

Milch wird hoch erhitzt oder filtriert

Heute werden vier Verfahren angewendet, um Frischmilch mit verlängerter Haltbarkeit, sogenannte ESL-Milch, zu produzieren. Zwei basieren ausschliesslich auf Hitze, zwei auf Filtration, kombiniert mit Wärme.

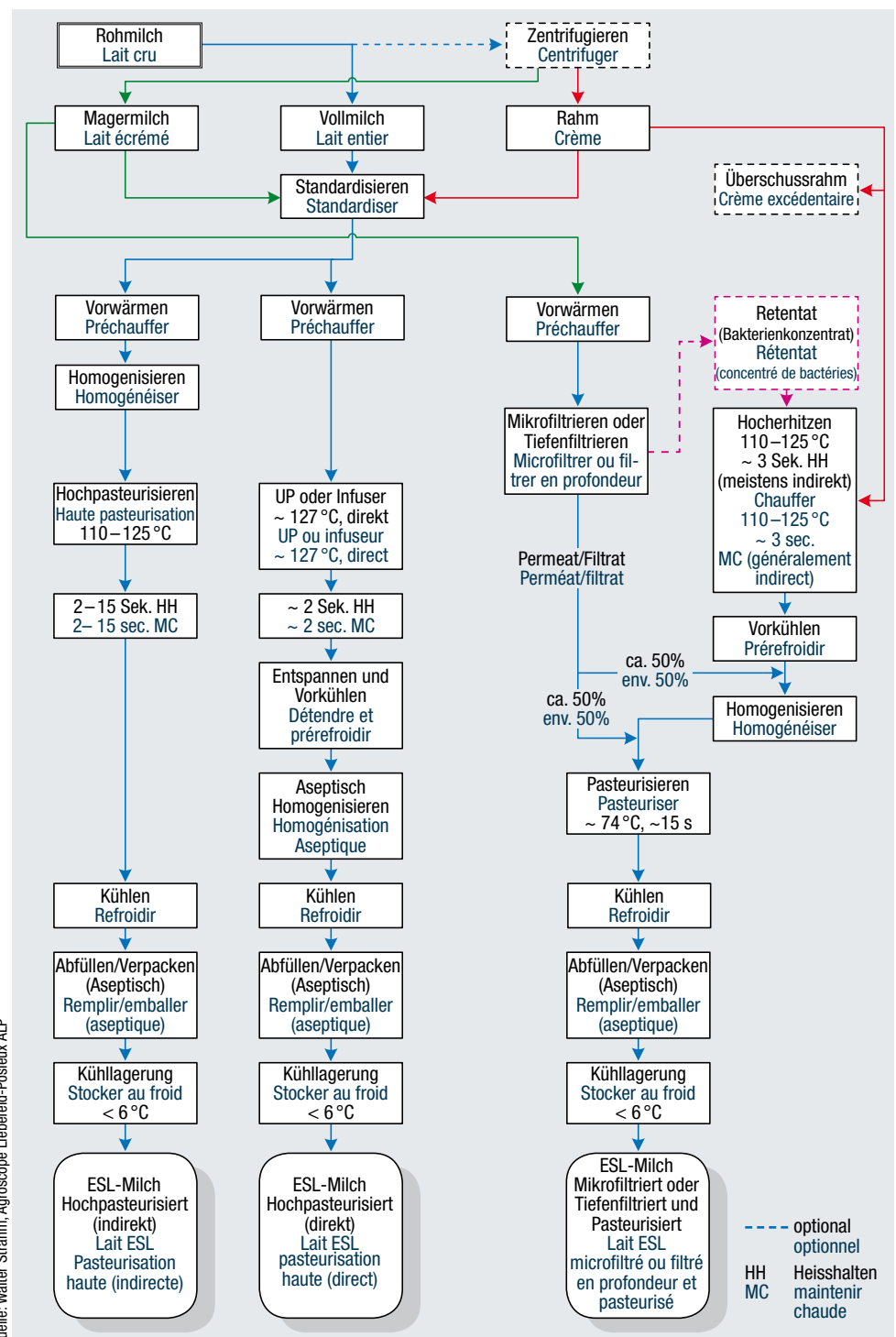
Walter Strahm und Pius Eberhard.* Für die Herstellung von ESL-Milch (ESL: extended shelf life) werden verschiedene Verfahren angewendet. Neben dem Hoherhitzungsverfahren direkt und indirekt wird auch das Filtrationsverfahren dynamisch und neuerdings auch statisch arbeitend angewendet. Ziel ist es, eine länger haltbare «Frischmilch» herzustellen. ESL-Milch muss wie Pastmilch kühl (<6 °C) abgefüllt und gelagert werden. Die verschiedenen Verfahren inklusive Abfüllprozess sind aufwendig und für kleinere Betriebe kaum realisierbar. Die Gesetzgebung regelt die Kennzeichnung einer derart hergestellten Trinkmilch noch nicht abschliessend. Es liegt momentan an der Milchindustrie und am Handel, die Konsumenten über ESL-Milch in geeigneter Weise zu informieren.

Vier Verfahren

Zur Produktion von ESL-Milch stehen derzeit vier Verfahren zur Auswahl.

■ **Die Hochpasteurisation mit dem indirekten Verfahren:** Als Anlage kann eine bestehende indirekte UHT-Anlage oder ein modifizierter Pasteur mit einem zusätzlich dazwischen geschalteten Röhrenerhitzer eingesetzt werden. Dies ist auch die günstigste Technologie um ESL-Milch herzustellen. Vor der Hoherhitzung wird die Milch homogenisiert. Die Erhitzungstemperatur liegt je nach Anlage zwischen 110 und 125 °C. Bei diesem Verfahren ist mit den grössten geschmacklichen Abweichungen gegenüber der Pastmilch zu rechnen.

■ **Die Hochpasteurisation mit dem direkten (UP)-Verfahren:** Als Erhitzer kann eine direkte UHT-Erhitzeranlage eingesetzt werden. Mittels eines Dampf-injektionssystems oder eines Dampf-infusionssystems wird die



Kategorien der Prozessstandards bei der Herstellung von ESL-Milch Catégories des standards de process dans la préparation de lait ESL				
Kategorie Catégorie	Ventiltechnik Technique de soupape	Tanklagerausführung Système de tank de stockage	Abfülltechnik Technique de remplissage	Mögliche Haltbarkeiten bei Kühl Lagerung < 6 °C Conservation possible sous réfrigération à <6 °C
Standard	Standardventiltechnik Technique de vannes standard	ohne Luftüberlagerung sans surpression d'air	Standardanlage Installation standard	ca. 10 Tage env. 10 jours
Clean	Standardventiltechnik Technique de vannes standard	drucklose Tanks mit Sterilluftüberlagerung Tank sans pression avec surpression d'air stéril	geschlossene Anlage, Sterilluft über dem Füllorgan Installation fermée, air stéril sur le module de remplissage	ca. 14 Tage env. 14 jours
Ultra-Clean	spezielle Sitzventile oder Doppelsitzventile Vannes spéciales à un siège ou vannes à deux sièges	drucklose Tanks mit Sterilluftüberlagerung Tank sans pression avec surpression d'air stéril	geschlossene Anlage, Sterilluft über dem Füllorgan und Ver- packungsmitteldekontamination Installations fermée, air stéril sur le module de remplissage et décontamination des emballages	>21 Tage >21 jours
Aseptik	Sterilventile Vannes stériles	drucküberlagerte Steriltanks Tanks stérils en surpression	Aseptikanlage Installation aseptique	ca. 30 Tage env. 30 jours

Quelle: Walter Strahm, Plus Eberhard, ALP

Milch innert Sekundenbruchteilen auf eine Temperatur von rund 127 °C gebracht. In einem Expansionsgefäß (Flashkühlung) wird die Milch auf die Homogenisationstemperatur abgekühlt und einer aseptischen zweistufigen Homogenisation unterzogen.

■ **Die Mikrofiltration:** Die Anwendung der Mikrofiltration in der Milchverarbeitung ist seit etwa 1980 bekannt. Mit diesem Verfahren können Mikroorganismen in der Magermilch mittels keramischen Membranen abgetrennt werden.

1. Die Rohmilch wird zentrifugiert (Rahm und Magermilch).

2. Die Magermilch wird auf 50 bis 55 °C erwärmt und gelangt anschliessend in den Mikrofiltrations-Prozess, bei dem die Mikroorganismen mittels keramischen Membranen mit einer mittleren Porenweite von 1,4 µm mechanisch abgetrennt werden.

3. Der Rahm wird auf 110 bis 127 °C erhitzt (meist im indirekten Verfahren), vorgekühlt, mit 50% der entkeimten Magermilch vermischt, aseptisch homogenisiert und gelangt anschliessend zum Pasteur.

4. Das Retentat (Bakterienkonzentrat), das durch die Mikrofiltration abgetrennt wurde, kann dem Rahm vor der Hoch-

erhitzung zugemischt oder einer anderen Verwertung zugeführt werden.

5. Das Gemisch aus entkeimter Magermilch mittels Mikrofiltration und dem erhitzten, homogenisierten Rahm und Retentat wird anschliessend bei 74 °C pasteurisiert und unter 6 °C gekühlt.

■ **Die Tiefenfiltration:** Die Anwendung der Tiefenfiltration in der Milchverarbeitung ist das neuste Verfahren, um ESL-Milch herzustellen und ist dem Mikrofiltrationsprozess ähnlich. Die Mikroorganismen in der Magermilch werden, ähnlich wie bei der Mikrofiltration, mittels Filter zurückgehalten. Zum

Auswirkung der Verfahren zum Haltbarmachen von Milch auf die Molkenproteinendenaturierung Effet des procédés de conservation du lait sur la dénaturation des protéines sériques				
	Milchpasteur (Pastmilch) Pasteurisateur (lait past)	Direkte Erhitzung Pasteurisation directe	Indirekte Erhitzung Pasteurisation indirecte	Mikrofiltration oder Tiefen- filtration • Microfiltration ou filtration en profondeur
Erhitzungstemperatur Température atteinte	~ 74 °C	~ 127 °C	~ 125 °C	~ 74 °C
Heisshaltezeit Temps à cette température	20 Sekunden • secondes	3 Sekunden • secondes	2 Sekunden • secondes	20 Sekunden • secondes
β-Lactoglobulin-Wert * Valeur de la β-lactoglobuline*	> 3100 mg/L	> 1600 mg/L	> 1000 mg/L	~ 2500 mg/L
Lactulose-Wert ** Valeur de la lactulose**	~ 10 mg/kg	~ 20 mg/kg	~ 30 mg/kg	~ 15 mg/kg

Quelle: Walter Strahm, Plus Eberhard, ALP

* Bei Rohmilch liegt der β-Lactoglobulin-Wert bei ca. 3600 mg/L • Dans le lait cru, la valeur de la β-lactoglobuline est d'env. 3600 mg/l

** Bei Rohmilch liegt der Lactulose-Wert bei 10 mg/kg • Dans le lait cru, la valeur de la lactulose est de 10 mg/kg

→ Bei der Mikrofiltration oder Tiefenfiltration wird der Rahm auf 110 bis 125 °C erhitzt
Dans la microfiltration ou la filtration en profondeur, la crème est chauffée à 110 à 125 °C.



zvg/MMS AG, Membrane Systems

In der Mikrofiltrationsanlage trennen keramische Membranen Mikroorganismen von der Magermilch. Les membranes en céramique de l'installation de microfiltration séparent les microorganismes du lait écrémé.

Einsatz gelangen eine Vorfiltereinheit und eine Endfiltereinheit. Jede Filtereinheit besteht aus mehreren Polypropylen-Filterkerzen (Trenngrenze Vorfilter: 0,3 µm, Trenngrenze Endfilter: 0,2 µm). Die Porengrößen sind so klein gewählt, damit Mikroorganismen infolge des Siebeffektes den Filter nicht passieren können, Milchbestandteile aber durchgelassen werden. Bei der Tiefenfiltration bleiben die Mikroorganismen am Filter hängen, und es entsteht kein Retentat (Bakterienkonzentrat) zur Weiterverarbeitung. Der Rahm wird auf 110 bis 125 °C erhitzt, vorgekühlt und mit einem Teil der filtrierten Magermilch zusammen homogenisiert. Das Gemisch aus entkeimter Magermilch mittels Tiefenfiltration und dem erhitzten, homogenisierten Rahm wird anschliessend bei 74 °C pasteurisiert und unter 6 °C gekühlt.

Abfüllen von ESL-Milch

Bei allen Verfahren muss die Milch vor dem Abfüllen möglichst tief (2 bis 5 °C) gekühlt und bei dieser Temperatur gehalten werden. Ein Steriltank oder ein sterilluftüberlagerter Tank dient als Puffer vor dem Abfüllen. Leitungsführung, Ventile, Lagertanks und Abfüllanlage für die so entkeimte Milch müssen

in aseptischer oder semi-aseptischer Ausführung sein. Anschliessend erfolgt die (aseptische) Abfüllung in entkeimtes Verpackungsmaterial. * Die Autoren arbeiten an der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP).

Haltbarkeit

ESL-Milch ist rund 21 Tage (gegebenenfalls bis 30 Tage) haltbar.

Wichtige Faktoren sind dabei:

- Rohmilchqualität (möglichst tiefe Keimbelastung <100 000 KbE/ml)
- Keimreduktionsverfahren
- aseptische Leitungsführung
- spezielle Ventiltechnik oder Sterilventile
- Sterilluftüberlagerte Tanks oder drucküberlagerte Steriltanks
- geschlossene Abfüllanlage mit Sterilluft über dem Füllorgan oder Aseptikanlage
- entkeimtes Verpackungsmaterial
- Einhalten der Kühlkette



Lait ESL

Le lait est chauffé ou filtré

Quatre procédés différents permettent aujourd'hui d'obtenir un lait frais – conservé sous réfrigération – dont la durée de conservation est prolongée à 21 jours, voir même 30 jours. Ce lait est appelé ESL (extended shelf life). Les différentes étapes sont exigeantes, y compris le conditionnement, et peu adaptées à de petites entreprises. La législation ne règle pas encore ce type de lait.

La haute pasteurisation indirecte peut se faire dans une installation UHT existante ou un pasteurisateur modifié, c'est la technologie la moins chère, mais aussi celle qui altère le plus le goût du lait. La haute pasteurisation directe peut se faire dans une installation UHT directe. Le lait est chauffé par injection de vapeur et homogénéisé ensuite.

La microfiltration est connue dans l'industrie laitière depuis 1980. Ce procédé permet de séparer les microorganismes présents dans le lait écrémé par le passage à travers une membrane de céramique dont les pores mesurent 1,4 µm. Le retentat, concentré de bactérie, peut être ajouté à la crème avant la pasteurisation à haute température, généralement par le procédé indirect. Le mélange de lait écrémé et de crème et retentat est ensuite pasteurisé.

La filtration en profondeur est un nouveau procédé en laiterie. Les microorganismes du lait écrémé sont également retenus par des filtres, le premier avec des pores de 0,3 µm et le deuxième 0,2 µm. Les microorganismes restent sur le filtre, il n'y a pas de retentat.

Lors du remplissage, le lait ESL doit être assez froid (2 à 5 °C). Il est indispensable de disposer d'un tank stérile ou avec surpression d'air stérile et toute la suite du processus doit être aseptique ou semi-aseptique. Ne pas oublier que la conservation de ce lait dépend de la qualité du lait cru, de la réduction des germes, du remplissage aseptique, d'emballages stériles et du respect de la chaîne du froid.

Walter Strahm et Pius Eberhard, ALP

Nährstoffverlust durch Hoherhitzung?

Allgemein besteht die Befürchtung, dass ESL-Milch ernährungsphysiologisch schlechtere Werte aufweist als Pastmilch. Dieser Verdacht ist unbegründet.

Barbara Walther.* Für die Herstellung von ESL-Milch (extended shelf life) werden verschiedene Verfahren angewendet. Einerseits wird durch Hoherhitzen der Vollmilch die Zahl unerwünschter Keime reduziert, andererseits kann nach der Entrahmung die Magermilch durch Mikrofiltration entkeimt, der Rahm pasteurisiert und dann wieder beigemischt werden. Da die Porengrösse der Filter mit rund 1,4 µm Durchmesser grösser ist als die Molekülmassen der Vitamine, Mineralstoffe, Proteine und Kohlenhydrate, ist bei diesem Verfahren nicht mit Nährstoffverlusten zu rechnen.

Was passiert bei der Hitzebehandlung?

Durch Hitzebehandlung jedoch können Proteine, Aminosäuren und hitzelabile Vitamine

generell geschädigt werden, was zu einem Nährstoffverlust führt. Auch bei der Lagerung ist je nach Durchlässigkeit der Verpackung und Restsauerstoffgehalt im Kopfraum bei zunehmender Lagerzeit mit weiteren Verlusten durch Oxidation zu rechnen. Da ESL-Milch bei der Verarbeitung einer höheren Temperatur ausgesetzt wird als bei der Pasteurisation und auch länger gelagert werden kann, könnten daher auch grössere Nährstoffverluste auftreten.

Für die hitzelablen Vitamine B₁, B₆, B₁₂, C und Folsäure liegen die Verluste bei der Pasteurisierung unter 10%, bei einer UHT-Behandlung zwischen 0 und 20%.

Verschiedene Versuche haben gezeigt, dass die Verluste der oben genannten Vitamine

durch die etwas höhere Erhitzungstemperatur, welche bei der Herstellung der ESL-Milch gebraucht wird, leicht grösser sind, als bei der Pasteurisation, aber geringer als beim UHT-Verfahren. Weiter konnte gezeigt werden, dass die Verluste der Vitamine B₁ und C bei diesem Verfahren am grössten sind. Der Beitrag der Milch (und Milchprodukte) zur Versorgung des Menschen mit diesen beiden Vitaminen ist ohnehin so gering, dass sie hier vernachlässigt werden können.

Direkte versus indirekte Erhitzung

Einen grösseren Einfluss als die Temperatur selbst hat die Art des Verfahrens (direkt oder indirekt). Bei indirekter Erhitzung traten auch nach vier Wochen Lagerung keine Verluste

Vor und Nachteile der Produktionsverfahren für ESL-Milch • Avantages et inconvénients des procédés de production du lait ESL

Hochpasteurisation • Haute pasteurisation		Filtration und Pasteurisation • Filtration et pasteurisation	
Indirekte Erhitzung Chauffage indirect	Direkte Erhitzung Chauffage direct	Mikrofiltration Microfiltration	Tiefenfiltration Filtration en profondeur
+ günstigste Anlage installation bon marché + gute Wärmerückgewinnung bonne récupération de chaleur + Vielseitigkeit (andere Produkte) universel (utilisable pour d'autres produits)	+ wenig Proteindenaturierung moins de dénaturation des protéines + Geschmack der Milch goût du lait + Vielseitigkeit (andere Produkte) universel (autres produits)	+ längere Erfahrung • longue expérience + mehrere Anbieter plusieurs fournisseurs + besserer Wirkungsgrad der Membranen meilleur degré d'efficacité des membranes + Standzeiten (bis ca. 10 Stunden) temps standard (jusqu'à env. 10 h) + chemische Beständigkeit der Membranen stabilité chimique des membranes + Keramikfilter halten bis über 5 Jahre filtres céramiques durent jusqu'à 5 ans	+ geringere Pumpenleistung nötig nécessite une pompe moins forte + mechanische Belastung kleiner plus petite charge mécanique + geringerer Energieaufwand moins d'utilisation d'énergie + kein Retentat pas de rétentat + geringere Anschaffungskosten frais d'achat inférieurs
– Molkenproteindenaturierung hoch dénaturation des protéines sériques – Kochgeschmack goût de cuit	– weniger Wärmerückgewinnung moins de récupération de chaleur – teurer als indirekte Anlage plus cher qu'une installation indirecte – aseptischer Homogenisator homogénéisateur plus aseptique	– grössere Pumpen erforderlich nécessite de plus grosses pompes – höherer Energieaufwand besoin en énergie plus élevé – mechanische Belastung charge mécanique	– noch wenig Erfahrungen encore peu d'expérience – teurer im Unterhalt • cher à l'entretien – wenig Anbieter • moins de fournisseurs – Standzeiten (6 bis 8 Stunden) temps standards (6 à 8 h) – leicht geringerer Wirkungsgrad degré d'efficacité légèrement plus faible – Filter müssen nach 120 Reinigungszyklen ausgetauscht werden les filtres doivent être changés après 120 cycles de nettoyage

Quelle: Walter Strahm, Plus Eberhard, ALP



Lait ESL

Pertes de nutriments?

Il existe différentes procédures de fabrication du lait ESL (de l'anglais extended shelf life): d'une part le traitement thermique du lait entier diminue le nombre de germes indésirables, d'autre part le petit-lait peut être débarrassé de ses germes indésirables par microfiltration après écrémage, la crème étant pasteurisée puis remélangée au lait. Compte tenu de la taille des pores des filtres, environ 1,4 µm, plus grands que la masse moléculaire des vitamines, minéraux, protéines et hydrates de carbone, cette procédure permet de conserver la plupart des nutriments.

Le traitement thermique du lait en général a tendance à dégrader les protéines, les acides aminés ou les vitamines sensibles à la chaleur. Le lait ESL est soumis à une température un peu plus élevée que la pasteurisation lors de sa transformation, ce qui permet de le stocker plus longtemps. Ainsi les risques de pertes de nutriments sont donc théoriquement plus élevés que pour le lait pasteurisé, compte tenu de la température élevée, mais inférieures à celles observées avec le lait UHT, pour lequel la température de traitement est encore plus haute. Le type de traitement thermique, direct ou indirect, affiche quant à lui une influence plus importante que la température en soi. Enfin, l'entreposage peut aussi être à l'origine de pertes de nutriments. Les conséquences varient en fonction du type de nutriment considéré, du procédé mis en œuvre et du genre d'emballage employé.

Des recherches ont montré que le traitement thermique à la température légèrement plus élevée mise en œuvre pour le lait ESL avait des répercussions réduites sur la disponibilité des nutriments dans le lait, que la perte de vitamines était faible et que la dénaturation des protéines du lait pouvait même avoir une incidence positive sur la digestibilité de celles-ci. Pour le consommateur, le lait ESL constitue donc, au plan de l'approvisionnement en nutriments, une alternative équivalente au lait pasteurisé.

Barbara Walther, ALP

Ob ESL- oder Pastmilch – die Nährstoffversorgung bleibt für den Konsumenten praktisch gleich. Qu'il s'agisse de lait pasteurisé ou de lait ESL, les teneurs en nutriments sont les mêmes pour les consommateurs.

von Vitamin B₆ auf, nach der direkten Erhitzung gingen aber während der Lagerzeit von vier Wochen rund 7% verloren. Beim Vitamin B₁₂ und der Folsäure sind die Unterschiede zwischen den Erhitzungsverfahren sowohl direkt nach der Erhitzung als auch am Ende der Lagerzeit sehr gering. Da auch ESL-Milch gekühlt gelagert werden muss, bleiben die Vitaminverluste während der Lagerung insgesamt klein. Was den Vitamingehalt betrifft, ist ESL-Milch aus ernährungsphysiologischer Sicht einer Pastmilch also fast ebenbürtig.

Ein weit grösserer Einfluss des Hoherhitzungsprozesses ist dagegen im Gehalt des β-Lactoglobulins feststellbar. Beim indirekten Verfahren werden zwei Drittel des Molkenproteins denaturiert, während das direkte Verfahren schonender ist. Doch auch hier werden rund 50% des β-Lactoglobulins denaturiert. Molkenproteine sind sehr reich an

essenziellen Aminosäuren, die der Mensch für den Aufbau und den Erhalt der körpereigenen Proteine benötigt, aber nicht selber herstellen kann. Durch die Denaturierung wird die Struktur der Proteine verändert, wobei sie ihre biologische Aktivität verlieren können. Auch werden sie leichter verdaulich, was für unseren Stoffwechsel sogar von Vorteil sein kann.

Die Hoherhitzung hat also aus Sicht der Ernährung nur einen kleinen Einfluss auf die Verfügbarkeit der Nährstoffe in der Milch, der Verlust bei den Vitaminen ist gering und die Denaturierung der Molkenproteine führt möglicherweise sogar zu einer verbesserten Verdaubarkeit. Damit stellt die ESL-Milch in Bezug auf die Nährstoffversorgung für den Konsumenten eine gleichwertige Alternative zur Pastmilch dar.

**Die Autorin arbeitet an der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP).*