert, so dass der Bedarf nach Lebensmitteln mit geringerem Fettgehalt bzw. reduzierter Energiedichte stetig steigt. Für einen Markterfolg müssen solche Lebensmittel aber gut schmecken und auch das nötige Sättigungsgefühl hervorrufen, um nachhaltig die Energiezufuhr zu drosseln.

In flüssigen bis pastösen Milchprodukten wird der Fetteindruck allgemein mit der „Cremigkeit“ („Creaminess“) assoziiert und ist ein intrinsisches, positives hedonisches Merkmal. Somit stellt „Cremigkeit“ für fettreduzierte Milchprodukte ein *sine-qua-non*-Kriterium dar. Als Metadeskriptor umfasst „Cremigkeit“ zahlreiche

Produkteigenschaften und korreliert sensorisch mit zwei deskriptorischen Attributen: Creaminess = Thickness^{0.54} x Smoothness^{0.84}.

„Thickness“ repräsentiert die Produktkategorie und „Smoothness“ die strukturellen Eigenschaften der Matrix. Hieraus folgt wiederum, dass die sensorische Wahrnehmung nicht unabhängig von der Produktkategorie betrachtet werden kann. So wird bei dünnflüssigen Produkten, wie Low-Fat-Milchdrinks, eine Viskositätszunahme die „Creaminess“ positiv beeinflussen, wohingegen sich bei einem pastösen Produkt eine glatte Struktur ohne sensorisch wahrnehmbare Partikel positiv auswirken würde. Damit ist „Cremigkeit“ eine zentrale technologische Zielgröße für die Gestaltung der mikro- und makrostrukturellen Eigenschaften.

Allerdings hat die Wahrnehmung von „Cremigkeit“ viele Facetten: 1. die physiko-chemische Basis, 2. die sensorische Wahrnehmung und 3. die Mensch-Lebensmittel-Interaktion beim Konsum. Deshalb lässt sich die Thematik nur mittels eines multidisziplinären Ansatzes bearbeiten. Der Schwerpunkt dieses Forschungsvorhabens (Teilprojekt 1 im [DFG/AiF-Cluster „Fettwahrnehmung und Sättigungsregulation: Ansatz zur Entwick-](#)

[lung fettreduzierter Lebensmittel](#)) lag bei Punkt 1.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, (i) die Mikro- und Makrostruktur von pastösen fermentierten Milchprodukten durch Variation der Zusammensetzung und der technologischen Behandlung definiert einzustellen, (ii) deren textuelle sensorische Merkmale über quantitative physikalische Messgrößen abzubilden und (iii) mit diesen Erkenntnissen fettreduzierte Modellsysteme mit einer „cremigen“ Matrix zu generieren, die u.a. als Testsystem für Sättigungsexperimente dienen können.

Forschungsergebnis:

Durch kompositorische (z. B. 0,1 - 12 % Fett; 3,5 – 6 % Protein) und technologische Variationen (z. B. mechanische Nachbehandlung) wurden im Rahmen des Vorhabens Milchproduktmatrices mit unterschiedlichen mikro- und makrostrukturellen Eigenschaften aufgebaut, sensorisch bewertet ([Teilprojekt 9, AK Busch-Stockfisch](#)) und mittels verschiedener physikalischen Methoden charakterisiert. Hierbei zeigte sich, dass der in der Literatur verfolgte Ansatz, die komplexen Vorgänge beim Verzehr eines halbfesten Milchprodukts mittels rheologischer Daten und Partikelgrößenanalyse nachzubilden, ergänzt werden sollte. Nicht ausreichend berücksichtigt wurde bisher das Reibungs- oder Gleitverhalten (Tribologie) zwischen Gaumen und Zunge. Um dies messtechnisch nachzubilden, wurden verschiedene Materialien und Oberflächenstrukturen getestet. Eine multivariate Datenanalyse bestätigte, dass Kenntnisse zum tribologischen Verhalten eines Joghurtsystems ergänzend zu rheologischen und partikelgrößenrelevanten Untersuchungen die Vorhersage von „Cremigkeit“ verbessert ($R^2 = 0,97$).

Ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen wurden fettreduzierte Joghurtsysteme in ihren strukturellen Eigenschaften in Richtung „Cremigkeit“ modifiziert. So wurden beispielsweise Komplexe bestehend aus Molkenprotein und Pektin generiert, die analog Fettkugeln als Strukturelemente in der Matrix wirken sollten. Dies führte in einer fettarmen Joghurtmatrix zu einer verbesserten „Cremigkeit“ und Strukturstabilität. Mit diesen Vorstudien wurde das Potenzial kolloidaler Mischpartikel zur mikro- und makrostrukturellen Gestaltung „cremiger“ fettreduzierter Milchprodukte aufgezeigt. In einem weiteren Ansatz wurden zwei textuell vergleich-

bar „cremige“ Joghurtsysteme mit einerseits 8 % Fett, andererseits ohne Fett als Testsysteme für Sättigungsexperimente entwickelt und anschließend für Studien in Teilprojekt 4 und [Teilprojekt 3](#) bereitgestellt (AK Fritsche, AK Somoza).

Wirtschaftliche Bedeutung:

Der Pro-Kopf-Verbrauch von Joghurtprodukten ist in Deutschland seit 2002 von 15,3 auf 18 kg/Jahr im Jahr 2010 gestiegen, was z.T. durch neue Produkte in diesem Segment zu erklären ist. Die aufgeführten Verbrauchsmengen belegen die wirtschaftliche Relevanz des Vorhabens am Beispiel der Joghurthersteller. Neben fetten und hochfetten Joghurts liegen v. a. fettreduzierte Produkte im Trend.

Die dargestellten Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen strukturellen und sensorischen Eigenschaften in Abhängigkeit von Rezeptur und Prozessführung können von den Unternehmen in der Milchindustrie genutzt werden, um neue, fettreduzierte, pastöse Milchprodukte zu entwickeln. Weiterhin wurde im Rahmen des Forschungsprojektes eine neue Methodik zum Erfassen des Reibungsverhaltens von Joghurtprodukten etabliert. Ergänzend zu rheologischen und partikelgrößenrelevanten Messungen ermöglicht diese Methode, die komplexen Vorgänge im Mund während des Verzehrs eines Lebensmittels optimal nachzubilden. Mit diesen Erkenntnissen war es möglich, eine Regressionsgleichung für den Metadeskriptor „Cremigkeit“ aufzustellen, aus der Steuergrößen für cremige Joghurtprodukte abgeleitet werden können. Diese Methode kann von Unternehmen auch eingesetzt werden, um Informationen zur textuellen Wahrnehmung zu erhalten, die die Entwicklung fettreduzierter Milchprodukte unterstützt.

Durch das Forschungsprojekt wurden Grundlagen für die Produktentwicklung im Bereich fettreduzierter Lebensmittel geschaffen und zudem Hinweise zur Optimierung bereits bestehender Produkte geliefert, die insbesondere von kleinen und mittelständischen Unternehmen genutzt werden können, um ihre Produktpalette auf den Bereich der Low-Fat-Produkte auszuweiten und neue Märkte für sich zu erschließen.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2012.
2. [Fettwahrnehmung und Sättigungsregulation: Ansatz zur Entwicklung fettreduzierter Lebensmittel – Zentrale Ergebnisse des gleichnamigen DFG/AiF-Clusterprojektes. \(Hrsg. FEI\). ISBN 978-3-925032-51-6 \(2012\).](#)
3. Sonne, A. und Hinrichs, J.: "Cremige" fermentierte Milchprodukte. *DMW Milchwirt.* 5, 317-321 (2014).
4. Sonne, A. und Hinrichs, J.: Eine sensorische Herausforderung: „Cremige“ Joghurtprodukte. *DMZ Dt. Molk. Z.* 135, 317–321 (2014).
5. Sonne, A. und Hinrichs, J.: A sensory challenge: „Creamy“ semi-solid dairy products. *DMZ Germ. Dair. Mag., Spec. Edit.* 135, 29-31 (2014).
6. Sonne, A., Busch-Stockfisch, M., Weiss, J. und Hinrichs, J.: Improved mapping of in-mouth creaminess of semi-solid dairy products by combining rheology, particle size and tribology data. *LWT Food Sci. Technol.* 342-347 (2014).
7. Krzeminski, A., Prell, K. A., Weiss, J. und Hinrichs, J.: Environmental response of pectinstabilized whey protein aggregates. *Food Hydrocoll.* 332-340 (2014).
8. Krzeminski, A., Prell, K. A., Busch-Stockfisch, M., Weiss, J. und Hinrichs, J.: Whey protein-pectin complexes as new texturing elements in fat-reduced yoghurt systems. *Intern. Dair. J.* 118-128 (2014).
9. Krzeminski, A., Hahn, C. und Hinrichs, J.: Materialeigenschaften als Modulatoren der Cremigkeit von fermentierten Milchprodukten. *DMW Milchwirt.* 4, 297-301 (2013).
10. Krzeminski, A., Tomaschunas, M., Köhn, E., Busch-Stockfisch, M., Weiss, J. und Hinrichs, J.: Relating creamy perception of whey protein enriched yogurt systems to instrumental data by means of multivariate data analysis. *J. Food Sci.* 78, 314-319 (2013).
11. Krzeminski, A., Wohlhüter, S., Weiss, J. und Hinrichs, J.: Tribologie und textuelle Wahrnehmung halbfester Milchprodukte. *DMZ Dt. Molk. Z.* 133, 30-32 (2012).
12. Hahn, C., Krzeminski, A., Wille, S., Weiss, J. und Hinrichs, J.: Simultaneous particle size and shape analysis in fermented milk products as influenced by composition and processing. *Milchwiss./Milk Sci. Intern.* 67 (1), 6-9 (2012).
13. Krzeminski, A., Wohlhüter, S., Heyer, P., Utz, J. und Hinrichs, J.: Measurement of lubricating properties in a tribosystem with different surface roughness. *Intern. Dair. J.* 26 (1), 23-30 (2012).
14. Tomaschunas, M., Hinrichs, J., Köhn, E. und Busch-Stockfisch, M.: Effects of casein-to-whey protein ratio, fat and protein content on sensory properties of stirred yoghurt. *Intern. Dair. J.* 26 (1), 31-35 (2012).
15. Frank, S., Linder, K., Kullmann, S., Heni, M., Ketterer, C., Çavuşoğlu, M., Krzeminski, A., Fritsche, A., Häring, H.U., Preissl, H., Hinrichs, J. und Veit, R.: Fat intake modulates cerebral blood flow in homeostatic and gustatory brain areas in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 95 (6), 1342-1349 (2012).
16. Krzeminski, A., Tomaschunas, M., Busch-Stockfisch, M., Weiss, J. und Hinrichs, J.: Improved modeling of texture perception of semisolid milk products by friction tests. *Abstr. Book, 6th Intern. Symp. Food Rheol. Struct. (ISFRS) 2012* (eds.: P. Fischer, E. J. Windhab), ETH Zürich, 38 (2012).
17. Krzeminski, A., Wohlhüter, S., Weiss, J. und Hinrichs, J.: Tribologie und textuelle Wahrnehmung halbfester Milchprodukte. *DMZ Dt. Molk. Z.* 19, 30-32 (2012).
18. Krzeminski, A., Wohlhüter, S., Weiss, J. und Hinrichs, J.: The role of friction in texture perception of semisolid milk products. *German Dair. Mag. (DMZ) 19, Special Edition*, 18-20 (2012).
19. Krzeminski, A., Großhable, K. und Hinrichs, J.: Structural properties of stirred yoghurt as influenced by whey proteins. *LWT - Food Sci. Technol.* 44 (10), 2134-2140 (2011).
20. Krzeminski, A., Großhable, K., Tomaschunas, M., Busch-Stockfisch, M. und Hinrichs, J.: Structural properties and sensory perception of stirred yoghurt systems. *EDM – Eur. Dair. Mag.* 23 (4), 12-17 (2011).
21. Krzeminski, A., Tomaschunas, M., Köhn, E., Busch-Stockfisch, M. und Hinrichs, J.: Relating creamy perception of whey protein enriched yogurt systems to instrumental data by means of multivariate data analysis. *J. Food Sci.* Doi: 10.1111/1750-3841-12013 (2013).

Weiteres Informationsmaterial:

Universität Hohenheim
Institut für Lebensmittelwissenschaft
und Biotechnologie
FG Lebensmittel tierischer Herkunft
Garbenstraße 21, 70599 Stuttgart
Tel.: +49 711 459-3792
Fax: +49 711 459-3617
E-Mail: jh-lth@uni-hohenheim.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

gefördert durch/via:



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 142-148, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.