

Karin WEHRMUELLER<sup>1</sup>, Robert SIEBER<sup>2</sup>, Barbara WALTHER<sup>2</sup>

# Molke in der menschlichen Ernährung – ein Nahrungsmittel mit viel Potenzial

Teil 1

**M**olke fällt als Nebenprodukt bei der Quark- und Käseherstellung an. Wird die Milch mit Milchsäurebakterien wie bei der Quarkherstellung gesäuert, entsteht Sauermolke, wird sie mit Lab dick gelegt, resultiert Süßmolke daraus. Letztere muss unmittelbar nach dem Abpressen pasteurisiert werden, damit der Laktoseabbau durch die Milchsäurebakterien verhindert wird. Der pH von Süßmolke darf nicht unter 6 liegen, jener von Sauermolke ist hingegen schon beim Abpressen mit einem pH von 4,5 im sauren Bereich. Zum Verzehr gelangt vorwiegend Sauermolke oder aber Süßmolke, die gleich nach dem Abpressen mit Milchsäurebakterien gesäuert wird. Aufgrund der größeren produzierten Menge von Labkäse fällt mehr Süß- als Sauermolke an. Werden der Molke noch die Proteine und die Spuren an Fett entzogen, entsteht Milchserum.

In ihrer flüssigen Form wurde die Molke bereits im 4. Jahrhundert v. Chr. von Hippokrates und später auch im Mittelalter zur Behandlung von Gicht und Lebererkrankungen eingesetzt. Im 18./19. Jahrhundert wurde sie in zahlreichen Kuranstalten von Deutschland, Österreich und der Schweiz in Form von Trinkkuren angeboten<sup>(1)</sup>. Aufgrund dessen kann von Molke als einem der ältesten überlieferten „Wellness-Produkte“ gesprochen werden. Heute hat flüssige Molke allerdings eine geringe Bedeutung für die tägliche Ernährung. Denn es besteht nur eine geringe Nachfrage an Molkegetränken, obwohl viele innovative Produkte mit verschiedenen Geschmacksrichtungen auf dem Markt vorhanden sind. So fand in der Schweiz im Jahr 2007 lediglich ein kleiner Teil der Molke – 800 t von knapp 1,3 Mio t – in der menschlichen Ernährung in Form von Molkegetränken Verwendung<sup>(2)</sup>. Das europaweit bekannte Getränk

Rivella, das auf Molkenbasis produziert wird, ist ein erfolgreiches Beispiel für die Anwendung von Molke bzw. Milchserum in der Getränkeindustrie.

Da die Molke weltweit in großen Mengen (ca. 150 Mio t, davon in Deutschland ca. 10 Mio t) bei der Käseherstellung anfällt<sup>(3)</sup> und dabei noch etwa die Hälfte der Milch-Trockenmasse enthält, besteht ein großes Interesse an der weiteren Verwertung der Inhaltsstoffe der Molke. Von den in der Schweiz anfallenden knapp 1,3 Mio t werden momentan rund 0,9 Mio. t an Schweine verfüttert, 0,1 Mio t werden über verschiedene Wege (Dünger, Biogasherstellung, Kompostierung, etc.) entsorgt<sup>(4)</sup> und ein Großteil des verbleibenden Rests (2,179 t) zu Molkenpulver verarbeitet<sup>(2)</sup>.

Molkepulver werden aus Süßmolke mittels Vakuumindampfen sowie Sprüh- oder Walzentrocknung hergestellt. Für die Weiterverarbeitung in Lebensmitteln ist ein neutraler Geschmack erforderlich, der durch die Entmineralisierung der Molke vor ihrer Verarbeitung erreicht wird<sup>(5)</sup>. Auch können aus der Molke durch Membrantrennung und chromatographische Verfahren die Molkenproteine aufgetrennt, konzentriert und dehydriert werden. Mithilfe der Ultrafiltration werden Molkenproteine mit einer Trockenmasse von 18 % aus der Molke abgetrennt und anschließend zu einem Pulver mit einer Proteinkonzentration von 70–80 % getrocknet. Einen noch höheren Proteingehalt von 90–96 % weisen Molkenproteinisolate auf. Diese Pulver und Isolate werden als Grund-

**Tabelle 1: Zusammensetzung von Süß- und Sauermolke sowie Molkenpulver im Vergleich zu Voll- und Magermilch (pro 100 g)**

Nährstoff		Sauermolke (113)	Süßmolke (114)	Molkenpulver (114)	Vollmilch (115)	Magermilch (115)
Energie	kcal	23	25	335	68	34
Wasser	g	93,9	93,4	7,1	87,2	90,8
Protein	g	0,6	0,8	11,8	3,3	3,4
Fett	g	0,2	0,2	1,2	4,1	0,1
Laktose	g	4,2	4,7	65,9	4,7	4,7
K	mg	140	129	1860	156	164
Ca	mg	100	68	890	120	126
P	mg	50	43	576	91	97
Mg	mg	15	1	180	10,1	10,8
Zn	µg	230	50	723	365	378
Vitamin B <sub>1</sub>	µg	40	37	490	20	20
Vitamin B <sub>2</sub>	µg	140	150	2500	157	160
Vitamin B <sub>6</sub>	µg	50	42	600	29	28
Vitamin B <sub>12</sub>	µg	0,2	0,2	2,4	0,1	0,1
Niacin	µg	200	190	800	115	100
Pantothensäure	µg	400	340	4900	475	350

<sup>1</sup> Hochdorf Nutricare AG, Siedereistrasse 9, 6281 Hochdorf, Schweiz

<sup>2</sup> Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Schwarzenburgstraße 161, 3003 Bern, Schweiz

stoff für Speiseeis, Backhilfsmittel, Kinder- und Säuglingsmilch sowie als Zusatzstoff bei der Herstellung von Produkten für Sportler eingesetzt. Außerdem können sie auch dem Tierfutter beigemischt werden<sup>(6)</sup>. Für die Verwendung der Molkenproteine in der Lebensmittelindustrie sind deren schäumende, emulgierende und gelbildende Eigenschaften sowie deren ausgezeichnete Löslichkeit und Bindungsfähigkeit von Aromastoffen von besonderem Interesse<sup>(7)</sup>. Die vielseitige Entwicklung der Molkeverwertung speziell innerhalb der letzten Jahrzehnte kann daher mit der Redewendung von „gutter-to-gold“ treffend charakterisiert werden<sup>(8)</sup>. Nicht nur für die Industrie ist Molke ein interessantes Produkt; inzwischen existieren auch viele neue Erkenntnisse über die Bedeutung der Molke und Molkenproteine für die Ernährung und Gesundheit des Menschen.

## Zusammensetzung

Bei der Quark- und Käseherstellung fallen durch die Wirkung der Milchsäure oder des Labenzym die Kaseine aus, während die Mol-

kenproteine löslich bleiben und in die Molke übergehen. Weitere wasserlösliche Verbindungen wie Laktose, Vitamine sowie Mineralstoffe und Spurenelemente verteilen sich entsprechend des Wassergehaltes in Käse und Molke, während Fett und fettlösliche Vitamine mehrheitlich in Quark und Käse zu finden sind. Süß- und Sauermolke unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung nicht wesentlich voneinander (Tabelle 1).

### Laktose

Mit einem durchschnittlichen Anteil von 4,7 g/100 g in Süß- und 4,2 g/100 g in Sauermolke ist Laktose das dominierende Kohlenhydrat. Der Laktosegehalt von Süßmolke entspricht also praktisch demjenigen von Milch. Infolge der partiellen Vergärung der Laktose zu Milchsäure enthält Sauermolke etwas weniger Laktose. Daher ist deren Milchsäuregehalt mit durchschnittlich 400 bis 500 mg/100 g höher als bei der Süßmolke (50 bis 200 mg/100 g). Daneben sind in sehr geringen Konzentrationen weitere Kohlenhydrate wie Glukose, Galaktose, Laktulose sowie verschiedene Oligosaccharide und Glykoproteine vorhanden.

### Proteine

Bei den Proteinen in der Molke handelt es sich um jene Milchproteine, die nach dem Ausfällen von Kasein bei einem pH von 4,6 und 20 °C löslich bleiben<sup>(9)</sup>. Zu diesen Molkenproteinen zählen das  $\beta$ -Laktoglobulin (45%), das  $\alpha$ -Laktalbumin (17%), die Immunoglobuline (11%), die Proteose-Peptide (11%), das Serumalbumin (5%), die Glykomakropeptide (8%) (nur in Süßmolke vorkommend), verschiedene Minorproteine wie Glykoproteine (z. B. Laktoferrin und Transferrin), etwa 60 Enzyme sowie die Peptidhormone Prolaktin, Somatostatin und freisetzende Faktoren/Hormone (releasing factors/hormons) wie auch Spuren von Proteinen aus der Fettkügelchenmembran<sup>(1)</sup>.

Diese verschiedenen Molkenproteine unterscheiden sich vor allem in der Anzahl der Aminosäuren. Beispielsweise enthält das  $\beta$ -Laktoglobulin B 162, das  $\alpha$ -Laktalbumin 123, Serumalbumin 583 und Laktoferrin 689 Aminosäuren. Über die Hälfte der Aminosäuren des  $\beta$ -Laktoglobulins und des  $\alpha$ -Laktalbumins sind essenziell (lebensnotwendig); beim Serumalbumin sind es 40%. Nebst dem hohen Gehalt

Zertifizierte Bio-Lebensmittel sind viel mehr als ein Produkt – sie sind Ausdruck eines Lebensstils. Willkommen auf der BioFach!



Nürnberg, Germany  
16. – 19.2.2011



# BioFach 2011

Weltleitmesse für Bio-Produkte

Hier trifft sich die Bio-Welt

[www.biofach.de](http://www.biofach.de)

Alle Aussteller, Produkte  
und Neuheiten:  
[www.ask-BioFach.de](http://www.ask-BioFach.de)

Veranstalter  
NürnbergMesse  
Tel +49 (0) 9 11. 86 06-49 09  
Fax +49 (0) 9 11. 86 06-49 08  
[besucherservice@nuernbergmesse.de](mailto:besucherservice@nuernbergmesse.de)

Zutritt nur für Fachbesucher

Schirmherr der BioFach  
**IFOAM**  
International Federation of  
Organic Agriculture Movements

Nationaler Ideeller Träger  
**BOLW**  
Bund Ökologische  
Lebensmittelwirtschaft

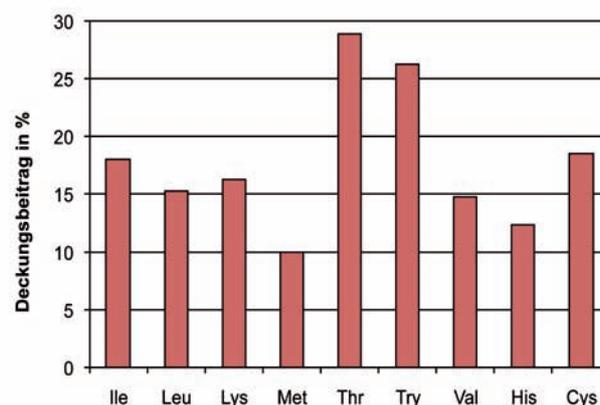
NÜRNBERG MESSE

**Tabelle 2: Biologische Wertigkeit (BW), Protein-Wirkungs-Verhältnis (Protein Efficiency Ratio, PER), Netto-Protein-Verwertung (Net Protein Utilization, NPU) und der nach Protein-Verdaulichkeit korrigierte Aminosäurewert (Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score = PDCAAS) von Molkenprotein im Vergleich zu einigen anderen Proteinen<sup>(28, 101)</sup>**

Protein	BW nach Kofranyi	PER	NPU	PDCAAS
Molkenprotein	104	3,2	92	1,00
Ei	100	3,9	94	1,00
Rind	92	2,9	73	0,92
Bohnen	72	0	0	0,75
Kasein	72	2,5	76	1,00
Milch	88	2,5	82	1,00
Erdnüsse	–	1,8	–	0,52
Sojaprotein	85	2,2	61	1,00
Gluten (Weizen)	58	0,8	67	0,25

an essenziellen Aminosäuren (siehe Abbildung 1) sind Molkenproteine im Vergleich zu anderen Proteinquellen sehr gute Lieferanten von Cystein und Glutaminsäure sowie von verzweigtkettigen Aminosäuren (siehe Abbildung 2). Zu diesen zählen die essenziellen Aminosäuren Isoleucin, Valin und Leucin. Deren Anteil beträgt beim  $\beta$ -Laktoglobulin ein Viertel und bei den beiden anderen Proteinen  $\alpha$ -Laktalbumin und Serumalbumin ein Fünftel<sup>(9)</sup>.  $\beta$ -Laktoglobulin ist der häufigste Auslöser von Milchproteinallergien im Kleinkindalter (es kommt in Muttermilch nicht vor). Es weist verschiedene Bindungsstellen für Mineralstoffe, fettlösliche Vitamine (Retinol-Carrier) und Lipide auf und kann so deren Absorption erhöhen, was vor allem bei den Mineralstoffen Kalzium und Zink von Bedeutung ist<sup>(10)</sup>. Unter den Immunglobulinen (IgG<sub>1</sub>, IgG<sub>2</sub>, IgA und IgM), die funktionell zu den Antikörpern gehören und die das Neugeborene vor Infektionen schützen und eine passive Immunität für das Kleinkind bereitstellen, kommt das IgG<sub>1</sub> in Milch und somit auch in Molke am häufigsten vor. Die Immunglobuline machen ungefähr 1 % der gesamten Milchproteine und ca. 6 % der Molkenproteine aus. In Kuhmilch kommt IgG<sub>1</sub> mit ca. 4,6 g/100 g während der Kolostralperiode und mit 0,03–0,06 g/100 g in der reifen Milch am häufigsten vor. Immunglobuline sind jedoch nicht sehr stabil und überstehen nur teilweise die Verdauung, wodurch die meisten von ihnen deaktiviert werden<sup>(9)</sup>. Proteose-Peptide entstehen bei der Käseherstellung durch die Wirkung des Enzyms Plasmin (= Milchdopeptidase) aus dem  $\beta$ -Kasein und gehen in die Molke über<sup>(1)</sup>. Der Gehalt des Glykomakropeptids (GMP) in Molke hängt vom Herstellungsverfahren des Käses ab und kann bei Labgerinnung bis zu 15 % der Molkenproteine betragen. Bei der

**Abbildung 1: So helfen 5 dl Süßmolke<sup>(114)</sup>, den Aminosäurebedarf einer 60 kg schweren Frau abzudecken**



Chymosineinwirkung auf das  $\kappa$ -Kasein entsteht zum einen para- $\kappa$ -Kasein, das in den Käsebruch übergeht, und zum anderen das Glykomakropeptid (auch als Kaseinmakropeptid bezeichnet), das in die Molkenfraktion gelangt<sup>(9)</sup>. Da dieses Peptid die Aminosäure Phenylalanin nicht enthält, ist dessen Verzehr für Menschen mit Phenylketonurie unbedenklich<sup>(10)</sup>. So wurde erst kürzlich über ein Produkt mit diesem Peptid für diese Personengruppe berichtet<sup>(11)</sup>. Inzwischen zeigte sich bei acht Erwachsenen und drei jungen Männern mit Phenylketonurie nach dem Verzehr eines Frühstücks mit GMP im Vergleich zu einem mit Aminosäuren-angereicherten Frühstück ein stärkeres Sättigungsgefühl und eine niedrigere Konzentration von Ghrelin, einem appetitstimulierenden Hormon. Dies ist für diese Personengruppe vorteilhaft, weil sie sich über anhaltenden Hunger beklagen<sup>(12)</sup>. Im Weiteren kann die erosive Wirkung von sauren Getränken auf den Zahnschmelz durch GMP und seiner Fraktionen vermindert werden<sup>(13)</sup>.

Laktoferrin kann als eisenbindendes Glykoprotein zwei Fe<sup>3+</sup>-Atome pro Molekül binden. Im Gegensatz zur Muttermilch (100 bis zu 352 mg/100 g)<sup>(14)</sup> kommt Laktoferrin in Kuhmilch wie auch in Molke nur in sehr kleinen Mengen vor (2–10 mg/100 g), wobei der Gehalt vom Laktationsstadium abhängt<sup>(9)</sup>. Da die Menge in Kuhmilch und damit auch in der Molke gering ist, bleibt die Frage offen, inwieweit Laktoferrin in diesen Lebensmitteln für die menschliche Ernährung von Bedeutung ist<sup>(15)</sup>. Die orale Verabreichung von bovinem Laktoferrin kann jedoch zu einer Modulation der Immunaktivität, im speziellen der T-Zell-Aktivierung und des Antioxidantienstatus führen<sup>(16)</sup>. Unter den verschiedenen Enzymen in der Molke weist die Laktoperoxidase mit 0,7–3,9 Enzymeinheiten pro Liter die stärkste Aktivität auf. Letzteres Enzym ist verhältnismäßig hitzestabil und relativ

resistent gegenüber Verdauungsenzymen und übersteht daher zum Teil die Passage durch den Verdauungskanal<sup>(15)</sup>. Bioaktive Peptide sind im Proteinmolekül als zunächst inaktive Aminosäuresequenzen vorhanden. Durch enzymatische Proteolyse, z. B. während der Verdauung oder dem Käse-Herstellungsprozess, werden die Peptide herausgelöst und können somit im aktivierten Zustand verschiedene physiologische Funktionen ausüben. Sie wirken zum Beispiel unter anderem blutdrucksenkend, opioid, mineralbindend und immunmodulierend. Bei den Molkenproteinen dienen  $\beta$ -Laktoglobulin,  $\alpha$ -Laktalbumin und Laktoferrin als Quellen der biologisch aktiven Peptide,  $\beta$ - und  $\alpha$ -Laktorphine sowie Laktoferricin. Auch von Serumalbumin sind bioaktive Peptide wie Albutensin A und Serophin bekannt<sup>(17–19)</sup>. Auch wenn die Laktorphine funktionelle Eigenschaften vor allem im Bereich der Immunfunktion und im Verdauungssystem haben, sind die in Molke resp. Molkenpulver vorhandenen bioaktiven Peptide wahrschein-



deZaan™

# TRADITION, SPITZENLEISTUNG UND JETZT SCHOKOLADE!

DeZaan™ ist seit beinahe einem Jahrhundert als Weltmarktführer anerkannt. Sein Erfolg basiert auf der Qualität seiner Produkte, dem Fokus auf Innovation sowie der Leidenschaft und den Kenntnissen der Mitarbeiter. Diese Tradition der Spitzenleistung führte dazu, dass deZaan zum bevorzugten Anbieter von Kakao- und Schokoladeprodukten aufstieg.

Nun ist diese Tradition der Spitzenleistung zu einem kompletten Sortiment europäischer Schokoladespezialitäten ausgebaut worden. Schokolade von deZaan – aus Manufakturen in Belgien, dem Vereinigten Königreich oder Deutschland – stellt eine überzeugende neue Alternative dar.

Wir laden Sie ein, das Potenzial unseres reichhaltigen Sortiments zu erkunden und mehr über unsere Welt der Schokolade und des Kakaos in Erfahrung zu bringen.



Die 28.000 Mitarbeiter von Archer Daniels Midland Company (NYSE: ADM) verarbeiten Tag für Tag Mais, Ölsaaten, Weizen und Kakao zu Lebensmitteln. Wir sind weltweit führend im Anbau und Transport landwirtschaftlicher Produkte und stellen ein wichtiges Bindeglied zwischen Herstellern und Verbrauchern in über 60 Ländern dar.

©2010 Archer Daniels Midland Company  
[www.adm.com/dezaan](http://www.adm.com/dezaan) / [admcoconutinternational@adm.com](mailto:admcoconutinternational@adm.com)

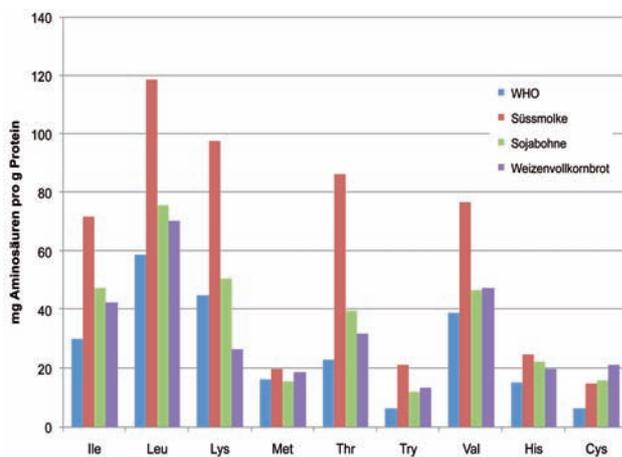


lich aufgrund des geringen Vorkommens nur von untergeordneter Bedeutung<sup>(17,20)</sup>. Aus Molke isolierte bioaktive Peptide können jedoch durchaus physiologische Wirkungen aufweisen wie etwa eine verbesserte vaskuläre Funktion<sup>(21)</sup>.

### Übrige Inhaltsstoffe

Molke ist praktisch fettfrei. Die Spuren an Fett beeinflussen den Energiegehalt sowie die ernährungsphysiologische Bedeutung von Molke nicht. Dies ist unter anderem ein Grund, weshalb Molke bei Reduktionsdiäten empfohlen wird.

**Abbildung 2:** Konzentration der essenziellen (ohne Phe) und semi-essenziellen (His, Cys) Aminosäuren in Süßmolke, Sojabohnen und Weizenvollkornbrot<sup>(114)</sup> im Vergleich zur von der WHO empfohlenen Menge in mg pro g Protein<sup>(29)</sup>



Bei der Käseherstellung gehen die fettlöslichen Vitamine A, D, E und K mit dem Milchfett in die fetthaltigen Fraktionen (Käse) über, während die wasserlöslichen zu einem großen Teil in der Molke verbleiben. Die wasserlöslichen Vitamine B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> und Pantothenensäure liegen in der Molke in ernährungsphysiologisch relevanten Konzentrationen vor.

Je nach Herstellungsverfahren verbleiben zwischen einem und zwei Drittel der in der Milch ursprünglich vorhandenen Mineralstoffe Kalzium, Phosphor und Kalium in der Molke. Weitere in der Molke vorkommende Mineralstoffe und Spurenelemente sind Magnesium, Zink, Eisen, Kupfer und Jod, deren Gehalt jedoch wie auch in der Milch gering ist.

### Ernährungsphysiologische Bedeutung der Molke

Molke wird mehr und mehr mit Gesundheit und Funktionalität assoziiert. Da sie sehr viel Wasser enthält, ist in Molkegetränken ein starker Verdünnungseffekt der Inhaltsstoffe zu verzeichnen. Trotzdem kann Molke zur Versorgung von wichtigen Mikronährstoffen beitragen. Hier sind insbesondere Kalium, Kalzium,

Magnesium sowie die Vitamine B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> und Pantothenensäure zu erwähnen. Zum Beispiel kann mit fünf dl Molke ein wesentlicher Beitrag zur B<sub>12</sub>-Versorgung geleistet werden. Damit werden 25 bis 30 Prozent des Tagesbedarfs dieses Vitamins abgedeckt, was gerade für Vegetarier vorteilhaft ist. Ebenso kann mit diesem Volumen der tägliche Bedarf eines Erwachsenen an Vitamin B<sub>2</sub> zu über 50 Prozent und jener an Pantothenensäure zu einem Drittel gedeckt werden, dagegen nur gerade zwischen einem und zwei Prozent des Fett- und fünf bis zehn Prozent des Energiebedarfes (siehe Abbildung 3).

### Laktose

Laktose ist in Molke wie auch in Molkepulver in bedeutender Konzentration vorhanden (Tabelle 1). Dieser Sachverhalt ist besonders für laktoseintolerante Menschen von Bedeutung. Laktoseintoleranz basiert auf einer verminderten Aktivität oder einem Mangel des laktosespal tenden Enzyms Laktase im Dünndarm. Folglich wird dort die Laktose nicht mehr gespalten und gelangt als Disaccharid in die unteren Darmabschnitte, wo sie durch die dort vorhandenen Bakterien zu organischen Säuren, Kohlendioxid, kurzkettigen Fettsäuren, Wasserstoff und diversen Gasen abgebaut wird (Abbildung 4). Dies führt zu Symptomen wie Blähungen, Durchfall, diffusen Bauchbeschwerden, Bauchkrämpfen, Übelkeit oder Erbrechen<sup>(22,23)</sup>. Laktose hat jedoch auch viele positive Eigenschaften<sup>(22)</sup>:

– Wegen der geringen Süßkraft von 0,2 bis 0,4 (Saccharose = 1) ist Laktose für die Verwendung in Säuglingsnahrungsmitteln geeignet. Sehr süße Nahrungsmittel fördern wahrscheinlich schon im Säuglingsalter den Appetit und damit einen übermäßigen Verzehr von Lebensmitteln mit weitreichenden Folgen bis ins Erwachsenenalter

– Laktose und Galaktose sind weniger kariogen als andere Mono- und Disaccharide. Die Säurebildung aus diesen beiden Zuckern in der Mundhöhle verläuft relativ langsam. Auch die Pufferkapazität des Speichels vermindert die Kariogenität von Laktose zusätzlich. Im Gegensatz dazu weist Saccharose unter den verschiedenen Zuckern wegen der leichten Fermentierbarkeit die größte Kariogenität auf. Sie wird vom Bakterium *Streptococcus mutans*, das in der Mundflora dominiert, als Substrat bevorzugt.

– Der glykämische Index (GI) von Laktose ist mit 46 niedrig verglichen mit der Referenzsubstanz Glukose (GI = 100) oder gegenüber Saccharose (GI = 68)<sup>(24)</sup>. Der GI beschreibt die Wirkung von kohlenhydrathaltigen Lebensmitteln auf den Blutzuckerspiegel. Je höher der Wert ist, desto schneller steigt der Blutzuckerspiegel an, was zu einer starken Ausschüttung des Hormons Insulin führt. Der darauffolgende starke Abfall des Blutzuckerspiegels verursacht Veränderungen im Stoffwechsel, die ein Hungergefühl hervorrufen und dadurch eine erneute Nahrungsaufnahme bewirken. Von Bedeutung ist dies bei einer verminderten Insulinsensitivität (z. B. Diabetes mellitus) oder bei der Appetitkontrolle. Zudem vermochte eine Peptidfraktion, die aus Molke gewonnen wurde, den Blutglukosespiegel zu vermindern und verringerte den glykämischen Index von Glukose<sup>(25)</sup>.

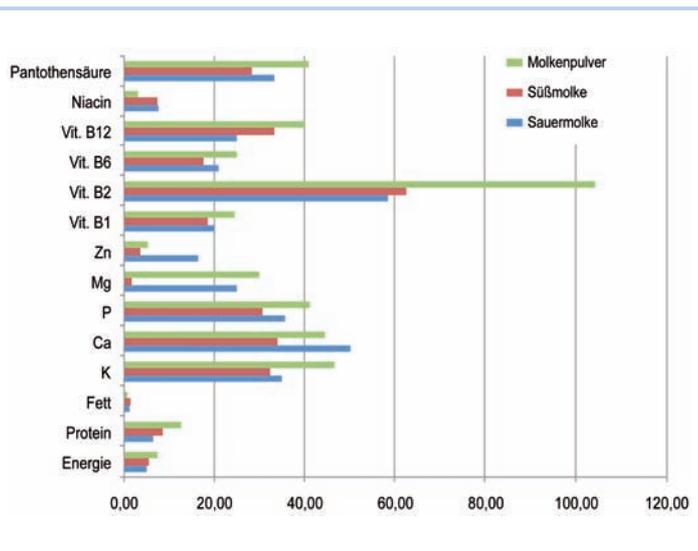
– Die Mineralstoffabsorption wird durch den gleichzeitigen Verzehr von Laktose begünstigt, was als weiterer Vorteil angesehen werden kann. Vor allem Kalzium und Magnesium werden vermehrt absorbiert. In einem Versuch mit Isotopen wurde aus einer laktosehaltigen Säuglingsnahrung 10,3 % mehr Kalzium absorbiert als aus einer laktosefreien<sup>(26)</sup>.

– Abhängig von der individuellen Laktosetoleranz ist die stuhlregulierende Wirkung von Laktose. Was bei laktoseintoleranten Personen unangenehme Erscheinungen verursacht, ist für laktosetolerante Menschen von Vorteil, da unverdaute Laktose den Wassergehalt im Stuhl erhöht und somit die Durchgangszeit des Stuhls bei Personen mit Verstopfung reduziert. Sie ist auch ein Substrat der Darmflora und fördert somit als Präbiotikum das Wachstum der günstigen Bifido- und Milchsäurebakterien<sup>(22,27)</sup>.

### Molkenproteine

Die meisten spezifischen, gesundheitsfördernden Eigenschaften von Molke werden auf die Molkenproteine zurückgeführt. Wegen des

**Abbildung 3:**  
Beitrag von 5 dl  
Milch (Sauer-  
milch<sup>(113)</sup>,  
Süßmilch)  
und 50 g  
Milchpulver<sup>(114)</sup>  
zum Tagesbedarf  
einer 25- bis  
51-jährigen,  
gesunden  
Frau<sup>(116)</sup>



hohen Wassergehaltes enthält z. B. ein Liter Süßmilch nur gerade sechs g Protein.

#### Proteinqualität

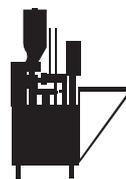
Die Qualität von Proteinen wird meist als biologische Wertigkeit (BW) angegeben. Diese ist ein Maß für die Eignung eines Nahrungsproteins zum Ersatz von Körperprotein. An Menschen wurde von Kofranyi die biologische Wertigkeit mithilfe der Stickstoff-Bilanzminimum-Methode ermittelt. Als weitere Kennzahlen der biologischen Wertigkeit werden aus dem Wachstum von Ratten die Netto-Protein-Verwertung (Net-Protein Utilization, NPU) und das Protein-Wirkungs-Verhältnis (Protein Efficiency Ratio, PER) abgeleitet. PER wird bei jungen Ratten als Gewichtszunahme dividiert durch die verzehrte Proteinmenge definiert und NPU an zwei Gruppen wachsender Ratten ermittelt. Die biologische Wertigkeit eines Lebensmittels ist v. a. von den darin enthaltenen essenziellen Aminosäuren abhängig. Deshalb werden auch aufgrund des Gehalts eines Proteins an diesen Aminosäuren der „Chemical Score“ sowie der „Essential Amino Acid Index“ berechnet<sup>(28)</sup>. Eine neuere Bestimmungsmethode der Proteinqualität ist der von der WHO und FAO empfohlene, nach Protein-Verdaulichkeit korrigierte Aminosäurewert (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score, PDCAAS). Es handelt sich um die nach der Proteinverdauung verfügbaren Aminosäuren. Dabei wird der Gehalt der ersten limitierenden essenziellen Aminosäuren (= jene Aminosäure, von der bezogen auf ihren Bedarf am wenigsten im Protein enthalten ist) eines Nahrungsmittels durch den Gehalt der gleichen Aminosäure in einem definierten Standard-Aminosäureprofil geteilt. Sodann wird dieser Index mit der bei Ratten gemessenen wahren Verdaulichkeit des Testproteins multipliziert. Dieser Wert berücksichtigt die

tatsächliche Verwertbarkeit des Proteins auf Basis der limitierenden essenziellen Aminosäure und kann maximal 1 betragen. Aber auch diese Einteilung wird bei Experten kontrovers diskutiert<sup>(29)</sup>.

Aufgrund dieser verschiedenen Kennzahlen sind für den Menschen Molkenproteine im Vergleich zu anderen Aminosäurequellen als sehr wertvoll zu beurteilen (Tabelle 2). Diese gute Proteinqualität ist auf den hohen Gehalt an essenziellen Aminosäuren insbesondere auch der verzweigt-kettigen Aminosäuren zurückzuführen<sup>(1)</sup>. Deshalb sind Molkenproteine auch geeignet, andere Proteine, insbesondere solche pflanzlicher Herkunft, aufzuwerten. So ergab nach Jekat und Kofranyi<sup>(30)</sup> eine Mischung von Laktalbumin und Kartoffeln im Verhältnis von 70 : 30 eine BW von 134 und lag damit praktisch im gleichen Bereich wie die Mischung von Ei und Kartoffeln (36 : 64) mit 136 und etwas höher als diejenige von Milch und Weizenmehl (75 : 25) von 125<sup>(28)</sup>.

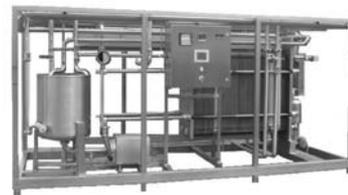
#### Molkenproteine sind schnell verdaubar

Die Milchproteine zeigen im Verdauungstrakt ein unterschiedliches Verhalten. Molkenproteine bleiben im sauren Magenmilieu löslich und werden so schnell in den Darm entleert. Im Gegensatz dazu gerinnt beim tiefen pH des Magens das Kasein und es entsteht ein festes Koagulat, das nur langsam aus dem Magen abgegeben wird. Dieses unterschiedliche Verhalten konnte bereits in den 80er-Jahren in Versuchen an Minischweinen mit roher und erhitzter Milch gezeigt werden<sup>(31)</sup>. Um die Jahrtausende konnten auch am Menschen diese Unterschiede beobachtet werden<sup>(32-34)</sup>. Dabei nehmen die postprandialen Aminosäurekonzentrationen im Plasma nach der Zufuhr von Molkenproteinen schnell und kurzzeitig zu, mit einem Peak zwischen 40 Minuten und zwei Stunden. Nach der Kaseinzufuhr und in Übereinstimmung mit der verzögerten Magenentleerung wurde ein langsamerer und geringerer Anstieg der Aminosäurekonzentration im Plasma beobachtet. Dafür wird deren Konzentration für etwa sieben Stunden nach dem Konsum aufrechterhalten. Aus diesem Grund werden Molkenproteine als „schnelle“ und Ka-



## MACHINEHANDEL LEKKERKERKER B.V.

Ankauf – Überholung – Verkauf



### Spezialist in gebrauchten Molkereimaschinen

- Separatoren
- Homogenisiermaschinen
- Pasteurisierungsanlagen
- Verpackungsmaschinen
- Buttermaschinen
- komplette Molkereien

[www.lekkerkerker.nl](http://www.lekkerkerker.nl)

Lagerliste auf unserer Website

Handelsweg 2 | 3411 NZ Lopik | Niederlande  
Telefon: 0031-348 / 558080 | Telefax: 0031-348 / 554894  
E-Mail: [info@lekkerkerker.nl](mailto:info@lekkerkerker.nl)

seine als „langsame“ Proteine bezeichnet<sup>(33)</sup>. Auch bei der Erhöhung der postprandialen Nettoproteinsynthese während einer kurzzeitigen Bettlägerigkeit war die Zufuhr von Molkenproteinen dank deren rascher Verdauung effizienter als diejenige von Kasein<sup>(35)</sup>.

### **Molkenproteine wirken sättigend**

Die Hemmung des Essens als Folge des Essvorgangs wird als Sättigung bezeichnet und durch verschiedene Faktoren wie Energiedichte, Gewicht und Volumen, Makronährstoffzusammensetzung, Partikelgröße, Aussehen, Zufriedenheit und Schmackhaftigkeit beeinflusst. Unter den Makronährstoffen wurde bereits verschiedentlich den Proteinen – dabei spielt die Zeit des Verzehr eine entscheidende Rolle<sup>(36)</sup> – eine möglicherweise stärker sättigende Wirkung zugesprochen als den Kohlenhydraten<sup>(37–39)</sup>. So wirkte beispielsweise Magermilch im Vergleich zu einem Fruchtgetränk vier Stunden nach Verzehr stärker sättigend<sup>(40)</sup>. Die sättigende Wirkung von Molkenprotein war größer als jene von Kasein, Sojaprotein und Eialbumin<sup>(41–43)</sup>. Nach einem Frühstück mit verschiedenen Proteinen zeigte  $\alpha$ -Laktalbumin wie auch Gelatine ein um 40 Prozent stärkeren Sättigungseffekt als Kasein, Soja, Molke oder Molke ohne GMP und führte zu einer um 20 Prozent niedrigeren Energieaufnahme<sup>(44)</sup>. Ein Frühstück mit einem hohen Proteingehalt (je 41 %), der durch Zugabe von Molkenprotein oder GMP-freiem  $\alpha$ -Laktalbumin erreicht wurde, erzeugte zudem eine höhere Thermogenese als ein Frühstück mit normalem Proteingehalt (17 %). Im Vergleich der beiden Mahlzeiten mit hohem Proteingehalt verminderte das mit  $\alpha$ -Laktalbumin supplementierte Frühstück das Auftreten von Hunger wie auch den Wunsch zu essen stärker<sup>(45)</sup>.

Vorgängig eingenommenes Molkenprotein in Mengen von 20 bis 40 g unterdrückte dosisabhängig die nachfolgende Nahrungsaufnahme. Ebenso reduzierten zehn bis 40 g Molkenprotein, nicht aber Molkenproteinisolat, die nach dem Essen gemessene Blutglukosekonzentration wie auch die Insulinausschüttung. Sowohl bei gesunden als auch insulinresistenten Personen könnte der Vorab-Verzehr von Molkenprotein eine wirksame Strategie zur Kontrolle der Blutglukose sein<sup>(46)</sup>. Bei Typ 2-Diabetes-Patienten führte die Verabreichung von Molkenprotein vor oder gleichzeitig mit einer kohlenhydratreichen Mahlzeit zu einer reduzierten postprandialen Glykämie und zu einer erhöhten Freisetzung von Insulin<sup>(47)</sup>. Letzteres wurde auch bei gesunden Personen nach Verabreichung von Molkenproteinisolat oder Molkenproteinhydrolysat (um 28 resp. 43 % erhöht) festgestellt<sup>(48)</sup>. Zudem war bei Typ 2-

Diabetes-Patienten die Konzentration des Glukose-abhängigen insulinotropen Polypeptids, Insulins und Cholecystokinins nach dem Verzehr von Molke, die vor oder innerhalb einer Mahlzeit eingenommen wurde, erhöht. Für das Glukagon-ähnliche Peptid 1 trifft dies hingegen nur nach dem Vorab-Verzehr von Molke zu<sup>(49)</sup>.

Für die Wirkung der Molke und Molkenproteine auf die Sättigung werden verschiedene Faktoren verantwortlich gemacht: Molkenproteinfraktionen per se, bioaktive Peptide, durch die Verdauung freigesetzte Aminosäuren sowie die kombinierte Wirkung von Molkenproteinen und/oder Peptiden und/oder Aminosäuren mit anderen Milchbestandteilen<sup>(50)</sup>. Dabei interessiert unter anderem der Einfluss des GMP. Bei 50 gesunden Personen, denen eine halbe Stunde vor dem Mittagessen unterschiedliche Getränke (Milchshake mit Maltodextrin-Kohlenhydrat = Kontrolle, Molkenproteinisolat ohne GMP, Molkenproteinisolat mit natürlich vorhandenem GMP oder letztere Variante mit zusätzlich zugegebenem GMP) verabreicht wurden, war die Variante mit dem natürlich vorhandenem GMP-Gehalt stärker sättigend als die anderen Varianten. Zwar beeinflusste das Molkenproteinisolat mit GMP das Völlegefühl, aber dies wirkte sich nicht in einer geringeren Nahrungsaufnahme beim Lunch aus<sup>(51)</sup>. Hingegen hatte die Verabreichung von Glykomakropeptiden in Molke bei Versuchspersonen verglichen mit der Kontrolle keine Wirkung auf die subjektive Sättigung, die Cholecystokininfreisetzung oder Nahrungsaufnahme in einer Testmahlzeit, was auf eine unzureichende Zufuhr an diesen Peptiden zurückgeführt wird<sup>(52)</sup>. Auch die Verabreichung von Molke mit GMP in einer Vanillecrème zum Frühstück beeinflusste die Sättigung nicht im Vergleich zu Molke ohne GMP, hingegen war im ersten Falle die Energieaufnahme um etwa zehn Prozent geringer als im zweiten Falle<sup>(53)</sup>. Neben diesen Faktoren scheint auch die Viskosität eines Lebensmittels eine Rolle zu spielen. In einem Versuch, bei dem Probanden einen Drink, entweder auf Molkenprotein- oder Alginatbasis mit geringer Viskosität oder hoher Viskosität, erhielten, scheint die Viskosität und/oder die Gel-Festigkeit den Hunger mehr zu reduzieren als die Art des Proteins<sup>(54)</sup>. Möglicherweise wird auch über die Beeinflussung des Glukagon-ähnlichen Peptids 1 die besprochene Wirkung erreicht, denn es reduziert nach oraler Aufnahme die Energieaufnahme um 13,6 %<sup>(55)</sup>. □

*Das umfangreiche Literaturverzeichnis kann bei der Redaktion angefordert werden.*

# Upländer Bioübernehmen

Seit dem ersten Januar 2011 betreiben die Biomilch-Lieferanten der Upländer Bauernmolkerei eine weitere Betriebsstätte im hessischen Neukirchen im Schwalm-Eder-Kreis. Das Sortiment der Upländer wird zukünftig durch eine breite Palette von Bio-Käsesorten erweitert. Insgesamt können in der Käserei in Neukirchen bis zu 60 Mio kg Milch verarbeitet werden.

Die neue Käserei wird betrieben von der Bauernmolkerei Neukirchen GmbH, deren Muttergesellschaft die Milcherzeugergemeinschaft Hessen w. V. ist. In der Milcherzeugergemeinschaft haben sich die Biomilch-Lieferanten zusammengeschlossen, die zur Upländer Bauernmolkerei liefern. Dort hat die Erzeugergemeinschaft eine Mehrheitsbeteiligung. Das Werk in Neukirchen gehörte bisher zur Hochwald Nahrungsmittelwerke GmbH. Von den 55 ehemals im Werk beschäftigten Mitarbeitern werden 35 in der Bauernmolkerei

**Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Bauernmolkerei Neukirchen. Vorn links Geschäftsführerin Karin Artzt-Steinbrink, vorn rechts Betriebsleiter Ralf Spangenberg, dahinter Vorsitzender Josef Jacobi**

