

## Behandlung von Lebensmitteln, insbesondere Milchprodukten, mit hohen hydrostatischen Drücken

Dr. W. Buchheim (Vortragender), Dipl.-Ing. D. Prokopek, Dr.-Ing. Katrin Schulze und M. Sc. A. Abou El-Nour, Institut für Verfahrenstechnik, Bundesanstalt für Milchwissenschaft, Hermann-Weigmann-Str. 1, 24103 Kiel.

Vor etwa 100 Jahren wurde erstmals festgestellt, daß die Anwendung hoher hydrostatischer Drücke von mehreren Kilobar bei wasserhaltigen Lebensmitteln wie Milch, Fruchtsäften oder auch Fleisch zu einer vollständigen oder zumindest teilweisen Inaktivierung von Mikroorganismen, aber auch Enzymen, führt. Weiterhin kann die Hochdruckbehandlung auch strukturelle Veränderungen der Hauptinhaltsstoffe wie Proteine und Lipide aber auch Polysaccharide bewirken, die wiederum charakteristische Veränderungen physikalischer Eigenschaften des jeweiligen Lebensmittels (z. B. Viskosität, Konsistenz, Sol/Gel-Umwandlungen) zur Folge haben. Weiterhin verändern sich unter hohem Druck Dissoziationsgleichgewichte des Wassers, von Salzen, Säuren und anderen Molekülen bzw. bestimmten Molekülgruppen. Die molekularen/stofflichen Veränderungen hängen in unterschiedlicher Weise von Druckhöhe, Temperatur und Dauer der Druckanwendung ab, wobei Veränderungen sowohl reversibel als auch irreversibel sein können.

Für die unter hohen hydrostatischen Drücken eintretenden physikalischen und chemischen Veränderungen gilt grundsätzlich das Le Chatelier-Braun'sche Prinzip vom kleinsten Zwang, nach dem mit einer Volumenverkleinerung einhergehende stoffliche Veränderungen unter Druck gefördert, die mit einer Volumenerhöhung verbundenen Vorgänge dagegen unterdrückt bzw. rückgängig gemacht werden. Eine besondere Rolle spielen druckinduzierte Veränderungen der Wasserstruktur, von denen wiederum die für die Konfiguration biologischer Makromoleküle (Proteine, Polysaccharide) entscheidenden nicht-kovalenten Bindungsarten (Wasserstoffbrückenbindungen, elektrostatische und hydrophobe Wechselwirkungen) betroffen sind. Unter hohen Drücken verschieben sich auch die Phasenübergangstemperaturen, z. B. die Schmelzpunkte von Lipiden, erheblich (Clausius-Clapeyron'sche Gleichungen).

Die Hochdruckbehandlung, die in den meisten Fällen bei Raumtemperatur, zum Teil auch bei niedrigeren Temperaturen bis zu  $-20^{\circ}\text{C}$  oder auch bei moderat erhöhten Temperaturen von max. ca.  $40$  bis  $60^{\circ}\text{C}$  erfolgt, stellt damit grundsätzlich eine Alternative zu etablierten thermischen Behandlungsverfahren für Lebensmittel dar, deren Zweck entweder die Haltbarmachung oder die Bearbeitung zur Erzielung bestimmter physikalischer Eigenschaften ist. Da sich unter Drücken von 1 bis 10 kbar keine kovalenten Bindungen in organischen Molekülen verändern, bleiben z. B. Vitamine und Aromastoffe bei einer Hochdruckbehandlung erhalten. In den letzten Jahren ist weltweit das Interesse an den Einsatzmöglichkeiten der Hochdruckbehandlung in der Lebensmittel-Verarbeitung erheblich gewachsen, wobei die besonders intensiven Forschungsaktivitäten in Japan dort bereits zum Bau kommerziell nutzbarer Hochdruckanlagen und zur Herstellung marktfähiger hochdruckbehandelter Lebensmittel geführt haben.

Eigene Untersuchungen betrafen sowohl die Modifizierung der Struktur von Milchproteinen (native Casein-Micellen, Calciumcaseinat, denaturierte Molkenproteine) als auch die Beeinflussung der Kristallisation von Speisefetten im emulgierten Zustand unter Drücken von 1 bis 5 kbar. Die Casein-Micellen der Milch zerfallen beispielsweise unter hohem Druck irreversibel in kleinere Aggregate mit veränderten Gerinnungseigenschaften.