

Spezielle Anwendungspotentiale der Ultrahochdrucktechnologie in der Milchwirtschaft

Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle:	Technische Universität München Institut für Milchwissenschaft und Lebensmittelverfahrenstechnik, Freising-Weihenstephan Prof. Dr. U. Kulozik
Industriegruppen:	Milchindustrie-Verband e.V., Bonn Vereinigung der Förderer und Freunde des Forschungszentrums für Milch und Lebensmittel Weihenstephan e.V., Freising-Weihenstephan
	Projektkoordinator: Dr. A. Mayer, Edelweiß-Käsewerk, Kempten
Laufzeit:	1998 - 2000
Zuwendungssumme:	€ 239.670,-- (Förderung durch BMWi via AiF/FEI)

Ausgangssituation:

Der Behandlung von Lebensmitteln mit hohen Drücken wird ein großes Zukunftspotenzial zugeschrieben [DELPHI-STUDIE 1993], denn die Ultrahochdruckbehandlung (UHP: **Ultra-High Pressure**) zeichnet sich nach bisherigen Untersuchungen dadurch aus, dass bereits bei moderaten Temperaturen die Zahl der verderbniserregenden Keime reduziert werden kann und sich gleichzeitig aber auch Strukturen wie Gele ohne thermische Behandlung erzeugen lassen. Als weiterer Vorteil des Verfahrens im Vergleich zu den thermischen Verfahren wird herausgestellt, dass Vitamine, essentielle Aminosäuren, Farbe und Erscheinungsbild eines Lebensmittels kaum verändert werden. Dieses Potenzial sollte durch das vorliegende Forschungsvorhaben auch für Milch und Milchprodukte erschlossen werden, indem zum einen die Beeinflussung der funktionellen Eigenschaften der Milch Inhaltsstoffe, speziell der Proteine, und zum anderen die Aspekte der mikrobiologischen Sicherheit und Haltbarkeit untersucht werden. Dazu war es notwendig, druckinduzierte Phänomene zu studieren sowie systematisch kinetische Daten für die Modifikation von Milch Inhaltsstoffen und die Inaktivierung von Keimen und Enzymen zunächst im Modellsystem und daran anschließend im komplexen Milchsystem zu ermitteln. Des weiteren war es Ziel, mit Hilfe der gewonnenen

Daten die Grundlagen für die Optimierung von Hochdruckprozessen hinsichtlich vorgegebener Qualitätsanforderungen, wie definierte Struktur und Produktsicherheit, zu ermöglichen. Darüber hinaus sollte ein grundlegendes Verständnis von Druckprozessen und deren Wirkung auf Milch und Milchprodukte bzw. -inhaltsstoffe gewonnen werden, aus dem Potenziale für innovative druckbehandelte Milchprodukte erschlossen werden können.

Forschungsergebnis:

Erarbeitet wurden Erkenntnisse zur praktischen Evaluierung der Ultrahochdruckbehandlung von Milch und Milchprodukten mit Drücken bis zu 800 MPa und kinetische Daten von Inhaltsstoffveränderungen in ihrer Druck- und Temperaturabhängigkeit. Es wurden druckinduzierte Veränderungen wie Molkenproteindenaturierung, Modifikation der Caseine und Strukturbildung vor dem Hintergrund der bekannten thermischen Veränderungen interpretiert und mit diesen verglichen. Mittels formaler Kinetik und rheologischer Verfahren wurden die Strukturveränderungen beschrieben. Die Inaktivierung von Mikroorganismen und Enzymen durch die hydrostatische Behandlung wurde in Modellsystemen, Milch und Milchprodukten untersucht und formalkinetisch ausgewertet. Einflüsse von Pro-

zess- und Milieuparametern, wie Temperatur, pH-Wert und Inhaltsstoffkonzentration, auf die Inaktivierung von Modellkeimen sowie die Auswirkung der Druckbehandlung auf die Haltbarkeit von Milch und die Abtötung von pathogenen Mikroorganismen wurden herausgearbeitet. Basierend auf den experimentellen Ergebnissen im Modell- und Milchsystem wurde die Kinetik der verschiedenen Reaktionen im Druck- und Temperaturbereich von 100 bis maximal 800 MPa und 0 bis maximal 80 °C durch das temperaturabhängige Aktivierungsvolumen und die druckabhängige Aktivierungsenergie ermittelt und modelliert. Zusammengeführt wurden die Daten in einer effektbezogenen Darstellung, die analog zum Temperatur/Zeit-Arbeitsdiagramm für thermische Verfahren die druckbedingten Veränderungen anschaulich in einem Druck/Zeit-Diagramm zeigt. Daraus und aus den erarbeiteten Grundlagen können Empfehlungen für einen Einsatz der Hochdrucktechnologie zum Herstellen von hygienisch sicheren und innovativen Milchprodukten abgeleitet werden.

Wirtschaftliche Bedeutung:

Die Behandlung von Lebensmitteln mit hohen hydrostatischen Drücken stellt eine neue Technologie dar, deren Entwicklungspotenzial bisher von einzelnen kleinen und mittelständischen Unternehmen aufgrund des hohen Investitionsrisikos und der fehlenden personellen Ausstattung nicht abgeschätzt werden konnte. Zur Sicherung der Innovationskraft kleiner und mittelständischer Unternehmen der Milchindustrie wurden daher im Rahmen dieses Forschungsvorhabens die erforderlichen Daten und Kenntnisse zur Bewertung der Einsatzmöglichkeiten der Hochdrucktechnologie für Milch und Milchprodukte erarbeitet. Im Vordergrund der Untersuchungen stand, druckinduzierte Veränderungen der Inhaltsstoffe phänomenologisch und formalkinetisch zu beschreiben sowie in Verbindung mit funktionellen und mikrostrukturellen Modifikationen zu diskutieren. Die erarbeiteten Ergebnisse stellen eine solide Basis dar, um Anwendungspotenziale für die Druckbehandlung von Milch und Milchprodukten abzuschätzen.

Als Beispiele mit den Schwerpunkten Produktsicherheit, Vorbehandeln zur Modifikation der Funktionalität sowie für neue Prozesse und Produkte sind zu nennen: neue dickflüssige oder geartete Hochdruckprodukte, auch im leicht sauren bis neutralen pH-Bereich, der durch die traditionelle Technologie bisher nicht genutzt

wird. Druckinduzierte Milchgelstrukturen können ebenfalls eine Matrix für neue käseartige Produkte bilden, wie eine Projektstudie anhand eines „Hochdruck“-Weichkäses mit Weißschimmel aufzeigte. Daneben können solche Produkte Rohmilchcharakter bei gleichzeitig hoher bakteriologischer Sicherheit besitzen, und die Herstellung kann mit geringem Apparateaufwand und hoher Ausbeute durch die Integration der Molkenproteine bei verkürzter Produktionszeit realisiert werden.

Publikationen (Auswahl):

1. FEI-Schlussbericht 2000.
2. Rademacher, B., Hinrichs, J., Mayr, R. und Kessler, H. G.: Reaction Kinetics of Ultra-High Pressure Treatment of Milk. In: *Advances in High Pressure and Biotechnology* (Hrsg. Ludwig, H.), 449-452 (1999).
3. Rademacher, B., Pfeiffer, B., Brinker, C., Lechner, E. und Kessler, H. G.: Kinetik der Inaktivierung milcheigener Enzyme durch Ultrahochdruck. *Chemie Ingenieur Technik* 71 (4), 392-396 (1999).
4. Rademacher, B., Borst, G., Fertsch B. und Hinrichs, J.: Ultrahochdrucktechnologie in der Milchwirtschaft. *DMZ* 6, 246-250 (2001).
5. Hinrichs, J.: Thermisch und hydrostatisch induzierte Milchgele als Basis für neuartige Produkte. *Deutsche Milchwirt.* 52 (24), 1016-1020 (2001).
6. Kulozik, U.: Neue verfahrenstechnische Ansätze für die Produktentwicklung in der Milchindustrie. *Tagungsband 59. Diskussionsstagung des Forschungskreises der Ernährungsindustrie*, 42-59 (2001).

Weiteres Informationsmaterial:

Technische Universität München
Institut für Milchwissenschaft und Lebensmittelverfahrenstechnik
Weihenstephaner Berg 1, 85350 Freising
Tel.: 08161/71-4205, Fax: 08161/71-4384
E-Mail: ulrich.kulozik@wzw.tum.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