

Einstellen thermophysikalischer Eigenschaften von Käse durch die Milchvorbehandlung

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
Industriegruppe:	Milchindustrie-Verband e.V. (MIV), Berlin
	Projektkoordinator: Dr. Michael Schmidt Hochland AG, Heimenkirch
Laufzeit:	2010 – 2013
Zuwendungssumme:	€ 292.100,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Käseprodukte werden zu etwa 75 % über die private Nachfrage, zu 15 % als Industrieware und zu 12 % an Großverbraucher vermarktet (USA je etwa 1/3). Die Bedeutung der Industrieware ist bei Schnitt- und Hartkäse am größten, da gegenüber anderen Käsesegmenten die Einsatzmöglichkeiten breit gefächert sind, z. B. Tiefkühlbaguette, Pizzen, Aufläufe, frittierte Waren. Damit werden an die Käseprodukte aber auch spezifische und zum Teil neue technofunktionelle Anforderungen gestellt, wie z. B. definiertes Fließen oder Schmelzen bei gleichzeitiger Bräunung nach vorgegebener Zeit. Diese spezifischen Charakteristika können unter dem Begriff „thermophysikalische Eigenschaften“ subsummiert werden, die es methodisch zu beschreiben gilt. In den letzten Jahren wurden neue Technologien in Käsereien eingeführt, um die Prozesse wirtschaftlicher oder um die Textur von Käsen mit geringem Fettgehalt angenehmer zu gestalten. Wenig Aufmerksamkeit wurde dabei der Tatsache gewidmet, dass diese neuen Technologien, wie Vorkonzentrieren durch Ultra- oder Mikrofiltration, Homogenisieren oder Hoherhitzen der Käsereimilch, als auch der Einsatz mikropartikulierter Molkenproteine, die ther-

mophysikalischen Eigenschaften, wie zum Beispiel das Schmelzverhalten, Ausölen, Bräunung des Endprodukts, nachhaltig beeinflussen. Die wissenschaftlichen Studien zum Einfluss der technologischen Vorbehandlung auf einige thermo-physikalische Eigenschaften einer Käsematrix sind äußerst lückenhaft. Hinzu kommt das Problem der uneinheitlichen Messmethodik. Sofern verschiedene Technologien der Milchvorbehandlung untersucht wurden, wurde meist auf die notwendige Prozessanpassung verzichtet, wodurch der Wassergehalt und damit auch das Reifungsverhalten der Käse unterschiedlich waren. Daraus abgeleitete Erkenntnisse bzgl. thermophysikalischer Eigenschaften besitzen damit wenig Praxisrelevanz.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die Auswirkungen technologischer Parameter in der Vorbehandlung der Käsereimilch in Hinblick auf die thermophysikalischen Eigenschaften des Endprodukts zu untersuchen. Wirtschaftlich attraktive Technologien, wie Mikrofiltrieren, Homogenisieren, Hoherhitzen, Zusatz von partikulierten Molkenproteinen, sollten in den Käsungsprozess integriert werden, so dass bestehende Produkte auf den Einsatzzweck abgestimmt bzw. spezifische Kundenwünsche durch innovative

Lösungen schneller bedient werden können. Das zentrale wissenschaftliche Ziel war, die Vorgänge bzw. Reaktionen, die im komplexen System Käse beim Gel-Sol-Übergang auftreten, auf mikro- und makrostruktureller Ebene mittels mechanisch-dynamischer Analyse und CLSM-Technik zu durchdringen.

Forschungsergebnis:

Ein Standardprozess zur Schnittkäseherstellung wurde etabliert, Methoden (empirisch, semi-empirisch, fundamental) aus der Literatur wurden zusammengetragen und die Reproduzierbarkeit der Messungen nachgewiesen. Begriffsdefinitionen für thermophysikalische Eigenschaften, z. B. Schmelzen, Fließen, Dehnen, sowie das Betrachten des Käses als komplexes amorphes System wurden eingeführt. Mithilfe von Handelsproben (Hart-, Schnitt-, Weich-, Weißlagenkäse) wurden ein Datenpool zum Differenzieren der Käse erzeugt und sieben Methoden für weitere Analysen ausgewählt (Schreiber-Test, Fettring-Test, Schmelzprofil, Temperatur-Sweep, Dehnfähigkeit, Helligkeit/Bräunung, CLSM). Ergänzend wurden in Laborexperimenten Parameter zur Gelbildung und Synärese der technologisch unterschiedlich vorbehandelten Milch ermittelt, mit denen der Käsungsprozess im Technikumsmaßstab so ausgelegt wurde, dass der pH-Wert und die Zusammensetzung der Rohkäse jeweils mit dem Standard vergleichbar waren. Zur statistischen Auswertung funktioneller Eigenschaften wurde eine Principal-Component-Analysis etabliert. Zusammenhänge zwischen der Technologie und der thermophysikalischen Eigenschaften der Käse wurden dadurch ermittelt. Damit war es beispielsweise möglich, unterschiedliche Käsesorten (z. B. Schnitt-, Hart-, Weichkäse) hinsichtlich physikalischer Eigenschaften zu kategorisieren.

Folgende technologischen Varianten wurden durchgeführt: Das Vorkonzentrieren der Milch mittels Mikrofiltrieren ermöglichte einen verkürzten Käsungsprozess, ein Vereinheitlichen der Prozesstemperaturen und eine reduzierte Zugabe an Chymosin/CaCl₂, wobei die thermophysikalischen Eigenschaften der Käse nahezu unverändert waren. Durch eine UHT-Behandlung (140°C/3 s) der Mikrofiltrations-Retentate (i = 1...2) konnten Sporen inaktiviert werden, so dass auf eine Nitrat- bzw. Lysozym-Zugabe verzichtet wurde.

Zudem wurden vermehrt Molkenproteine in die Käsematrix integriert. Die verminderte Gelfestigkeit konnte durch Vorkonzentrieren mittels Mikrofiltration und durch CaCl₂-Zugabe kompensiert werden. Im Vergleich zum Standard resultierten thermostabile Käse, die sich u. a. durch geringe Dehn-, Fließ-, Schmelzeigenschaften und Ausölen auszeichneten. Vergleichend und ergänzend wurde der Einfluss der Reifung an Käsen mit und ohne Zugabe von mikropartikulierten Molkenproteinen (Proteinzugabe 0,53 % w/w) in drei Fettgehaltsstufen (Vollfett, Dreiviertelfett, Magerstufe) untersucht. Mikropartikulierte Molkenproteine wurden erstmals mikroskopisch mittels CSLM als Störstellen „inert filler“ in der Käsematrix visualisiert. Durch Zugabe mikropartikulierter Molkenproteine konnte eine Fettreduktion hinsichtlich textueller und thermophysikalischer Eigenschaften kompensiert werden. Mikropartikulierte Molkenproteine werden während der Reifung im Gegensatz zur *para*-Casein-Matrix kaum abgebaut, so dass sie beim Schmelzen die Verschiebbarkeit der Caseinstränge (Kugellagereffekt) ähnlich wie Fett ermöglichen. Abschließend wurde die Hypothese getestet, dass über den Schmelzpunkt von MilCHFettfraktionen ebenfalls die thermophysikalischen Eigenschaften einzustellen sind. Mit steigendem Schmelzpunkt wurden bei großen emulgierten Fettkugeln (ca. 3 µm) die Schmelzeigenschaften verbessert und die geschmolzenen Käse neigten zum Ausölen. Wurden hingegen kleine Fettkugeln (ca. 1 µm) durch Emulgieren erzeugt, waren unabhängig vom Schmelzpunkt des eingesetzten Fettes Ausölen, Fließfähigkeit sowie Dehnfähigkeit vermindert.

In einer qualitativen Übersicht wurden die Resultate zum Einfluss der Technologie auf die thermophysikalischen Eigenschaften aufbereitet, um Unternehmen technologische Optionen für die Einstellung technofunktionaler Eigenschaften von Käse aufzuzeigen.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Der milchverarbeitende Sektor erwirtschaftet in Deutschland mit knapp 37.000 Beschäftigten an 239 Betriebsstandorten ein jährliches Umsatzvolumen von ca. 22,3 Mrd. €. Innerhalb der Milchwirtschaft kommt dem käseproduzierenden Bereich mit einer jährlichen Produktionsmenge von 2,2 Mio. t eine herausragende Rolle zu. Innerhalb der EU ist

Deutschland führender Exporteur von Käse und Käseprodukten und als solcher dem internationalen Wettbewerb ausgesetzt. Daher ist neben empirischem Wissen wissenschaftliches Know-how notwendig, um sich mit für die spezifischen Kundenanforderungen maßgeschneiderten Käseprodukten erfolgreich im Markt zu behaupten.

Die aus der Literatur zusammengetragenen und im Rahmen des Vorhabens entwickelten Messmethoden ermöglichen es Unternehmen, Zwischen- und Endprodukte zügig zu charakterisieren und den notwendigen Qualitätsstandard zu garantieren. Durch die vorgestellten Versuche im Labormaßstab wird bei Variation der Technologie eine praxisrelevante Herstellung, eine beschleunigte Übertragung in den Technikumsmaßstab sowie das Einhalten eines engeren Zielbereichs der gewünschten funktionellen Eigenschaften garantiert. Die anhand verschiedener technologischer Varianten (einzeln/kombiniert) erarbeitete Prozess-Struktur-Funktionsbeziehung ermöglicht zudem eine sichere Produktion und eine nachhaltige Rohstoffverwertung. Zudem können thermophysikalische Eigenschaften gezielt an gewünschte Produktanforderungen angepasst werden. Somit wird insbesondere gerade kleineren Unternehmen ermöglicht, in rein milchbasierten Produkten die thermophysikalischen Eigenschaften gezielt einzustellen und sich am Markt, z. B. gegenüber sog. „Analogkäse“-Produkten, zu behaupten. Das erweiterte Angebot an maßgeschneiderten Zwischenprodukten erhöht die Absatzmärkte in der Lebensmittelindustrie, um in Lebensmittelformulierungen (Convenience-Bereich) eingesetzt zu werden.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2013
2. Schenkel, P., Hartmann, K. I., Samudrala, R. und Hinrichs, J.: Thermo-stable semi-hard Gouda-type cheese by combining homogenisation and microfiltration of cheese milk. *Int. J. Dair. Techn.* 2, 174-182 (2015).
3. Schenkel, P. und Hinrichs, J.: Einfluss technologischer Vorbehandlung der Käsereimilch auf Labgelbildung und Synärese: eine Vergleichsstudie. Teil 1: *DMZ* 5, 22-25 (2014); Teil 2: *DMZ* 6, 22-23 (2014).

4. Schenkel, P. und Hinrichs, J.: Impact of technological pre-treatment of cheese milk on rennet coagulation and syneresis: a comparative study. *DMZ Germ. Dair. Mag. – Spec. Edit.* 8, 22-26 (2014).
5. Schenkel, P., Hartmann, K. I., Samudrala, R. und Hinrichs, J.: Characterization of commercial cheese regarding thermo-physical properties and application of multivariate statistical analysis to elaborate product mapping. *J. Text. Stud.* 6, 440-451 (2014).
6. Schenkel, P., Samudrala, R. und Hinrichs, J.: The effects of adding whey protein particles as inert filler on thermophysical properties of fat-reduced semihard cheese type Gouda. *Int. J. Dair. Techn.* 66, 220-230 (2013).
7. Schenkel, P., Samudrala, R. und Hinrichs, J.: Thermo-physical properties of semi-hard cheese made with different fat fractions: Influence of melting point and fat globule size. *Intern. Dair. J.* 30, 79-87 (2013).
8. Schenkel, P., Samudrala, R. und Hinrichs, J.: Fat-reduced semi-hard cheese enriched with a microparticulated whey protein concentrate: Impact on cheese-making properties and rheological characteristics. *Milchwiss.* 66, 43-47 (2011).
9. Schenkel, P., Thomann, S. und Hinrichs, J.: Käseproduktion aus homogenisierter und mikrofiltrierter Milch. Teil 1: *DMZ* 131 (8), 20-23 (2010); Teil 2. *DMZ* 131 (9), 20-23 (2010).
10. Schenkel, P. und Hinrichs, J.: Integrating new technologies of milk pre-treatment in soft cheese manufacture - a systematic approach. *Milchwissenschaft* 65, 385-388 (2010).

Weiteres Informationsmaterial:

Universität Hohenheim
 Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie, FG Lebensmittel tierischer Herkunft
 Garbenstraße 21, 70599 Stuttgart
 Tel.: +49 711 459-23792
 Fax: +49 711 459-23617
 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.