

# Deutsche Milchwirtschaft

[www.th-mann.de/Aktuell.html](http://www.th-mann.de/Aktuell.html)

## Know-How for your success



**LTH Dresden**

*„Innovative  
Verfahren  
zur Flüssig-  
verwertung  
von Molke“*

- **Prozesstechnik**
- **Milch- und Molke-technologie**
- **Membranfiltration**
- **Versorgungstechnik**
- **Anlagenbau**



**LTH Dresden**

# Innovative Verfahren zur Flüssigverwertung von Molke



Dipl.-Ing. MBM G. SCHIER\*, Dipl.-Ing. R. BRUCH\*\*

## Einsatz von flüssigem Molkenprotein-konzentrat (LWPC) in Sauermilchprodukten – Teil 1

Weltweit fallen beim Herstellen von Käse ca. 100 Mio. t Molke an – und die Käseproduktion steigt jährlich um einige Prozentpunkte. Molke ist eine schier unerschöpfliche Quelle an ernährungsphysiologisch wichtigen und wertvollen Milchinhaltstoffen. Immerhin gelangen ca. 50 Prozent der Milchinhaltstoffe beim Verkäsungsprozess in die Molke. Bilanziert bedeutet dies, dass weltweit ca. 600 000 bis 700 000 t/a reines Molkenprotein und ca. 4,5 Mio. t/a Laktose für eine sinnvolle Verwertung zur Verfügung stünden.

Längst haben in den Industrienationen kommerzielle Molkenverarbeiter daraus ein Geschäft für sich entwickelt. Sie stellen mit komplexen Prozessen konfektionierte und hochwertige Produkte, zumeist in Pulverform, her, um diese der weiterverarbeitenden Industrie (Fleisch-, Fisch-, Süß- und Backwaren-, Pharmaindustrie) als Halbfabrikate zur Verfügung zu stellen.

Im Mittelpunkt dieser Herstellungs- und Veredlungsprozesse stehen immer mehr Membranfiltrationsanlagen für die Aufkon-

\* Geschäftsbereichsleiter Prozesstechnik

\*\* Applikationsmanager, Membranfiltration/Molkenveredelung; beide Autoren sind bei der LTH Dresden beschäftigt, einer Niederlassung der ALPMA Alpenland Maschinenbau GmbH



Kombinierte UF-/NF-Anlage zur Molkenverarbeitung

zentrierung, Fraktionierung und Entmineralisierung.

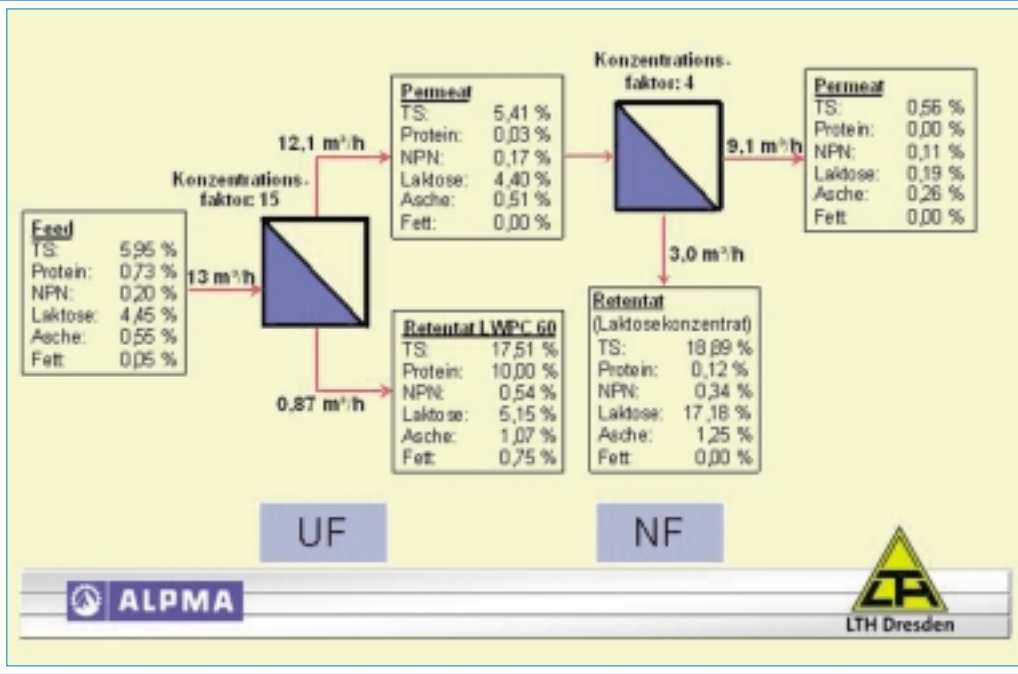
Dies hat in den letzten Jahren dazu geführt, dass heute ca. 50 Prozent der Molkeninhaltsstoffe wieder der menschlichen Ernährung zugeführt werden können. In Nordamerika beträgt dieser Anteil bereits 70 Prozent, wohingegen in vielen Entwicklungs- und Schwellenländern der Molkenanfall immer noch ein Umwelt- und Entsorgungsproblem darstellt.

Die LTH Dresden, Niederlassung der ALPMA Alpenland Maschinenbau GmbH, Rott am Inn, hat sich in den letzten drei Jahren daran gemacht, in Zusammenarbeit mit ALPMA-Käsereikunden

wirtschaftlich interessante, innovative Applikationen zur Flüssigverwertung der Molke ohne den Umweg über die Pulverherstellung zu realisieren.

Zwei dieser Möglichkeiten sollen in Form eines zweiteiligen Applikationsberichtes vorgestellt werden: Teil 1 befasst sich mit dem Einsatz von flüssigem Molkenproteinkonzentrat (LWPC) in Sauermilchprodukten, Teil 2 in der nächsten Ausgabe mit der Verwendung von partikuliertem Molkenproteinkonzentrat bei der Käseherstellung von Weich- und Schnittkäse. Beide Anwendungen wurden von LTH Dresden in namhaften Molkereibetrieben erfolgreich eingesetzt und tragen we-

Stoffbilanz UF-Süßmolke/NF-UF-Permeat



Die Vorteile dieses Verfahrens lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Wertschöpfung „Molkenveredelung“ bleibt im eigenen Betrieb
- eigene frische Molke wird betriebsintern verwertet, kontrollierbare Qualität
- Wertschöpfung aus zugekaufter Süßmolke möglich
- LWPC kann ohne zusätzlichen Personaleinsatz flüssig, d. h. automatisch dosiert werden
- wirtschaftlichere Herstellung von Sauer Milchprodukten durch reduzierte Zugabe von Magermilch- oder WPC-Pulver
- zusätzliche Gewinnung von Laktosekonzentrat durch NF möglich.

sentlich zu deren Ertragsverbesserung bei. Die Praxis hat gezeigt, dass sich die Investition, unter Berücksichtigung der Abschreibung, Kapitalverzinsung, Membrantauschskosten, Personal- und Betriebskosten sowie Strom- und Wasserverbrauch etc. in beiden Applikationen in ca. zwölf bis 18 Monaten rentiert. Dies ist eine für Käsereien sehr interessante Möglichkeit, um die derzeitige Ertragslage im Europäischen Käsemarkt etwas zu verbessern.

sierung von Süßmolke und zur Konzentrierung von UF-Permeat. Das flüssige Molkenproteinkonzentrat (LWPC) wird direkt vor dem Jogurtmilcherhitzer rezepturgeführt mengenproportional zur Jogurtmilch dosiert. Dabei liegt der Anteil der Molkenproteine in der Trockenmasse zwischen 35 % (LWPC 35) und

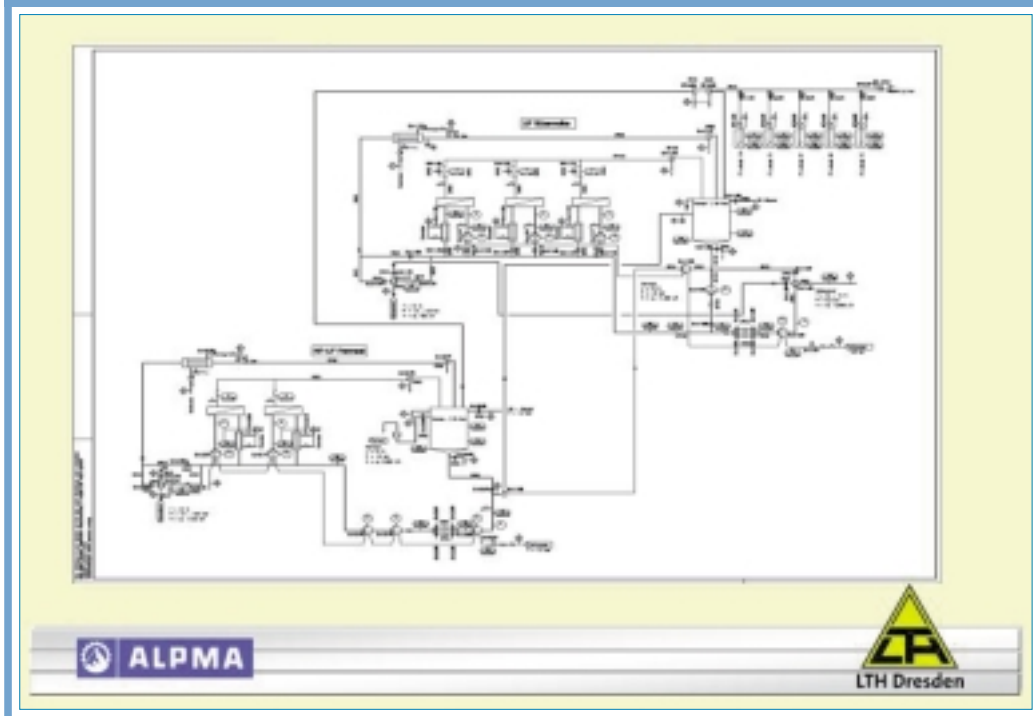
60 % (LWPC 60). Bei Verwendung von LWPC 35 ist die Trockenmasse des Molkenproteinkonzentrates vor der Dosierung durch Eindampfung zu erhöhen, um die gewünschte Konsistenz im Jogurt zu erreichen. LWPC 60 kann aufgrund der Trockenmasse von ca. 18 % direkt dosiert werden.

Für eine optimale Anlagenleistung ist eine hohe Molkenqualität (entstaubt, entfettet, pasteurisiert) von entscheidender Bedeutung. Dabei ist zu beachten, dass keine ansaure Molke oder auch Tropf molke in die Weiterverarbeitung gelangen. Die Pasteurisierung erfolgt über einen gewöhnlichen Plattenwär-

**Einsatz von Molkenproteinkonzentrat in Sauer milchprodukten**

Ziel des Einsatzes von Molkenproteinkonzentrat in Sauer milchprodukten ist es, den Einsatz von Magermilch- oder WPC-Pulver bei der Herstellung von Sauer milchprodukten deutlich zu verringern und die fettfreie Trockenmasse TMff in der Jogurtmilch von ca. 9,0% auf 12% zu erhöhen. Die Lösung ist der Einsatz einer von der LTH Dresden entwickelten kombinierten Ultrafiltrations-/Nanofiltrationsanlage zur Konzentrierung und Teilentminerali-

R & I Gesamtanlage



metauscher bei ca. 72 bis 74 °C und mindestens 20 Sekunden Heißhaltezeit.

Die vorgeschaltete Entstaubung kann in Abhängigkeit vom Staubgehalt in der Rohmolke mit einem Molkensieb (Schwingsieb/Rotationssieb) oder mittels einer Zentrifuge erfolgen.

Der Restfettgehalt der entrahmten Molke sollte ca. 0,06 % nicht übersteigen, um eine optimale Standzeit der Membrananlagen zu erreichen. Aus mikrobiologischen Gründen ist es erforderlich, die Rohmolke bzw. die vorbereitete Molke möglichst umgehend weiterzuverarbeiten bzw. bei ca. sechs bis acht °C zu lagern. Die Kaltlagerung sollte eine Dauer von 24 Stunden nicht überschreiten.

Die vorbereitete Molke wird über eine Speisepumpe der ersten Stufe der UF-Anlage zugeführt und vorkonzentriert. Danach wird die Molke weiter aufkonzentriert, bis sie in der letzten Stufe ihre endgültige Trockenmasse von ca. 18 % erreicht hat.

Dies entspricht bei der Herstellung von LWPC60 einem Konzentrationsfaktor von 15 bis 20, je nach Proteingehalt der Ausgangsmolke.

Die Regelung der Trockenmasse des UF-Konzentrates (LWPC60) wird über eine kontinuierliche Brix-Messung realisiert. Das gewünschte Konzentrat der UF-Anlage wird auf ca. sechs °C nachgekühlt und nach einer Zwischenstapelung direkt der Joghurtmilch vor dem Erhitzen mengenproportional zudosiert.

Jede Stufe ist mit einem Kühlmodul ausgerüstet, um die durch die Pumpen eingetragene Energie wieder abzuführen, damit die Molke bei konstant niedriger Temperatur (ca. 10 bis 15 °C) filtriert werden kann.

Um eine möglichst hohe Anlagenflexibilität und Erweiterungsmöglichkeiten zu erreichen, sind alle Pumpen mit einem Frequenzumformer ausgerüstet. Als Membranen kommen in den meisten Anwendungen (UF/NF) Spiralwickelmodule der Fa. Koch-Glitsch GmbH zum Einsatz, die auf die jeweiligen Anforderungen speziell ausgelegt werden.

Das Permeat aus der UF-Anlage wird anschließend sofort in der NF-Anlage weiterverarbeitet.

Es wird ein Konzentrat hergestellt, in dessen Trockenmasse fast ausschließlich Laktose (ca. 17 %) enthalten ist.

Wie aus der Stoffbilanz ersichtlich ist, fallen bei der Gewinnung von LWPC60 aufgrund des Konzentrationsfaktors von 15 bis 20, ca. 90 bis 95 % UF-Permeat an.

Um eine wirtschaftliche Anwendung zu ermöglichen, muss für

dieses eine sinnvolle Verwertung oder Weiterverarbeitung berücksichtigt werden.

Hierfür stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- Aufkonzentrierung und Entminalisierung durch eine NF-Anlage zu Laktosekonzentrat
- Herstellung eines UF-Permeat-Pulvers
- Lieferung des Laktosekonzentrates an ein Laktosewerk
- Einsatz als Süßungsmittel, gegebenenfalls enzymatisch gespalten.

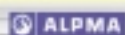
Der anfallende „Rohstoff“ Laktose wird industriell beinahe ebenso oft eingesetzt wie die Proteine. Laktose bindet Wasser und verdickt dadurch Fertigsuppen und -soßen. In Gewürz Zubereitungen bindet sie die Aromastoffe. In Mikrowellenprodukten sorgt der Milchzucker durch Maillard-Reaktionen für appetitliche Bräune. Schokolade und Konfekt wird durch Laktose weicher und schmilzt zarter. Darüber hinaus gibt es verschiedene pharmazeutische Anwendungen.

- **Schaumbildner:**  
in Desserts, Eiscreme
- **Texturgeber:**  
in Snacks (Flips, Tortilla-Chips) und Keksen/Backwaren
- **Fettbinder:**  
in Süßwaren und Schokoladen

Die hervorragenden funktionellen Eigenschaften (s. o.) und die breiten Einsatzmöglichkeiten von Molkenproteinkonzentraten (WPC) in der Lebensmittelindustrie erschließen auch Käsereibetrieben ohne Möglichkeit der eigenen Flüssigverwertung interessante Optionen zu Partnerschaften/Geschäftsbeziehungen mit potentiellen Weiterverarbeitungsbetrieben, zumal das Transportvolumen durch die starke Aufkonzentrierung in der UF-Anlage deutlich reduziert ist. □

**Betriebskostenabschätzung für eine kombinierte UF-/NF-Anlage**

<b>1 Investitionskosten</b>				
Investition	600 000	€		
Zubehör	100 000	€		
Gesamtinvestition:	700 000,00	€		
<hr/>				
Abschreibungsdauer:	8,00	Jahre		
Gesamtkosten d. Invest.:	87 500,00	€/a		
<hr/>				
Kalkul. Zinsen:	6,00	%		
	21 000,00	€		
<hr/>				
Gesamtkosten d. Investition:	108 500,00	€/a	3,21 €/m <sup>3</sup>	
<hr/>				
<b>2 Energie-/Stromkosten:</b>				
Energie EUR/kW	0,10	€/kW		
Leistungsaufnahme (kW):	133,60	kW		
Stunden pro Tag (10 & 2)	12,00	h		
Tage pro Jahr	260,00	Tage		
€/h		13,36	€	
€/d		160,32	€	
€/a		41 683,20	€/a	1,23 €/m <sup>3</sup>
€/m <sup>3</sup>				
<hr/>				
<b>3 Reinigungskosten:</b>				
Wasser pro Reinigung m <sup>3</sup>	20,00	m <sup>3</sup>		
Wasserkosten €/m <sup>3</sup>	4,00	€		
Reinigung pro Tag	1,00			
Wasserkosten pro Jahr	20 800,00	€	0,62 €/m <sup>3</sup>	
<hr/>				
Reinigerkosten pro kg:	2,50	€		
kg pro Reinigung:	50,00	kg		
Reinigerkosten pro Jahr	32 500,00	€	0,96 €/m <sup>3</sup>	
<hr/>				
<b>4 Personalkosten:</b>				
Stundenlohn:	13,00	€		
Lohnnebenkosten:	1,86	Faktor		
Stunden pro Tag:	4,00	h		
Tage pro Jahr:	260,00	Tage		
Personalkosten pro Jahr:	25 147,20	€	0,74 €/m <sup>3</sup>	
<hr/>				
<b>5 Austauschmembran:</b>				
Anzahl:	136	Stück		
Stückkosten:	600	€		
Angenommene Lebensdauer:	1,5	Jahre		
	54 400,00	€/a	1,61 €/m <sup>3</sup>	
<hr/>				
<b>6 Reparatur/Wartung:</b>				
Anteil:	4,0	%		
Pauschal:	3 500,00	€/a		
von Investitionskosten				
	3 500,00	€/a	0,10	€/m <sup>3</sup>
<hr/>				
<b>Gesamtkosten pro Jahr:</b>				
Menge Molke pro Tag (13 000 l/h x 10 h)	130	m <sup>3</sup>		
Menge Molke pro Jahr	33.800	m <sup>3</sup>		
Gesamtkosten pro 1000 kg Molke	8,48	€/m <sup>3</sup>	8,48 €/m <sup>3</sup>	
Gesamtkosten pro kg Molkenkonzentrat (LWPC 60)	0,13	€/kg		
<small>(Bemerkung: in den Gesamtkosten sind die Kosten der NF-Anlage mit enthalten!)</small>				



Dipl.-Ing. MBM G. SCHIER\*, Dr.-Ing. Silke PAAR\*\*

# Integration von partikulierten Molkenproteinen (PWPC) in Weich- und Schnittkäse – Teil 2

Mit besonderem Interesse verfolgt die Käseindustrie auch die direkte Verwertung von Molkenprotein in der Herstellung von Weich- und Schnittkäse, zumal diese Anwendung wissenschaftlich erforscht ist und bereits in der Praxis kommerziell eingesetzt wird. Dieses Verfahren, welches nachfolgend genauer beschrieben wird, erfordert im Vergleich zum Einsatz in Sauer- milchprodukten eine weiterführende Bearbeitung des Molkenproteinkonzentrates (Partikulierung, Aggregation) und eine technologisch nicht ganz einfache Implementierung in den Käseprozess. Aufgrund des hohen wirtschaftlichen Vorteils beschäftigen sich viele Käsereien mit diesem Thema und man kann in der Branche deutlich die Meinung vernehmen, dass sich dieses Verfahren in den nächsten drei bis fünf Jahren dort als Standard durchsetzen wird, wo Weich- oder Schnittkäse kostengünstig hergestellt wird.

## Molkenproteine

Als Molkenproteine bezeichnet man die Proteine der Milch, die unter den Bedingungen der Kaseinfällung durch die Einwirkung von Labenzym oder durch Säuerung auf einen pH-Wert von 4,6 nicht ausfällbar sind. Sie bleiben gelöst und sind somit bei der Käseherstellung nicht in die Trockenmasse des Käses integrierbar.

\* Geschäftsbereichsleiter Prozesstechnik,  
Projektleiterin Prozesstechnik; beide  
Autoren sind bei der LTH Dresden  
beschäftigt, einer Niederlassung der  
Alpma Alpenland Maschinenbau GmbH.

Molkenproteine bilden einen Anteil von ca. 20 Prozent am Gesamtprotein der Milch.

Aufgrund der ernährungsphysiologisch hochwertigen Eigenschaften und ihrer großen Menge besteht in der Käseindustrie ein großes Interesse daran, auch Verwertungsmöglichkeiten für Molkenproteine in Käse zu schaffen.

Im vorliegenden Artikel wird eine Technologie zur Herstellung von partikuliertem Molkenproteinkonzentrat (PWPC, Particulated Whey Protein Concentrate) vorgestellt, die am Forschungszentrum für Milch und Lebensmittel Weihenstephan entwickelt und von der LTH Dresden bereits im Jahr 2001 in einer Produktionsanlage realisiert wurde. Mit dieser Technologie kann eine Ausbeuteerhöhung bei der Käseherstellung, bezogen auf den Käseemilcheinsatz, von fünf bis maximal zehn Prozent erreicht werden.

Durch eine gezielte Prozessführung werden die Eigenschaften der

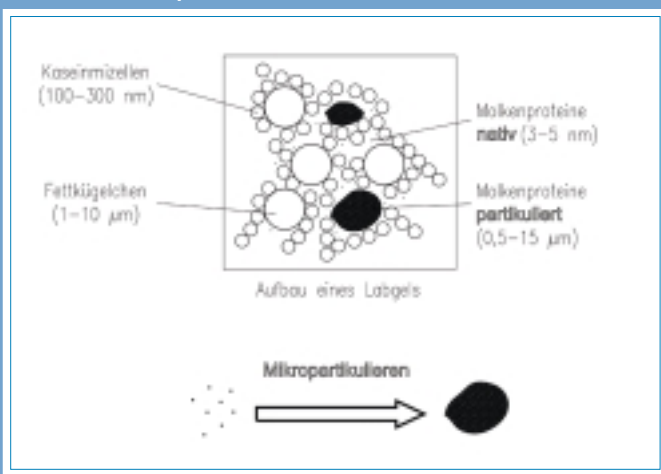
partikulierten Molkenproteine so eingestellt, dass sie beim Verzehr des Käses ein Mundgefühl vergleichbar mit dem von Fetttropfchen hervorrufen. Dadurch ist es möglich, fettarmen Produkten einen Geschmackseindruck ähnlich dem fettreicherer Produkte zu verleihen.

So leistet der Einsatz dieser Technologie neben der Ausbeuteerhöhung auch einen wesentlichen Beitrag zur gesunden Ernährung, indem die Attraktivität von sogenannten Light-Produkten für den Verbraucher erhöht wird.

## Mechanismus der Partikulierung von Molkenproteinen

Native Molkenproteine liegen in einer Partikelgröße von wenigen nm (Nanometer) vor und sind in Milch und Molke löslich. Um sie in einen unlöslichen Zustand zu überführen, ist es nötig, ihre Partikelgröße in den Mikrometerbereich zu bringen.

Abbildung 1: Aufbau eines Labgels mit Integration von partikulierten Molkenproteinen (nach HUSS, 2002)



Dazu sind zwei wesentliche Vorgänge erforderlich:

1. Auffaltung bzw. Denaturierung:  
Die ursprüngliche Struktur der Molkenproteine wird aufgebrochen
2. Aggregation:  
Die denaturierten Molkenproteine werden zu größeren Aggregaten im Mikrometerbereich zusammengefügt.

Beide Vorgänge, die sich noch weiter unterteilen lassen, werden auch unter dem Oberbegriff „Mikropartikulierung“ zusammengefasst. Ziel der Aggregation ist es, eine Größenverteilung der Partikel zu erzeugen, die im Bereich von ca. 0,1 bis 10 µm liegt und einen Medianwert von 1 bis 5 µm aufweist. Kleinere Partikel erzeugen ein „leeres“ Mundgefühl; größere Partikel werden als „mehlig“ oder „sandig“ wahrgenommen (SPIEGEL, 1999). Abbildung 1 zeigt schematisch die Einbindung partikulierter MP in ein Labgel. Mengenmäßig bedeutend sind unter den Molkenproteinen das β-Laktoglobulin mit einem Anteil

Tabelle 1: Ausbeuterechnung (vereinfacht)

Menge Magermilch in Liter	Menge PWPC Konzentrat in kg	Menge Molkeprotein, zugegeben als PWPC, in kg	Menge Molkeprotein, überführt in den Käse, in kg	Menge Kasein, zugegeben über Magermilch, in kg	Hergestellte Käsemenge in kg
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1000	0	0	0	27	108
920	27,6	2,76	2,208	24,84	108

(1) bei einer Zuggabemenge von 3 Vol%, bezogen auf Magermilcheinsatz  
 (2) bei einem Eiweißgehalt im partikulierten Molkenproteinkonzentrat von 10 %  
 (3) bei einem Integrationsgrad von 80 % des Molkeproteins  
 (4) bei einem Kaseingehalt in der Magermilch von 2,7 %  
 (5) bei 50 % Fett i. Tr. und 50 % Trockenmasse

PWPC: Particulated Whey Protein Concentrate

von 56 % und das α-Laktalbumin mit einem Anteil von 21 %, weswegen sich die Bestrebungen zur Partikulierung besonders auf diese beiden Proteine konzentrieren.

**In der Praxis angewandtes Verfahren**

Bei dem von LTH Dresden realisierten Verfahren werden gezielt zwei Einflussgrößen für die Partikulierung ausgenutzt:

- Temperatureinwirkung
- Scherbeanspruchung.

Durch die Temperatureinwirkung über eine festgelegte Zeit, in Kombination mit einer definierten Scherbeanspruchung beim Erhitzen und beim Abkühlen, werden folgende Effekte hervorgerufen (SPIEGEL, 1999):

- Hitzedenaturierung
- beschleunigte Aggregation
- kontrollierte Zerteilung von Aggregaten

Der gezielte Einsatz der genannten Teilschritte bewirkt eine schnelle Partikulierung und ruft eine reproduzierbare Partikelgrößenverteilung hervor. Damit lässt sich die Erzeugung der ge-

wünschten Eigenschaften steuern.

Die Molke, die in diesem Mikropartikulierungsverfahren eingesetzt wird, muss folgende Eigenschaften aufweisen:

- hoher Gehalt an Molkenprotein (acht bis zehn %)
  - niedriger Gehalt an Laktose
  - pH-Wert im Bereich von sechs bis sieben
  - hohe Qualität, das heißt:
    - Molke aus der ersten Ab-saugung, keine Tropfmolke
    - entstaubt, entrahmt, pasteurisiert, kalt gelagert
- Die qualitativen Eigenschaften (Herkunft der Molke, pH-Wert) können in der Praxis durch sorgfältiges betriebliches Management gewährleistet werden. Der erforderliche Gehalt an Molkenproteinen wird durch eine Ultrafiltration eingestellt. Mit einem Konzentrationsfaktor von etwa 15 wird der Proteingehalt auf ca. zehn % (entsprechend eines WPC 60) angehoben, wobei der Laktosegehalt, wie gefordert, nahezu konstant bleibt. Um die mikrobiologische Qualität der Molke zu erhalten, wird die Ultrafiltration kalt, das heißt bei ca. zehn bis 15°C durchgeführt. Dadurch wird auch gewährleistet, dass der pH-Wert der Molke annähernd konstant bleibt. In Teil 1 zu diesem Artikel (DMW vom 4. 11. 2003) berichteten wir unter dem Titel „Einsatz von flüssigem Molkenproteinkonzentrat (LWPC) in Sauermilchprodukten“ bereits ausführlich über die Ultrafiltration von Molke. Abbildung 2 zeigt die Stoffbilanz der Ultrafiltration. Im Anschluss an die Ultrafiltrati-

Abbildung 2: Stoffbilanz der Ultrafiltration

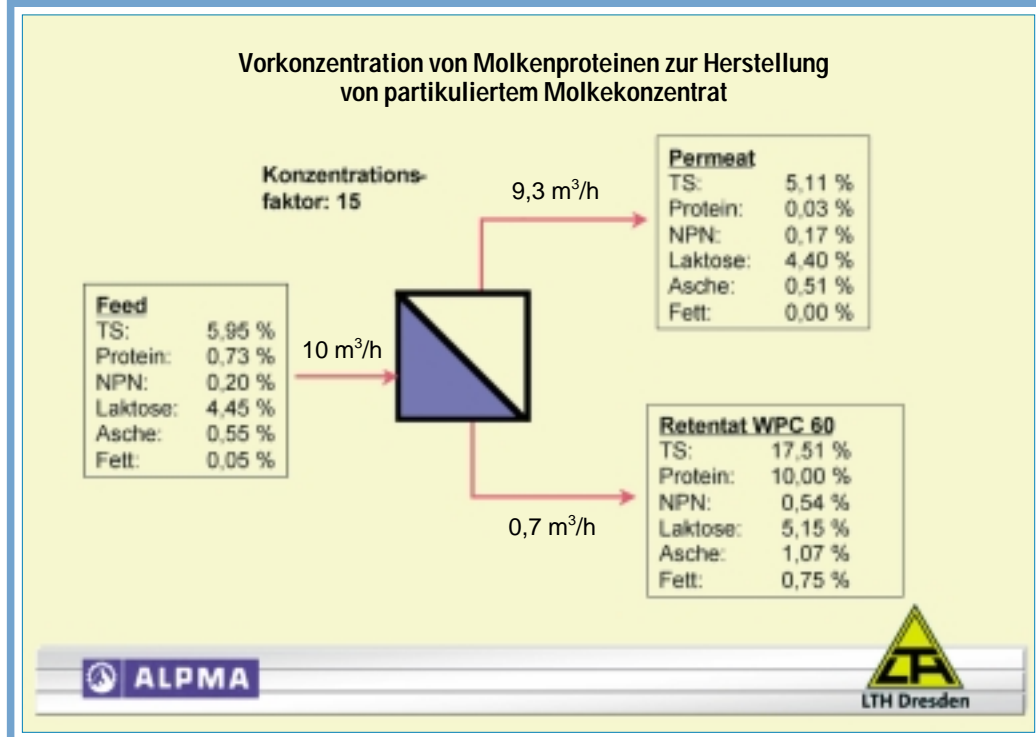
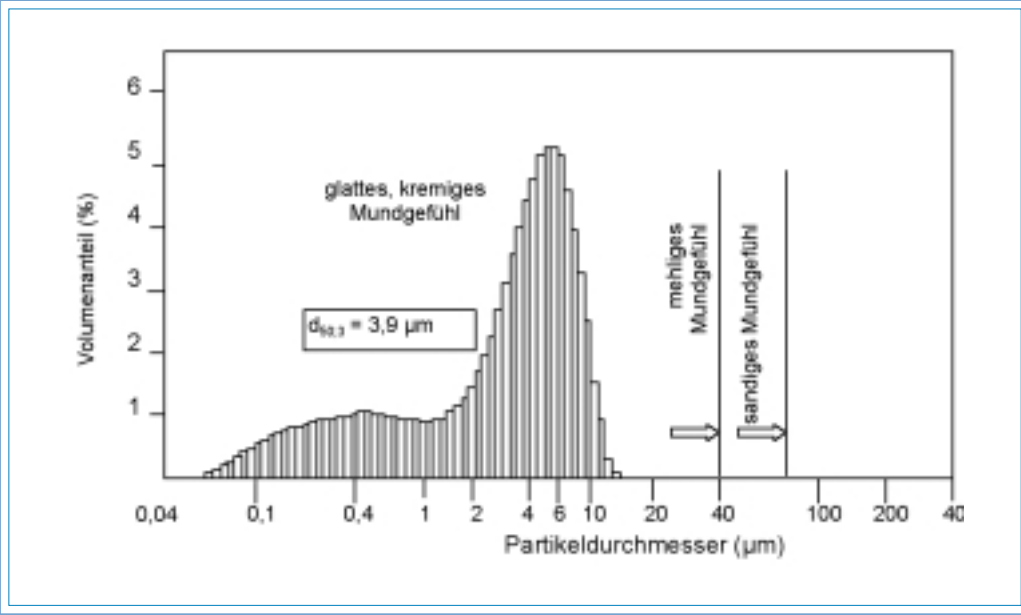


Abbildung 3: Partikelgrößenverteilung im Molkenproteinkonzentrat nach Partikulierung



on wird das erzeugte Retentat mit einer Trockenmasse von 17 % bis 18 % nach nur kurzer Zwischenlagerung der Erhitzung, Heißhaltung und anschließenden Abkühlung in einer Kombination aus Schabewärmetauschern und Röhren-/Plattenwärmetauschern zugeführt. Das erzeugte Produkt weist eine Partikelgrößenverteilung auf, die beispielhaft in Ab-

Mundgefühls optimal ist. Der Denaturierungsgrad der Molkenproteine liegt bei 80 bis 90 %; der mittlere Durchmesser in dem gezeigten Beispiel bei 3,9 µm. Das erzeugte Produkt wird als PWPC (Particulated Whey Protein Concentrate) bezeichnet. Das Produkt ist schneeweiß und hat einen Geschmack ähnlich dem von dünner Sahne. Der Mol-



Abbildung 4: Produktionsanlage zur Partikulierung von Molkenprotein (Engineering, Anlagenbau und Inbetriebnahme durch LTH Dresden)

Abbildung 3 dargestellt ist. Es ist ersichtlich, dass mit dem von LTH Dresden realisierten Verfahren genau die erforderliche Partikelgrößenverteilung erreicht wird, die für die Einbindung der Molkenproteine in den Käse und für die Erzeugung des gewünschten

kegeschmack ist vollkommen verschwunden. In Abbildung 4 ist die von der LTH Dresden realisierte Produktionsanlage dargestellt. Rechts im Bild sieht man zwei Schabewärmetauscher; ganz links ist die Ultrafiltration zu erkennen.



Abbildung 5: Versuchsanlage im Einsatz

Das mikropartikulierte Produkt wird vor der Verkäsung mengenproportional zur Kesselmilch zugegeben. Erfolgreich getestet wurden Zugabemengen von bis zu 3Vol% Konzentrat, bezogen auf das Kesselmilchvolumen. Besonders geeignet ist das Produkt für Weichkäse, halbfesten Schnittkäse und Schnittkäse; der Einsatz in Frischkäse wird derzeit in der Praxis erprobt. Etwa 60 bis 80 % der Molkenproteine können in das Labgel eingebunden werden. Damit ergibt sich eine Ausbeuteerhöhung bzw. eine Verringerung des Kesselmilcheinsatzes, bezogen auf die hergestellte Käsemenge, um etwa sechs bis acht %.

In Tabelle 1 ist eine vereinfachte Beispiellrechnung dargestellt. Aus Tabelle 1 ist abzulesen, dass unter günstigen Bedingungen bei Zugabe von 3Vol% PWPC die gleiche Käsemenge mit einem um 80 kg (1 000 kg minus 920 kg), das heißt um acht % verringerten Magermilcheinsatz hergestellt werden kann. Der Fettgehalt der Kesselmilch wird an den erhöhten Eiweißgehalt angepasst. Damit eine Käserei ermitteln kann, welche spezifische Menge an PWPC für ihr spezielles Produkt einsetzbar ist, sind jeweils vor Ort Versuche durchzuführen, mit denen ein partikuliertes Konzentrat hergestellt wird. Dieses ist dann, gegebenenfalls nach Vorversuchen im kleinen Maßstab, im großtechnischen Maß-

stab in den Käsefertigern bzw. im Koagulator zur Kesselmilch zugegeben. Damit kann der Kunde genau verfolgen, welcher Einfluss auf die Eigenschaften seines Käses (Geschmack, Konsistenz, Eiweißgehalt usw.) ausgeübt wird. Selbstverständlich liegt es in der Hand des Käasers, durch geschickte Modifikationen im Käseprozess, z. B. durch geänderte Labzugabe, seine Produktqualität für den neuen Ausgangsstoff zu steuern. LTH Dresden verfügt über eine kombinierte Versuchsanlage aus Ultrafiltration und Erhitzerlinie, mit der ca. 25 Liter partikuliertes Konzentrat pro Stunde herstellbar sind. In einer Produktionszeit von z. B. zweimal acht Stunden

(jeweils mit Zwischenreinigung) sind 400 Liter Produkt herstellbar, was zum Beispiel bei einem Volumen eines Käsefertigers von 12 000 l eine Zugabemenge von drei Prozent sicherstellt.

Die Versuchsanlage wurde im Jahr 2003 bereits mehrfach erfolgreich in namhaften Käsereien eingesetzt. In Abbildung 5 ist sie beim Einsatz in einer spanischen Käserei abgebildet.

Auch aus ökonomischer Sicht stellt sich das Verfahren hochgradig interessant dar. Bei entsprechenden Zugabemengen von PWPC zum Käse sind Amortisationszeiten einer kompletten Anlage (bestehend aus Ultrafiltration und Erhitzerlinie) realis-

tisch, die deutlich unter einem Jahr liegen. Entsprechende Wirtschaftlichkeitsberechnungen liegen bei LTH Dresden vor und können auf Anfrage zugeschickt werden. Außer der beschriebenen Technologie wurde von Huss und Spiegel ein weiteres Verfahren entwickelt, das ohne den Einsatz von Schabewärmetauschern arbeitet (Deutsches Patent- und Markenamt, 2000) und einen modifizierten Mechanismus für die Partikulierung vorsieht. Dieses Verfahren verspricht, auch sehr geeignet zu sein für den Einsatz partikulierter Molkenproteine in geschäumten Produkten.

LTH Dresden besitzt die exklusiven Lizenzrechte für Europa für

dieses Verfahren und ist somit in der Lage, abhängig von den Gegebenheiten und Anforderungen des Kunden jeweils eine speziell angepasste Lösung anzubieten.

Die Integration partikulierter Molkenproteine in den Käse eröffnet ökonomisch und ernährungsphysiologisch überaus vielversprechende Möglichkeiten und wird sich in den nächsten Jahren mit großer Sicherheit als eine Standardapplikation in der Käsereiindustrie etablieren. LTH Dresden verfügt über umfangreiche Erfahrungen auf diesem Gebiet und steht gern als Ansprechpartner für alle Fragen dazu zur Verfügung. □

#### LITERATUR:

Spiegel, T.: Thermische Denaturierung und Aggregation von Molkenproteinen in Ultrafiltrationsmolkenkonzentraten – Reaktionskinetik und Partikulieren im Schabewärmetauscher –. Dissertation TU München, München, 1999.

Huss, M.: Herstellung von partikulierten Molkenproteinen aus Süß- und Sauermolke – Funktionelle Eigenschaften in Milchprodukten. Vortrag auf dem Weihenstephaner Technologieseminar, Weihenstephan, 2002.

Deutsches Patent- und Markenamt: Offenlegungsschrift DE 199 06379 A1 vom 17.08.2000.

# Know-How for your success



**LTH Dresden**

- **Prozesstechnik**
- **Milch- und Molke-technologie**
- **Membranfiltration**
- **Versorgungstechnik**
- **Anlagenbau**