

Der Milchstandort Deutschland - Verfahrenstechnische und produkttechnologische Aspekte

von W. Buchheim

Institut für Verfahrenstechnik der Bundesanstalt für Milchforschung, Kiel

Die Auswahl von Verfahren zur Be- und Verarbeitung von Milch sowie die Festlegung der optimalen Verfahrensparameter orientiert sich an den produktspezifischen Rahmenbedingungen. Hierunter sind alle Aspekte der Produktqualität (hygienische, chemisch-physikalische, sensorische) und natürlich die gesetzlichen Rahmenbedingungen zu verstehen. Das Ziel jeder Produkttechnologie sollte bekanntermaßen sein, bei maximaler hygienischer Sicherheit die wertgebenden Inhaltsstoffe sowie die produkttypischen sensorischen und chemisch-physikalischen Eigenschaften durch schonende Bearbeitung soweit wie möglich zu erhalten.

1. Thermische Behandlungsverfahren

In der Vergangenheit, heute und sicher auch in der Zukunft werden Verfahren, die primär der Haltbarmachung von Milch und Milchprodukten dienen, naturgemäß eine wichtige Rolle einnehmen. Auf diesem Feld findet permanent eine technische Weiterentwicklung statt. Thermische Energie ist leicht zu erzeugen und in das Produkt einzubringen. Deshalb werden traditionelle Erhitzungsverfahren weiterhin in der Milchverarbeitung dominieren. Für maximale hygienische Sicherheit bei gleichzeitiger maximaler Schonung der Inhaltsstoffe sind als Konsequenz der Reaktionskinetik möglichst kurzzeitige Anwendungen hinreichend hoher Temperaturen anzustreben (1). Mit direkten Erhitzungsverfahren (Injektion/Infusion) lassen sich diese Erhitzungsbedingungen in idealer Weise realisieren. Vor diesem Hintergrund sind aktuelle Entwicklungen und Diskussionen zu sehen wie beispielsweise die Herstellung von Trinkmilch mit dem Infusionserhitzungsverfahren (z.B. 125°C, 1-2 sec Heißhaltung) (2). Diese sehr produkt-schonenden direkten Erhitzungsverfahren werden für andere "empfindliche" Lebensmittel oder auch für Spezialprodukte im Milchbereich bereits seit Jahren eingesetzt. Auch sind Bemühungen unverkennbar, eine erhöhte mikrobiologische Wirksamkeit bei der Ultraheißerhitzung von Milch bei gleichzeitig verbesserter Wirtschaftlichkeit durch neue Konzepte der Kombination direkter und indirekter Erhitzungstechniken zu erreichen. Auch die Kombination von UHT-Erhitzung (= Vorsterilisierung) und Autoklavierung zur Herstellung von Sterilmilch sei hier erwähnt. Seit Jahren werden auch andere thermische Verfahren wie die Mikrowellenerhitzung oder die Ohm'sche Erhitzung diskutiert und propagiert. In welchem Umfang sich diese Verfahren zur Haltbarmachung oder zur gezielten technologischen Behandlung von Milch und Milchprodukten in der Praxis durchsetzen werden, läßt sich noch nicht absehen.

2. Zentrifugal- und Membrantrennverfahren

In den letzten Jahren haben zunehmend auch alternative nichtthermische Entkeimungsverfahren in der Molkereiwirtschaft Einzug gehalten. Hier sind sowohl Zentrifugal- als auch Membrantrennverfahren, speziell die Mikrofiltration, zu nennen. Diese Entwick-

lung dürfte sich fortsetzen und damit auch die Anpassung bisher geltender gesetzlicher Rahmenbedingungen. Als wichtige aktuelle Anwendungen der Zentrifugalentkeimung und der Entkeimung durch Mikrofiltration sind die Reduzierung von Gesamtkeimzahl und speziellen Sporenbildnern für Käsereimilch (Nitratreduzierung), Milchpulver aber auch Trinkmilch zu nennen. Überhaupt wird davon auszugehen sein, daß die Membrantrennverfahren (Mikrofiltration, Ultrafiltration, Nanofiltration und Umkehrosiose) für die verschiedensten Aufgabenstellungen der Milchverarbeitung weiter stark an Bedeutung gewinnen werden (Tab. 1). An aktuellen und künftigen Anwendungsfeldern sind insbesondere zu nennen: die Herstellung spezieller Proteinerzeugnisse, die Entmineralisierung, die Proteinstandardisierung oder die Herstellung von Frischkäse aber auch viele Anwendungen im Bereich Reinigung/Abwasser (z. B. Brüdenwasser, Laugenaufbereitung) (3).

Tab. 1: Beispiele für die Anwendung verschiedener Membrantrennverfahren

Mikrofiltration	<ul style="list-style-type: none"> • Entkeimen von (Mager-)Milch • Entfetten von Molke • Sterilfiltration
Ultrafiltration	<ul style="list-style-type: none"> • Konzentrieren von Milch und Molke • Konzentrieren und Reinigen von Lösungen biologischer Makromoleküle • Entfernen von Mikroorganismen
Nanofiltration	<ul style="list-style-type: none"> • Entmineralisieren von Salzmolke, Süß/Sauermolke • Aufbereiten von Reinigungsлаugen • Abwasserbehandlung
Umkehrosiose	<ul style="list-style-type: none"> • Konzentration von Milch und Molke • Aufbereiten von Brüdenwasser • Konzentration von Abwasser

3. Die Hochdruckbehandlung

Chemische/biochemische Reaktionen sind jedoch nicht nur eine Funktion der Zustandsgröße Temperatur und der Zeit, sondern in bestimmter Weise auch eine Funktion der Zustandsgröße 'Druck'. Entscheidende Veränderungen wie z.B. die Inaktivierung von Mikroorganismen und Enzymen ergeben sich jedoch erst bei sehr hohen Drücken im Bereich zwischen ca. 1000 und 5000 bar, dann allerdings bei Raumtemperatur oder sogar bei Temperaturen unter 0°C (Tab. 2). Vor fast genau 100 Jahren hat der Amerikaner HITE erstmalig ein Lebensmittel - nämlich Milch - auf diese Weise haltbar gemacht. Die Hochdrucktechnik ist vor 6-8 Jahren als alternatives nichtthermisches Verfahren wiederentdeckt und in einer beeindruckenden Entwicklung, an der Industrie, Forschung und öffentliche Hand beteiligt waren, in den großtechnischen Maßstab umgesetzt worden, diesmal in Japan. Ob die Hochdrucktechnologie sich zumindest in Teilbereichen der Lebensmittelverarbeitung auf Dauer etablieren wird, bleibt abzuwarten. Erheblichen qualitativen Vorteilen drucksterilisierter Lebensmittel (z.B. weitestgehende Erhaltung von Vitaminen und Aromastoffen) stehen sehr hohe Investitionskosten gegenüber. Wie bei der rein thermischen Behandlung von Lebensmitteln treten unter hohen Drücken auch physikalische Veränderungen bei bestimmten Inhaltsstoffen auf, wie z.B. Gelbildung bei

Proteinen und Polysacchariden oder Phasenveränderungen bei Lipiden. Damit können produkttechnologisch interessante Vorgänge induziert und Lebensmittel mit besonderen textuellen Eigenschaften erzeugt werden (4).

Tab. 2: Auswirkungen der Hochdruckbehandlung auf Milch und andere Lebensmittel

Mikroorganismen	<ul style="list-style-type: none"> • Inaktivierung (abhängig von Druck, Temperatur, Zeit und Keimspezies)
Enzyme	<ul style="list-style-type: none"> • Inaktivierung, jedoch auch Aktivierung und Änderung der Spezifität möglich • Beeinflussung der Kinetik enzymatischer Reaktionen
Proteine	<ul style="list-style-type: none"> • reversible und irreversible Konformationsänderungen (Denaturierung) • Aggregation und Desaggregation • Gelbildung (z. B. mit anderen viskoelastischen Eigenschaften als bei thermisch induzierter Gelbildung)
Polysaccharide	<ul style="list-style-type: none"> • Beeinflussung des Überganges zwischen Sol- und Gelzustand
Lipide	<ul style="list-style-type: none"> • Veränderung des Schmelz- und Erstarrungsverhaltens von Fetten und funktionellen Lipiden (Emulgatoren) • Aufhebung des Unterkühlungsphänomens emulgierter Nahrungsfette
Vitamine, Aromastoffe	<ul style="list-style-type: none"> • (fast) keine Auswirkungen
Säuren, Basen, Salze	<ul style="list-style-type: none"> • Änderung der Dissoziationsgleichgewichte
Wasser	<ul style="list-style-type: none"> • Änderung des Schmelz- und Erstarrungsverhaltens • Änderung der Dissoziation (pH-Wert) • Änderung der Molekülanordnung bei nichtkovalenten intra- und intermolekularen Bindungen/Wechselwirkungen, insbesondere Schwächung elektrostatischer Wechselwirkungen

4. Die Zusatzstoffproblematik

Bei der fortschreitenden Entwicklung neuer Produkttechnologien stellt sich oft die Frage der technologischen Notwendigkeit des Einsatzes bestimmter Zusatzstoffe, z.B. Emulgatoren und Stabilisatoren. In diesem Zusammenhang ist auf die derzeit noch in der Beratung befindliche EU-Richtlinie für Lebensmittelzusatzstoffe hinzuweisen, mit deren Verabschiedung und anschließender Umsetzung in nationales Recht in naher Zukunft zu rechnen ist. Unter Hinweis auf die bestehenden Unterschiede zwischen den einzelstaatlichen Rechtsvorschriften und den sich daraus ergebenden Behinderungen im freien Verkehr mit Lebensmitteln ist beabsichtigt, wesentlich mehr Zusatzstoffe als bisher für verschiedene Milchprodukte, einschließlich H-Milch, zuzulassen. Die Kommission betont in den Vorbemerkungen zu ihrem Entwurf, daß die Verwendung von Zusatzstoffen in erster Linie dem Verbraucherschutz dienen muß und nur dann in Betracht kommt, wenn dies Vorteile für den Verbraucher bietet. Welche Auswirkungen diese Regelungen auf die

Technologien der verschiedenen Produkte haben werden, läßt sich heute kaum absehen. Dennoch dürfte es auch in Zukunft unerläßlich sein, im Hinblick auf die Produktqualität der optimalen Gestaltung der Verfahrensbedingungen Vorrang vor dem Einsatz von technologisch nicht unbedingt notwendigen Zusatzstoffen einzuräumen.

5. Funktionelle Minorkomponenten aus Milch

Abschließend sollte darauf hingewiesen werden, daß Milch - immer noch - eine schier unerschöpfliche Quelle für Komponenten mit besonderen funktionellen Eigenschaften darstellt. So gelten beispielsweise die Phospholipide der Milch, wie sie in den nativen Fettkugelmembranen vorzufinden sind, als Minorkomponenten mit besonderer Funktionalität. Die vollständige Isolierung und gezielte Fraktionierung dieser Lipide ist bis heute leider noch nicht befriedigend gelungen, würde aber attraktive Einsatzmöglichkeiten, z.B. als Liposomen eröffnen.

In den letzten Jahren ist zunehmend die Bedeutung der Milchproteine als Quelle biologisch aktiver Peptide erkannt worden, wie z. B. der durch enzymatische Hydrolyse von Caseinen gewonnenen Casomorphine, Phosphopeptide und Immunopeptide (5). In diesem Zusammenhang sind auch biologisch aktive Minorkomponenten wie Lactoperoxidase und Lactoferrin zu nennen, die aus Molke isoliert werden können. Zur Gewinnung dieser Bestandteile im großtechnischen Maßstab ist die Entwicklung spezifischer Verfahren erforderlich, wobei wiederum verschiedene Membrantrennverfahren sowie chromatographische Verfahren einzusetzen sind.

Quellen

- (1) Biewendt, H.-G.: Die Nahrung **38** (3) 233-252 (1994).
- (2) Biewendt, H.-G., Kiesner, C., Klobes, H.: dmz-Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft **115** (14) 689-692 (1994).
- (3) Cuperus, F. P., Nijhuis, H. H.: Trends in Food Sci. & Technol. **4** 277-282 (1993).
- (4) Buchheim, W., Prokopek, D.: Deutsche Milchwirtschaft **43** (43) 1374-1378 (1992).
- (5) Schlimme, E., Meisel, H.: Newsletter of the IDF No. 139, Oktober 1993 (Supplement) 57-71.