

Trinkmilchtechnologien

Eine Übersicht

2. Auflage (überarbeitet und ergänzt mit neuer ESL-Technologie)

Nr. 79 | 2010

Autoren

W. Strahm, P. Eberhard
Forschungsanstalt
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP
Schwarzenburgstrasse 161
CH-3003 Bern
walter.strahm@alp.admin.ch

Impressum

Herausgeber:
Forschungsanstalt
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP
www.agroscope.ch

Fotos/Redaktion:
Forschungsanstalt Agroscope
Liebefeld-Posieux ALP

Gestaltung:
RMG Design

Druck:
Tanner Druck AG,
Langnau im Emmental

Copyright:
Nachdruck, auch auszugsweise,
bei Quellenangabe und Zustellung
eines Belegexemplars an die
Herausgeberin gestattet.

ISSN 1661-0814 / 17.09.2010

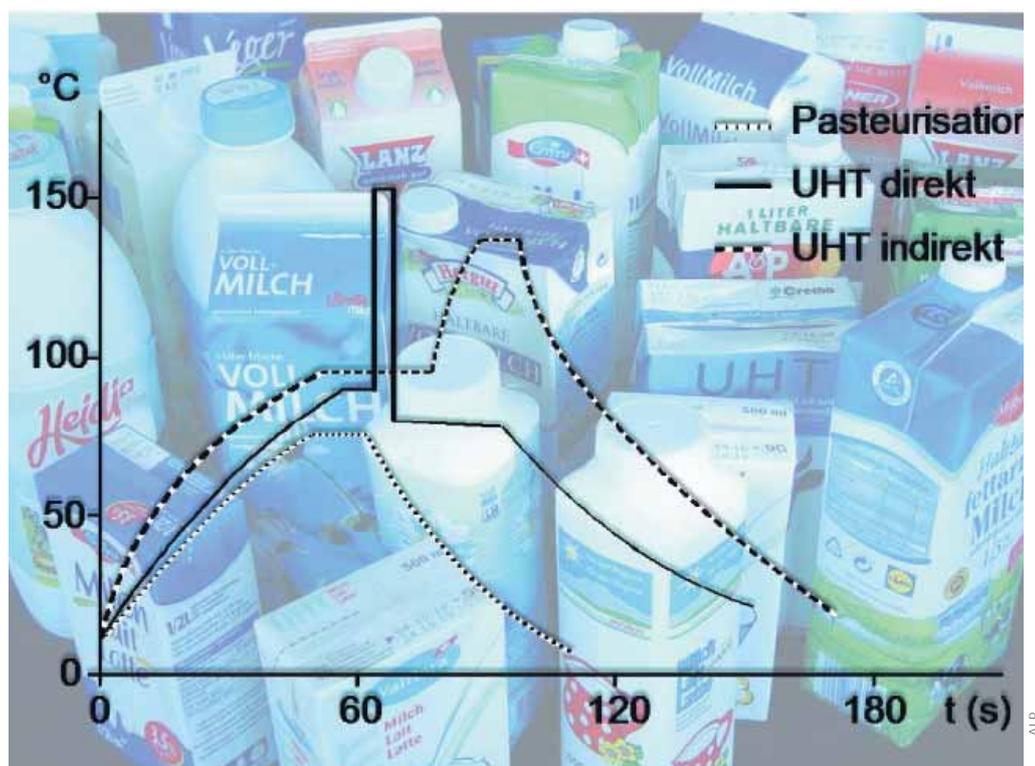


Abbildung 1: Erhitzungsprofile der häufigsten Erhitzungsarten bei der Trinkmilchherstellung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Geschichte und Bedeutung.....	4
3	Übersicht der Trinkmilchtechnologien.....	5
3.1	Einleitung.....	5
3.2	Eingangskontrolle der Rohmilch.....	7
3.3	Vorbehandlung und Zwischenlagerung der Rohmilch.....	7
3.4	Mechanische Reinigung.....	7
3.5	Bactofugation.....	7
3.6	Thermisation.....	7
3.7	Entrahmung / Milchfettstandardisierung.....	8
3.8	Definition „Genussfertige Trinkmilch“.....	9
3.9	Homogenisieren.....	9
3.10	Erhitzung.....	10
3.11	Pasteurisation im Chargenpasteur/ Mehrzweckerhitzer (Kleinbetrieb).....	11
3.12	Pasteurisation im Kontinuierlichen Verfahren mittels Wärmeaustauscher.....	12
3.13	ESL-Milch und deren Technologien.....	14
3.14	Hochpasteurisation (ESL-Milch).....	15
3.15	Verfahren mittels Mikrofiltration (ESL-Milch).....	16
3.16	Verfahren mittels Tiefenfiltration (ESL-Milch).....	19
3.17	Verfahren mittels Entkeimungsseparatoren/ Bactofugen (ESL-Milch).....	20
3.18	Haltbarkeit von ESL-Milch.....	22
3.19	UHT - Verfahren indirekt.....	23
3.20	UHT - Verfahren direkt.....	24
3.21	Sterilisation.....	27
3.22	Alternative Verfahren.....	27
4	Gehaltsveränderungen, verursacht durch die verschiedenen Verfahren.....	28
4.1	Vitaminverluste.....	28
4.2	Milcherhitzungsverfahren nachweisen.....	28
5	Trinkmilch anderer Säugetierarten.....	30
6	Zusammensetzung und Gehaltswerte von Trinkmilch.....	31
7	Anhang: Schweizerische Gesetzgebung.....	32
7.1	Schweizerische Gesetzgebung bezüglich Milcharten.....	32
7.2	Schweizerische Gesetzgebung bezüglich Gehaltsanforderungen von Trinkmilch.....	32
7.3	Schweizerische Gesetzgebung bezüglich Hygieneanforderungen.....	34
7.4	Kennzeichnung von Trinkmilch.....	34
8	Literaturverzeichnis.....	35

1. Einleitung

Der Bericht soll einen Überblick über die am häufigsten verwendeten Technologien bei der Herstellung von Trinkmilch geben.

2. Auflage, 2010

Diese Zusammenstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und wird bei Bedarf zu einem späteren Zeitpunkt aktualisiert.

Walter Strahm und Pius Eberhard
Agroscope Liebefeld-Posieux ALP

2. Geschichte und Bedeutung

Noch vor 150 Jahren bestanden keinerlei Einrichtungen für die Belieferung der städtischen Bevölkerung und die Milch wurde z.T. im Stall kuhwarm abgeholt. Oft besaßen die Städter auch noch ihre eigenen Milchkühe. Irgendwelche technische Einrichtungen zur Erhaltung der Qualität, insbesondere des Frischzustandes der Milch waren nicht vorhanden. Die Milchkontrolle beschränkte sich auf die Sinnesprüfung durch den Konsumenten.

Mit dem Anwachsen der Städte und der Entstehung ausgedehnter Konsumzentren wurde es immer schwieriger, auf der bisherigen einfachen Stufe des Milchverkehrs die Konsumenten mit genügend und qualitativ einwandfreier Milch zu versorgen. Die Entfernung zwischen Produzent und Konsument nahm zu. Mit steigender Distanz kam es aber vermehrt zu Qualitätsproblemen. Oft war es auch so, dass der Konsument im Winter, das heisst in den produktionschwachen Monaten wegen mangelnder Organisation überhaupt nicht genügend Milch bekam.

Die ersten städtischen Milchzentralen in der Schweiz, welche die Sammlung und die sachgemässe Behandlung organisierten, verdankten ihre Entstehung privatwirtschaftlicher Initiative. Eines der ältesten Unternehmen dieser Art war die Molkerei Galliker in Luzern (gegründet 1862). Andere Betriebe folgten in Basel und anderen Städten. Der Kleinverkauf von Milch war die Aufgabe der Milchdetallisten (Milchhändler). Sie übernahmen die Milch von den Milchzentralen und deren Weitergabe an den Konsumenten in möglichst unveränderter Qualität. Die „Milchdetallisten“ bildeten eine selbständige Berufsgruppe, welche gewisse Fachkenntnisse in Hygiene, Reinlichkeit und lebensmittelgesetzlichen Vorschriften besaßen.

Bereits im ersten Weltkrieg erhielten die Produzentenverbände eine Art Monopolstellung für die Sicherstellung der Konsummilchversorgung (z.T. gestützt durch behördliche Erlasse). Die heutigen Zustände in der Trinkmilchversorgung der Schweiz sind somit in erster Linie auf eine bewährte gut eingespielte Organisation innerhalb der

Milchwirtschaftlichen Organisationen zurückzuführen. Angebotsformen:

- Bis nach dem 1. Weltkrieg wurde in der Schweiz die Konsummilch vor allem im Offenausschank an die Konsumenten abgegeben. In den städtischen Gebieten verbreitete sich die Abgabe in Milchflaschen.
- Um 1890 wurde in Nordamerika erstmals Frischmilch in Glasflaschen auf den Markt gebracht. Die Idee wurde in der Schweiz erst belächelt aber später durch die Milchzentralen in den Städten aufgenommen und umgesetzt.
- Pasteurisierte Milch wurde in der Schweiz erst nach dem 2. Weltkrieg „salonfähig“ und wurde vorerst von den Städtern bevorzugt.
- Das UHT-Erhitzungsverfahren wurde im Jahr 1951 entwickelt und ermöglichte erstmals, eine keimfreie Milch mit einem kontinuierlichen Verfahren herzustellen.
- Erst durch die Möglichkeit der aseptischen Abfüllung mit den entsprechenden Abfüllanlagen entwickelte sich die UHT-Technologie der Trinkmilchherstellung rasant.
- UHT-Milch wurde am Anfang der Einführung vor allem von den Grossverteilern angeboten. Die einfache Lagerung der UHT-Milch bei Zimmertemperatur machte sie in den folgenden Jahren immer beliebter.
- Der Begriff „ESL-Milch“ wurde um das Jahr 2000 erstmals international umfassend diskutiert. In der Schweiz behandelten einzelne Betriebe ihre Anlieferungsmilch vor dem Pasteurisieren mittels Bactofugage und erreichten dadurch eine Haltbarkeitsverlängerung von ca. 2 Tagen. Ab dem Jahr 2007 führten Grossmolkereien in der Schweiz die Hochpasteurisation und die Mikrofiltration ein. Durch die teil- oder vollaseptische Abfüllung konnte erstmals eine Haltbarkeit von 20 – 30 Tagen erreicht werden.

3. Übersicht der Trinkmilchtechnologien

3.1 Einleitung

Um eine qualitativ einwandfreie Trinkmilch herzustellen ist es Voraussetzung, dass die Rohmilch erster Güte-Klasse ist. Generell sollte sie bis um ersten thermischen Prozess nicht älter als 48 Stunden alt werden (Eberhard und Gallmann 1988). Die Keimzahl darf keinesfalls über 300'000 KbE/ml ansteigen, da sonst geschmackliche Veränderungen aufgrund der Wirkung bakterieller Enzyme nicht auszuschliessen sind (Kessler 1987). Dies verlangt auch die Hygieneverordnung (HyV Art. 48, Abs. 3). Insbesondere für die Herstellung und die lange Haltbarkeit einer pasteurisierten Milch oder einer ESL-Milch (ESL = extended shelf life) ist es Voraussetzung, dass die Rohmilch von einwandfreier Qualität und nur Milch von gesunden Kühen zur Verarbeitung kommt.

Faktor	Anforderungen
pH	> 6,5
Säuregrad	max. 7,5 °SH
Reduktase	mind. 4 h Entfärbungszeit
Gesamtkeimzahl	≤ 300'000 KbE/ml ≤ 100'000 GKZ/ml vor der 2. Wärmebehandlung
Zellzahl	≤ 350'000 SCC/ml
Geschmack und Aussehen	Rein, natürlich
Kein Wasserzusatz	Gefrierpunkt ≤ -0.520
Fettgehalt	mind. 36 g/kg

Tabelle 1: Grundanforderungen an den Rohstoff für die Herstellung von einwandfreier Trinkmilch

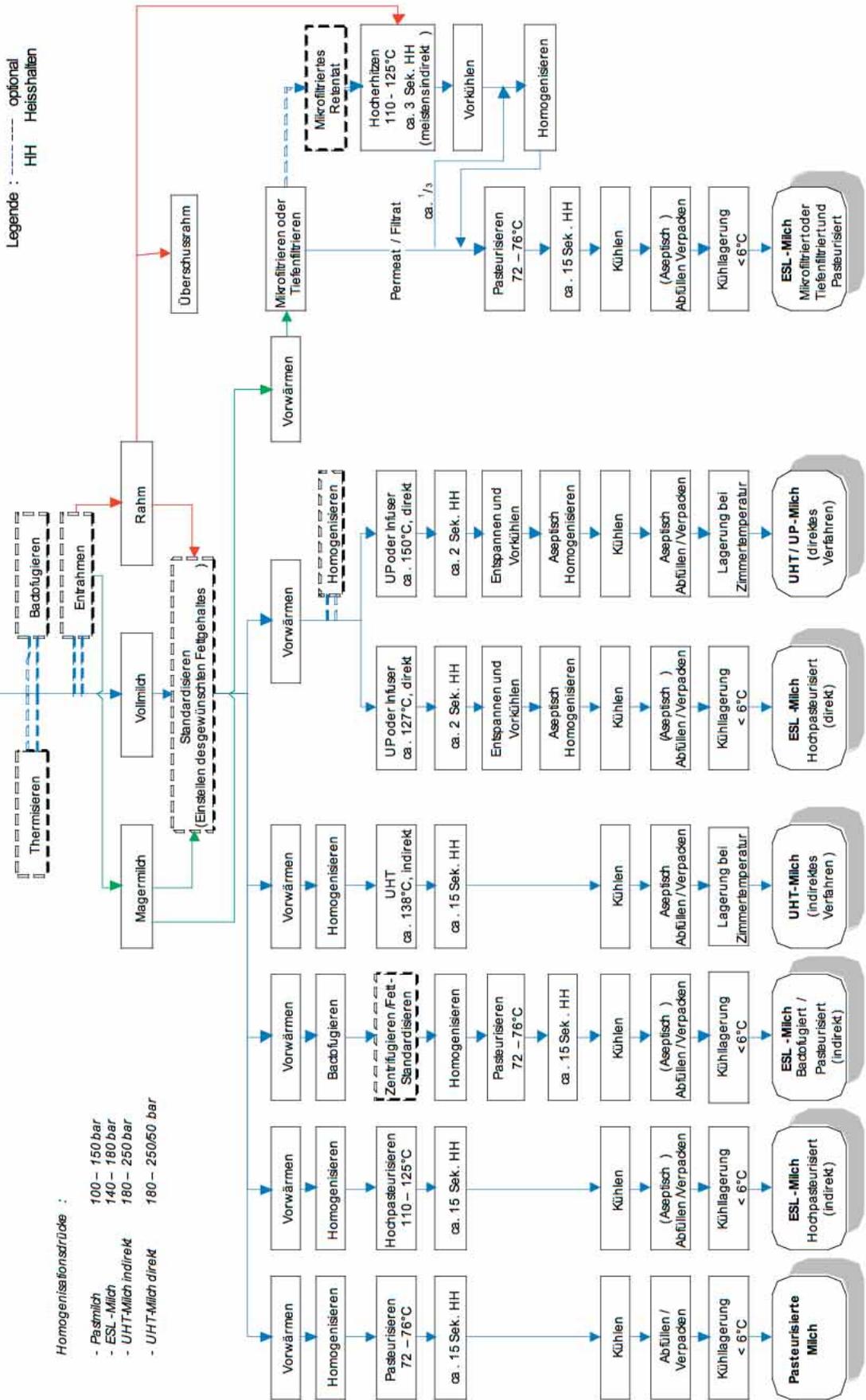
Gesetzliche Hygieneanforderungen an die Milch im Milchverarbeitungsbetrieb

Hygieneverordnung des EDI (HyV)
vom 23. November 2005 (Stand am 25. Mai 2009)

Art. 48 Milchverarbeitungsbetriebe

- 1 Rohmilch muss nach ihrer Annahme im Verarbeitungsbetrieb rasch auf eine Temperatur von nicht mehr als 6 °C gekühlt und bis zur Verarbeitung auf dieser Temperatur gehalten werden.
- 2 Die Milch darf auf einer höheren Temperatur gehalten werden, wenn:
 - a. die Verarbeitung unmittelbar nach dem Melken oder innerhalb von 4 Stunden nach der Annahme im Verarbeitungsbetrieb beginnt; oder
 - b. dies aus technologischen Gründen notwendig ist und die Lebensmittelsicherheit jederzeit gewährleistet bleibt.
- 3 In Betrieben, in welchen Milchprodukte hergestellt werden, muss mit geeigneten Verfahren sichergestellt sein, dass vor der Verarbeitung die folgenden Toleranzwerte eingehalten werden:
 - a. für Rohmilch: eine Keimzahl von weniger als 300 000 pro ml bei 30 °C;
 - b. für verarbeitete Milch: eine Keimzahl von weniger als 100 000 pro ml bei 30 °C;
 - c. für Rahm: eine Keimzahl von weniger als 300 000 pro ml bei 30 °C.
- 4 Die Werte nach Absatz 3 sind gemäss Referenzmethoden des Schweizerischen Lebensmittelbuches zu überprüfen.

Fliessschema der Trinkmilchherstellung



Walter Strahm , Agroscope Liebefeld -Posieux ALP , 2010

Abbildung 2: Fliessschema der Trinkmilchtechnologien (neues Fliessschema)

3.2 Eingangskontrolle der Rohmilch

Um eine qualitativ hochwertige Trinkmilch, mit dem gewünschten Geschmack, Aussehen und mit langer Haltbarkeit, herzustellen, kann bei der Annahme die Rohmilch auf Folgendes geprüft werden:

- Sinnenprobe (Geruch, Geschmack, Aussehen)
- Temperatur
- Gefrierpunkt (Verwässerung)
- Hemmstoffe (Antibiotikarückstände)
- Säuregrad
- Reduktase
- Gehaltsbestimmung, insbesondere Fett und Protion
- Zellzahlbestimmung
- Keimzahlbestimmung

3.3 Vorbehandlung und Zwischenlagerung der Rohmilch

Wird die Milch vor der Weiterverarbeitung zwischengelagert, ist sie auf $< 6^{\circ}\text{C}$ zu kühlen und bei dieser Temperatur zu lagern.

3.4 Mechanische Reinigung

Vor der Weiterverarbeitung muss die Milch mechanisch gereinigt werden. Dieser Schritt erfolgt meistens bereits bei der Milchannahme.

Eine intensive Reinigung kann erfolgen durch:

- Filter
- Zyklone
- Separatoren

3.5 Bactofugation

Bactofugieren ist eine besondere Form des Separierens, wobei spezifische Mikroorganismen (vorwiegend Sporen) durch Zentrifugalkraft aus der Milch entfernt und danach thermisch abgetötet werden.

Verfahrensweise: Die gereinigte Milch wird vorerst in einem Plattenwärmeübertrager auf eine Temperatur von 50 bis 75°C erwärmt und anschliessend in die Bactofuge geleitet. Das abgetrennte Bactofugat wird mittels Dampf injektor auf 130 bis 140°C für 3 bis 4 Sekunden erhitzt. Diese Erhitzungsart genügt, um alle Sporen wirksam abzutöten. Im Plattenwärmeübertrager wird das sterilisierte Bactofugat zurückgekühlt, um es der baktofugierten Milch wieder zuzusetzen, oder einer anderer Verwertung zuzuführen.

Eine Bactofugation der Rohmilch kann die Haltbarkeit der daraus hergestellten Produkte verbessern und wird in grösseren Betrieben häufig angewendet.

3.6 Thermisation

Thermisieren wird gewöhnlich bei Temperaturen zwischen 57 und 68°C mit maximal 30 s Heisshaltezeit durchgeführt und hat das Abtöten thermolabiler Mikroorganismen zum Ziel.

Das Thermisieren wird oft angewendet, um die Lagerfähigkeit der Milch vor der Verarbeitung zu verbessern. Thermisierte Milch darf nicht als genussfertige Milch in den Verkehr gebracht werden und ersetzt die Pasteurisation keinesfalls!

3.7 Entrahmung / Milchfettstandardisierung

Fett- und Proteingehalt der Milch unterliegen teilweise erheblichen Schwankungen, wobei die grösste Schwankungsbreite im Fettgehalt zu verzeichnen ist. Wurde früher die Fettabscheidung über natürliches Aufrahmen (stehen lassen) vorgenommen, wird heute das maschinelle Entrahmen mittels Zentrifugalkräften vorgenommen.

Das Entrahmen ist ein mechanisches Trennen des Rahmes und der Magermilch durch Zentrifugalkräfte. Der Entrahmungsvorgang ist von erheblich wirtschaftlicher Bedeutung, da hiervon die Effektivität der Fettabtrennung bestimmt wird.

Die Dichtedifferenz zwischen Milchfett (~0.93 g/cm³) und Magermilch (~1.035 g/cm³) ist verhältnismässig gross und erlaubt es, mittels Entrahmungsseparator (Zentrifuge) die Milch in Magermilch und Rahm aufzutrennen.

Faktoren, welche die Entrahmungsqualität (Trennschärfe) der Milch negativ beeinflussen können:

- starkes Schütteln beim Transport, ungenügend gefüllte Transportbehälter
- mehrfaches Pumpen, vor allem bei tiefgekühlter Milch
- Eintragen von Luft
- zu intensives Rühren während des Kühlens im Milchtank auf dem Hof
- wiederholtes Separieren und Wiedervermischen des Rahmes mit Magermilch

Durch all diese Einflüsse können die Fettkügelchen soweit zerkleinert (geschädigt) werden, dass sie beim Entrahmen nicht mehr erfassbar sind. Zugleich können die Fettkügelchenhüllen zerstört werden und es kann sich freies Fett bilden, welches beim Separieren nicht mehr abgetrennt werden kann und in die Magermilch übergeht. Ausserdem können lipolytische Vorgänge (Ranzigkeit und andere Geschmacksfehler) begünstigt werden.

Die optimale Entrahmungstemperatur liegt zwischen 50 und 60 °C; darauf werden die Wärmeaustauschbedingungen der Prozesslinien zur Milchbearbeitung ausgerichtet.

Für alle fetthaltigen Erzeugnisse sind Fettgehalte vorgegeben, deren Toleranzgrenzen genau einzuhalten sind.

Fettstandardisieren ist das Einstellen der Milch auf einen bestimmten Fettgehalt in Prozent und kann auf zwei Wegen erfolgen:

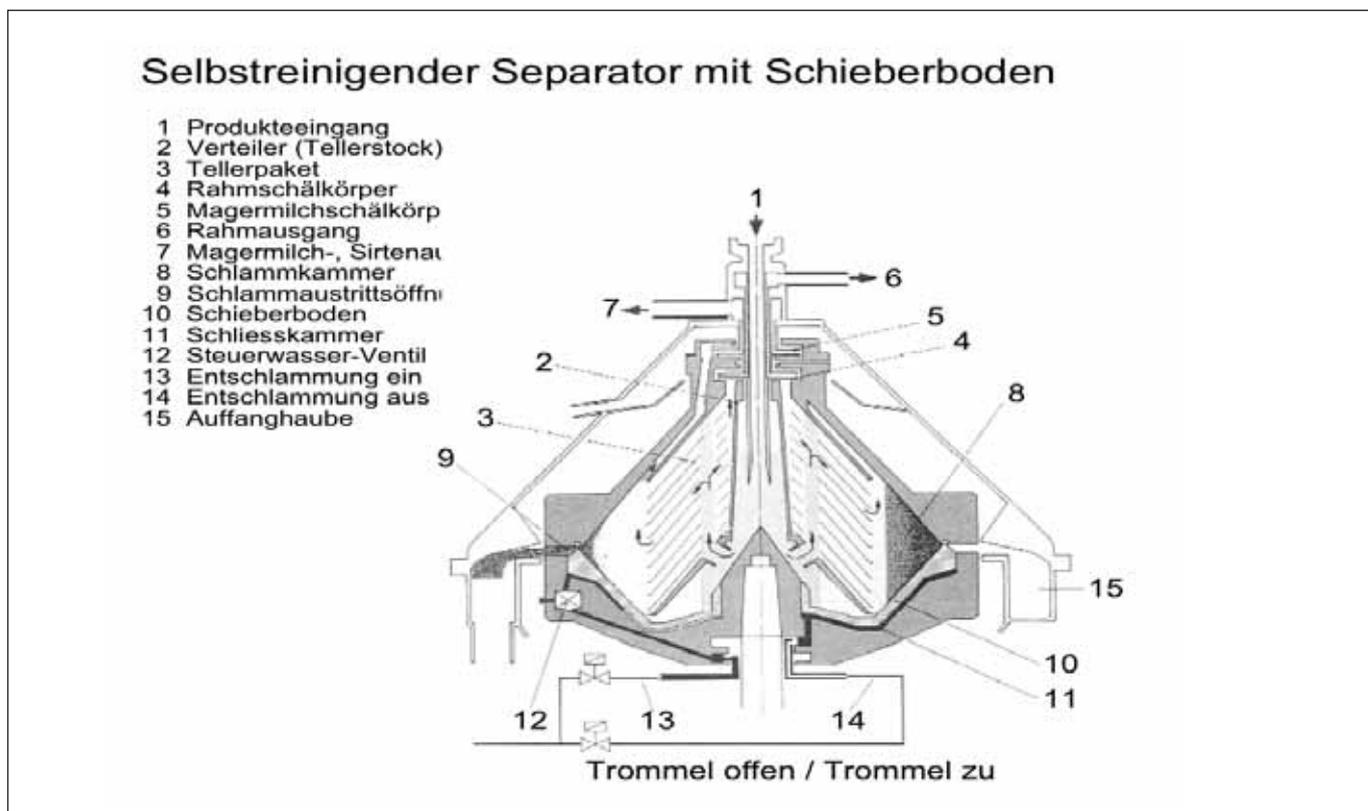


Abbildung 3: Selbstreinigender Separator mit Schieberboden

- durch Mischen berechneter Vollmilch- und Magermilchmengen in Tanks/Behältern
- mit Standardisierungseinrichtungen (kontinuierliche Mischeinrichtungen)

3.8 Definition „genussfertige Trinkmilch“

Verordnung des EDI
über Lebensmittel tierischer Herkunft
vom 23. November 2005 (Stand am 25. Mai 2009)

1. Abschnitt: Definitionen und Grundsätze

Art. 26

3 Milch gilt als genussfertig, wenn sie einer Behandlung nach Artikel 49 der Hygieneverordnung des EDI vom 23. November 2005 unterzogen worden ist.

Als minimaler Erhitzungsprozess für trinkfertige (genussfertige) Trinkmilch gilt die Pasteurisation (mind. 72 °C, 15 Sekunden), oder einer Temperatur-Zeit-Relation mit entsprechender Wirkung, welche zu einem negativen Phosphatsetest führt.

Das Hauptziel der Wärmebehandlung ist das thermische Abtöten allenfalls vorhandener Krankheitserreger, um eine Gefährdung des Menschen auszuschliessen.

3.9 Homogenisieren

Das Homogenisieren in der Milchwirtschaft dient hauptsächlich dem Zweck, die Fettkügelchen zu verkleinern und auf den einheitlichen Durchmesser von 0,5 bis 1 µm zu bringen. Da sich die Anzahl der Fettkügelchen um etwa das 1000fache erhöht, ist eine ca. 10fach grössere Oberfläche vorhanden als vorher und verhindert das Aufrahmen, weil sich Auftriebskraft und Schwerkraft (fast) aufheben.

Vorteile des Homogenisierens:

- Vergrössern der Gesamtoberfläche der Fettkügelchen (verhindert bzw. verzögert das Aufrahmen)
- vollmundigerer Geschmack
- erhöht die Weisskraft
- bessere Verdaubarkeit

Nachteile des Homogenisierens:

- grössere Angriffsfläche für mikrobielle Lipasen (Geschmacksfehler, Ranzigkeit)
- erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Lichteinfluss (Geschmacksfehler, Oxidation)
- grössere Angriffsfläche für mikrobielle Kontaminationen
- verringerte thermische Stabilität der Eiweisse (bei direkten UHT-Prozessen erfolgt daher die Homogenisation erst nach dem Erhitzungsprozess)
- bei Schlagrahm werden die Schlageigenschaften stark reduziert

Die am häufigsten verwendeten Homogenisatoren sind mit einer 3-Kolben-Hochdruckpumpe mit einer oder zwei Homogenisierstufen (auch Köpfen), in welche Homogenisierdüsen eingebaut sind, ausgerüstet.

Die optimale Homogenisationstemperatur liegt bei 60 bis 70 °C. Der Homogenisierdruck liegt je nach Produkt zwischen 100 bis 250 bar.

Bei direkten UHT-Anlagen erfolgt die Homogenisation generell nach der Erhitzung (downstream). In diesem Fall muss der Homogenisator aseptisch ausgelegt sein und benötigt spezielle Abdichtungen und bei den Kolben Dampfsperren. Ein aseptischer Homogenisator ist teurer in der Anschaffung sowie auch im Betrieb.

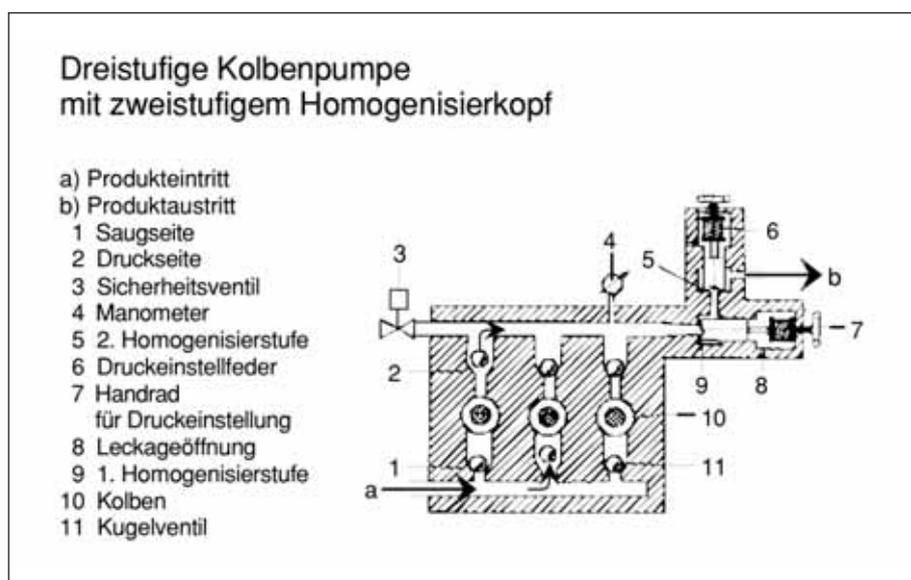


Abbildung 4: Dreistufige Kolbenpumpe mit zweistufigem Homogenisierkopf

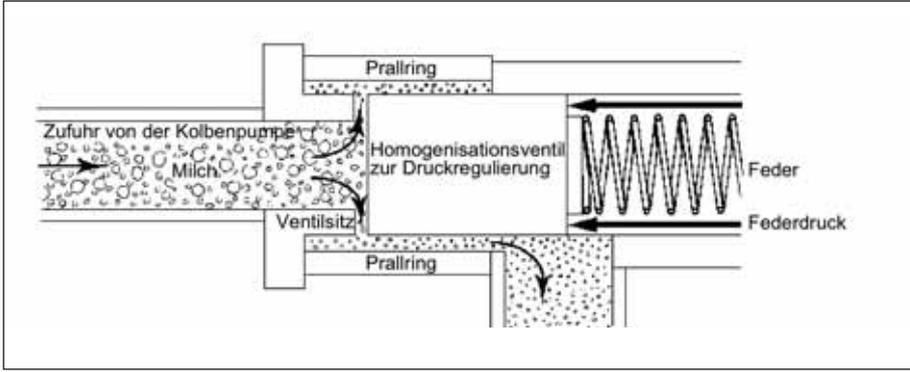


Abbildung 5: Schema eines Homogenisationskopfes

3.10 Erhitzung

Einleitung

Das wichtigste Ziel der Erhitzung ist das Abtöten von eventuell vorhandenen Krankheitserregern (pathogene Mikroorganismen) sicherzustellen.

Mit der Pasteurisationstemperatur von mindestens 72 °C während 15 Sekunden oder Temperatur-Zeit-Relationen mit gleicher Wirkung, die zu einem negativen Phosphatase- und einem positiven Peroxidasetest führen (Pasteurisation), werden alle pathogenen Keime abgetötet. Dies ist auch die minimalste Erhitzungsart, um Milch als trinkfertig in den Handel zu bringen (gesetzliche Anforderungen

für genussfertige Milch). Die Phosphatase-Untersuchung dient dazu, um eine genügende Erhitzung nachzuweisen. Werden Temperaturen über ~80 °C angewendet wird zusätzlich das Peroxidase-Enzym inaktiviert (hochpasteurisierte- oder UHT-Milch). Werden höhere Temperaturen und/oder Heisshaltezeiten angewendet, oder wird zusätzlich noch mikrofiltriert, so dient das vor allem der Verlängerung der Haltbarkeit.

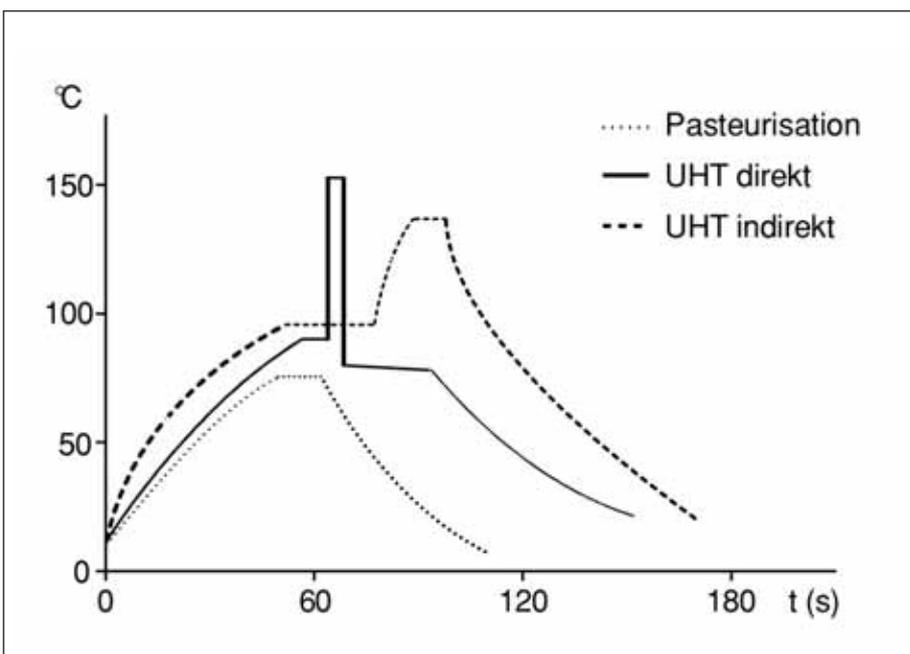


Abbildung 6: Erhitzungsprofile der häufigsten Erhitzungsarten bei der Trinkmilchtechnologie

3.11 Pasteurisation im Chargenpasteur/ Mehrzweckerhitzer (Kleinbetrieb)

Einleitung

Regionale Produktion und Vermarktung von pasteurisierter Milch liegt im Trend und ist eine beliebte Zusatzdienstleistung von Käsereien und kleinen Molkereien. Beste Rohmilchqualität, kurze Distanzen und Lagerzeiten sind wichtige Argumente für diese Art Milchverarbeitung. Ebenso wichtig aber ist die einwandfreie Fabrikation unter den erschwerten Bedingungen des Chargenverfahrens. Aufgrund der systembedingten längeren Verweilzeit der Milch im Temperaturbereich über 70 °C besteht dabei auch die Gefahr einer starken thermischen Belastung (möglicher Kochgeschmack).

Herstellungspunkte zur Milchpasteurisation im Chargenverfahren

Versuche bei Agroscope Liebefeld-Posieux (ALP) zeigten, dass unter folgenden Punkten mit diesem Verfahren eine einwandfreie Pastmilch hergestellt werden kann:

1. *Allgemeine Voraussetzungen*
Taugliche, hygienische Fabrikations- und Lagerräume sowie an Hygieneregeln geschultes Personal.
2. *Milchannahme*
Regelmässige Kontrolle der Milchqualität.
3. *Lagerung der Rohmilch:*
Kühlung und Kühllhaltung der Milch < 6 °C vor der Pasteurisation
4. *Vorbehandlung der Milch*
Reinigung der Rohmilch mittels Filter
5. *Homogenisation*
Eine allfällige Homogenisation ist bei 60 bis 65 °C durchzuführen. Bei tieferen Homogenisationstemperaturen können Ranzigkeit auftreten (verursacht durch Lipasen). Homogenisationsdruck: 100 – 140 bar
6. *Pasteurisationsbedingungen*
Eine Pasteurisationstemperatur zwischen 70 und 72 °C ohne Heisshaltezeit ist optimal. Bei der systembedingt üblichen Verweilzeit im Mehrzweckerhitzer ist damit die Phosphatase inaktiviert.
7. *Kühlung*
Sofortige Kühlung nach Erreichen der Pasteurisationstemperatur.
8. *Abfülltemperatur und Lagerung*
möglichst < 5 °C
9. *Rekontaminationsfreiheit*
Um eine Rekontaminationsfreiheit zu gewährleisten, ist vom Abkühlprozess bis zum Verschluss der Verpackung, jeglicher Kontakt mit nicht sterilisierten Materialien zu vermeiden und die Luftexposition zu minimieren
10. *Abfüllung*
Bei der Abfüllung sind die Rekontaminationen am häufigsten. Eine einwandfreie Reinigung und Wartung der Abfülleinrichtung sind die wichtigsten Voraussetzungen für ein rekontaminationsfreies Abfüllen der Milch.
11. *Reinigung der Anlagen und Gerätschaften*
Bei der üblichen alkalischen Reinigung sämtlicher Geräte, ist mindestens einmal pro Woche sauer zu reinigen.
12. *Lagerung der Pastmilch*
Die Lagerung der Pastmilch < 5 °C im Dunkeln ist Voraussetzung für eine gute Haltbarkeit. Die direkte Beleuchtung der Milchflaschen im Kühlregal ist zu vermeiden

Vorteile des Chargenerhitzers

- günstiger Anschaffungspreis
- kleine Chargenmengen sind möglich
- vielseitig einsetzbar
- keine (oder nur geringe) Produktverluste (kein Ein- oder Ausfahren)
- sehr geringer Wartungsaufwand
- einfach zu bedienen

Nachteile des Chargenerhitzers

- kein kontinuierliches Verfahren (erfordert mehr Handarbeit)
- keine, oder nur sehr beschränkte Wärmerückgewinnung möglich
- halboffener Behälter (Hygiene)
- Wärmeübertragung ist träge
- Produkt kann an der Wandung anbrennen
- Automation ist meist nicht vorgesehen
- undichte Wellendichtungen beim Rührwerk können das Produkt rekontaminieren
- Kühlen des pasteurisierten Produktes unter 6 °C dauert sehr lange
- CIP-Reinigung bei Mehrzweckerhitzern ist meist nicht möglich

teurisierungsprozess erforderlichen Abteilungen werden in einem Gestell modularartig untergebracht. Die einzelnen Sektionen sind dabei so angeordnet, dass nach der heißesten Zone die nächst kältere folgt, was energiewirtschaftliche Vorteile bringt. Die Wärmerückgewinnung liegt bei dieser Technologie bei ca. 85 %.

Technologie

Der typische Prozessablauf in der Trinkmilchlinie mittels Wärmeaustauschers:

1. Rohmilchtank
2. Pumpe
3. Vorwärmen im Plattenwärmeaustauscher
4. Zentrifuge/Separator zur Reinigung und Trennung in Magermilch und Rahm
5. Standardisierungsvorrichtung zum Einstellen des gewünschten Fettgehaltes
Durch das Mischen von Magermilch und Rahm/Vollmilch erfolgt das Einstellen des Fettgehaltes in kleineren Betrieben in einem Mischtank
6. Homogenisator zum Zerkleinern der Fettkügelchen (100 – 150 bar)
7. Pasteurisieren im Plattenwärmeaustauscher auf 72 – 76 °C
8. Heißhalter mind. 15 Sekunden
9. Plattenwärmeaustauscher-Teil zum Rückkühlen (Kühlmedium = kalte Milch)
10. Plattenwärmeaustauscher-Teil (Kühlmedium = Leitungswasser)
11. Plattenwärmeaustauscher-Teil (Kühlmedium = Eiswasser)
12. Puffertank für pasteurisierte Milch
13. Abfüllanlage

3.12 Pasteurisation im kontinuierlichen Verfahren mittels Wärmeaustauscher

Einleitung

Die für die Pasteurisation der Milch am häufigsten verwendeten Apparate sind Plattenwärmeübertrager (Plattenwärmetauscher). Plattenwärmeübertrager sind nach einem Baukastenprinzip aufgebaut, d. h. alle für den Pas-

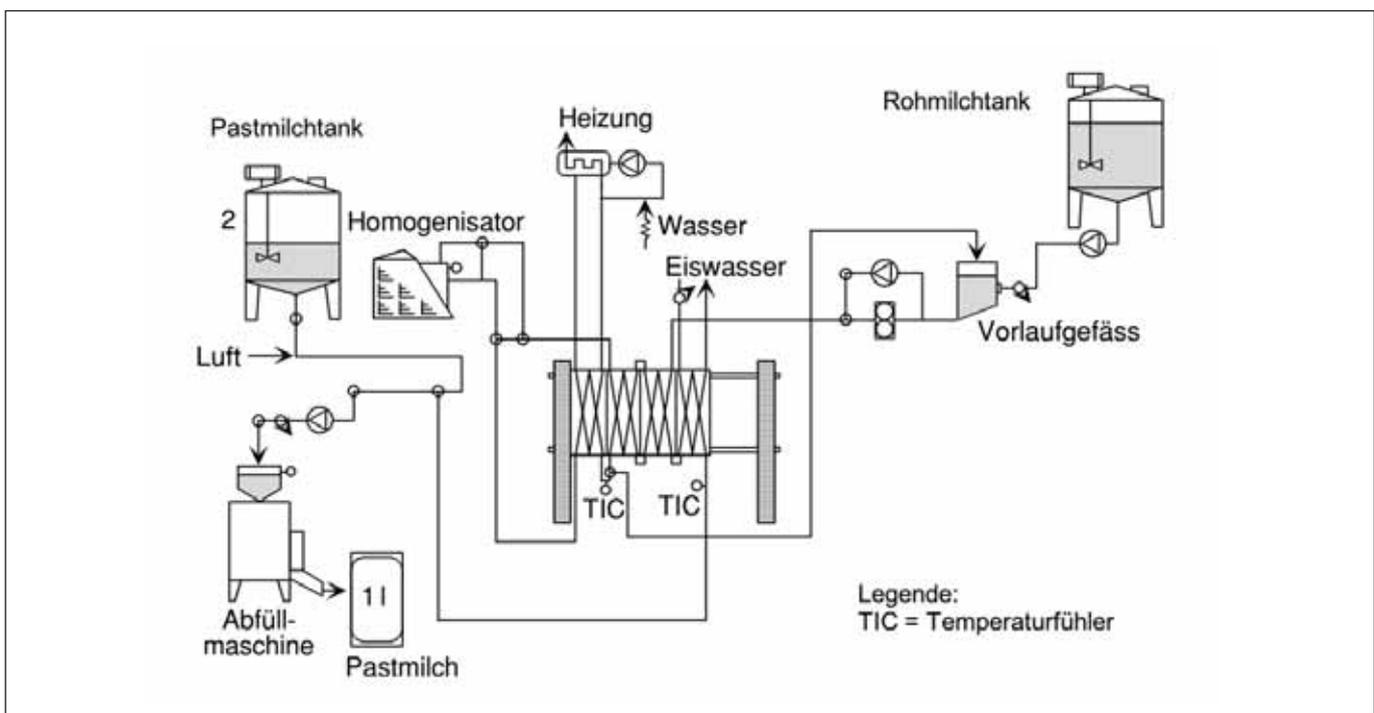


Abbildung 7: Produktionslinie für die Pastmilchherstellung

Technische Anforderungen an einen Plattenwärmeaustauscher

1. Automatischer Temperaturregler
2. Temperaturmess- und Aufzeichnungsgerät
3. Sicherheitssystem, das eine unzureichende Erhitzung verhindert
4. Schutzvorrichtung gegen das Vermischen erhitzter mit unvollständig erhitzter Milch
5. Aufzeichnungsgerät für die Schutzvorrichtung oder ein Kontrollverfahren für die Wirksamkeit der Einrichtung

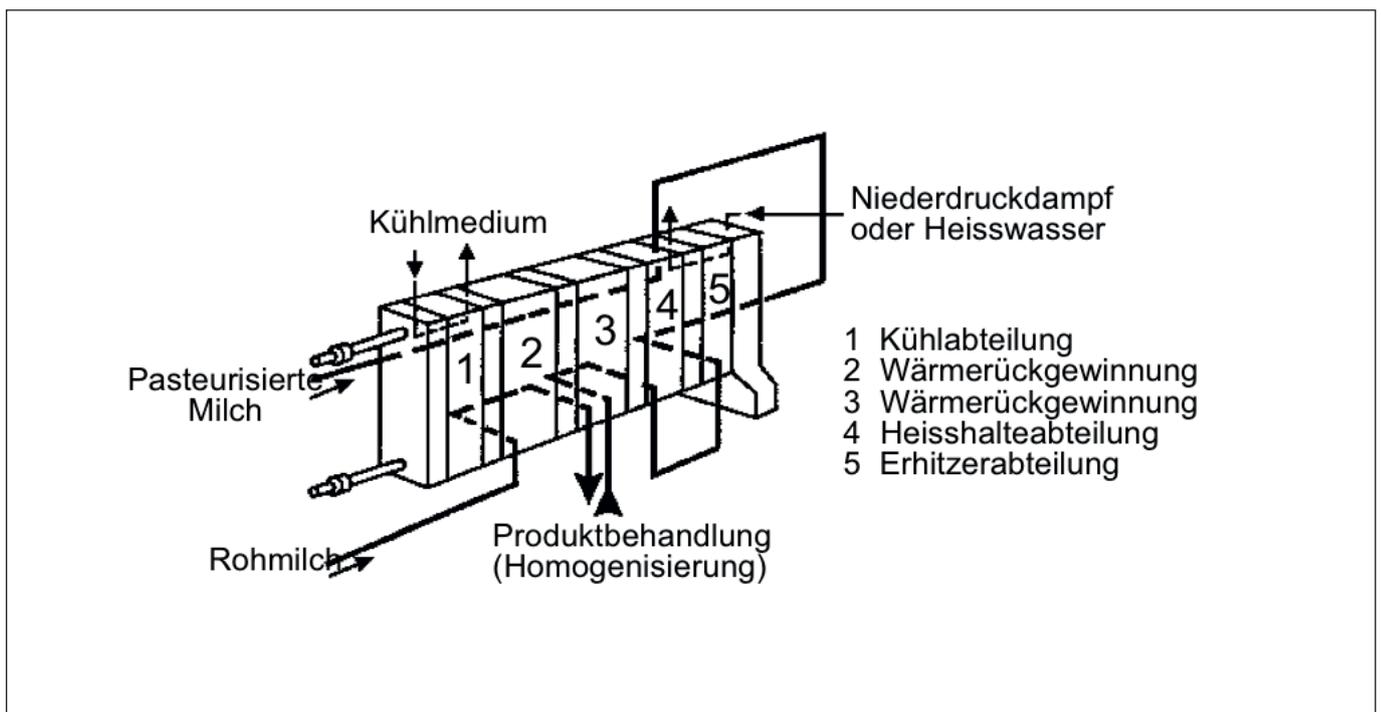


Abbildung 8: Plattenwärmeaustauscher mit Wärmerückgewinnungsabteilung

3.13 ESL-Milch und deren Technologien

Einleitung

Für die Herstellung von ESL-Milch (ESL = extended shelf life) werden verschiedene Verfahren angewendet. Das Ziel der verschiedenen Technologien ist es, eine länger haltbare „Frischmilch“ herzustellen, wobei der Ausdruck „Frisch“ nicht ganz der Wahrheit entspricht und in der Schweiz nicht als solche bezeichnet werden kann. Die Gesetzgebung regelt die Kennzeichnung einer solch hergestellten Trinkmilch noch nicht abschliessend und die Kennzeichnung solch hergestellter Produkte ist für den Konsumenten etwas verwirrend.

Tatsache ist aber, dass im In- sowie im Ausland immer mehr solche Produkte angeboten werden und die traditionell hergestellte Pastmilch wegen ihrer längeren Haltbarkeit, bis zu ca. 30 Tagen, zum Teil verdrängen. ESL-Milch muss wie Pastmilch kühl (< 6 °C) gelagert werden.

	Milchpasteur (Pastmilch)	Direkte Erhitzung (ESL-Milch)	Indirekte Erhitzung (ESL-Milch)	Mikrofiltration od. Tiefenfiltra- tion (ESL-Milch)	Bactofugation/ Pasteurisation (ESL-Milch)
Erhitzungs- temperatur	~ 74 °C	~ 127 °C	~ 125 °C	~ 74 °C	~ 74 °C
Heisshaltezeit	~20 Sekunden	~3 Sekunden	~2 Sekunden	~20 Sekunden	~20 Sekunden
β-Lactoglobulin- Wert *	> 3'100 mg/L	> 1'600 mg/L	> 1'000 mg/L	~ 2'500 mg/L	~ 3'000 mg/L
Lactulose-Wert **	~ 10 mg/kg	~ 20 mg/kg	~ 30 mg/kg	~ 15 mg/kg	~ 10 mg/kg

* Bei Rohmilch liegt der β-Lactoglobulin-Wert bei ca. 3'600 mg/L

** Bei Rohmilch liegt der Lactulose-Wert bei ca. 10 mg/kg

-> Bei der Mikrofiltration oder Tiefenfiltration wird der Rahm auf 110 – 125 °C erhitzt

Tabelle 2: Die verschiedenen Verfahren und deren Auswirkung auf die Molkenproteindenaturierung

3.14 Hochpasteurisation (ESL-Milch)

Einleitung

Die Hochpasteurisation hat zum Ziel, länger haltbare (ESL = extended shelf life) Konsummilch herzustellen. Bei der Hochpasteurisation werden sowohl das direkte sowie auch das indirekte Verfahren angewendet. Die Erhitzungstemperatur liegt je nach Anlage bei ca. 127 °C (110 bis 130 °C). Bei der Hochpasteurisation wird das Peroxidase-Enzym inaktiviert und dient als Nachweis für diese Erhitzungsart. Laut Hygieneverordnung darf hochpasteurisierte Milch auf höchstens 135 °C erhitzt werden. ESL-Milch ist kein steriles Produkt und muss kühl gehalten werden (< 6 °C).

Technologie der indirekten Erhitzung von ESL-Milch

Die Erhitzung kann mittels einer UHT-Anlage (siehe unter Punkt 3.15 und 3.16), oder einem modifizierten Pasteur erfolgen. Dem modifizierten Pasteur wird nach dem Wärmeaustauscherabteil zum Erreichen der Pasteurisationstemperatur noch ein Röhrenerhitzer dazwischengeschaltet. Neben den Röhrenmodulen und einem Entgasungsgefäß muss der Pasteur auch noch zusätzlich um einen Sterilwasserkreislauf erweitert werden.

Die indirekte Anlage ist verfahrenstechnisch wesentlich weniger anspruchsvoll und die Investitionskosten sowie die Betriebskosten sind deutlich niedriger als bei einer direkten Erhitzungsanlage. Vor der Produktion muss das Röhrenmodul mit dem Pasteur zusammen bei ca. 127 °C sterilisiert werden.

Das Produkt wird in einer indirekten Erhitzungsanlage etwas stärker belastet (höhere Lactulose- und tiefere β -Lactoglobulin-Werte) als mit der direkten Erhitzungsanlage. Sensorisch weicht die so hergestellte ESL-Milch am meisten von den anderen ESL-Produkten ab.

Der typische Prozessablauf einer indirekten Erhitzung für ESL-Milch:

1. Rohmilchtank.
2. Reinigen und Standardisieren der Milch (Einstellen des Fettgehaltes).
3. Vorsterilisieren (mind. 30 Minuten) mittels Heisswasserumlauf und danach die Anlage zum Anfahren unter aseptischen Bedingungen auf Produktionstemperatur bringen.
4. Die Milch wird mittels einer Pumpe dem Erhitzer des Wärmeaustauschers zugeführt, wo sie im Gegenstrom mit bereits erhitztem Produkt auf etwa 80 °C erwärmt wird
5. Anschliessend erfolgt die 2-stufige Homogenisation.
6. Im nächsten Wärmeaustauscher erfolgt eine Anwärmung auf ca. 100 °C.
7. Im Hoherhitzerabteil wird die Milch auf 110 - 125 °C gebracht und im Heisshalter für ca. 2 Sekunden heiss gehalten.

8. Nach dem Hoherhitzerabteil gelangt die Milch in den nächsten Wärmeaustauscher und wird auf ca. 80 °C abgekühlt.
9. Anschliessend erfolgt eine weitere Abkühlung auf 2 - 5 °C.
10. Ein (Steril)tank dient als Puffertank vor dem Abfüllen. (Leitungsführung, Ventile, Lagertanks und Abfüllanlage für die so entkeimte Milch müssen in aseptischer oder semi-aseptischer Ausführung sein).
11. Anschliessend erfolgt die (aseptische) Abfüllung in entkeimtes Verpackungsmaterial.
12. Die Lagertemperatur von ESL-Milch muss < 6 °C liegen.

Technologie der direkten Erhitzung von ESL-Milch

ESL-Milch kann mittels einer UHT-direkt-Erhitzeranlage (siehe unter Punkt 3.20) hergestellt werden. Das Vakuum bei der Flashkühlung (Expansionsgefäß) muss so eingestellt werden können, dass das Wasser, welches durch die Erhitzung mittels Direkt Dampf in das Produkt gelangt, wieder abgesaugt werden kann. Für das direkte Verfahren ist Dampf in Lebensmittelqualität erforderlich.

Der typische Prozessablauf einer direkten Erhitzung für ESL-Milch:

1. Vorsterilisieren (mind. 30 Minuten) mittels Heisswasserumlauf und danach die Anlage zum Anfahren unter aseptischen Bedingungen auf Produktionstemperatur bringen.
2. Die gereinigte und standardisierte Rohmilch gelangt mittels Pumpe zur Vorerhitzerabteilung des Plattenwärmeübertragers, wo sie im Gegenstrom mit bereits erhitztem Produkt auf 70 - 85°C erwärmt wird.
3. Mittels eines Dampfinjektionssystemes oder eines Dampfinfusionssystemes wird die Milch inert Sekundenbruchteilen auf eine Temperatur von ca. 127 °C erhitzt. Bei einer Anlage mit „Dampfinfusion“ wird die Milch in einem Dampfbehälter (Infuser) versprüht (Tröpfchenverteilung).
4. Im Röhrenheisshalter wird die Milch für 2 - 3 Sekunden heissgehalten.
5. Anschliessend gelangt das Produkt in den Vakuumbehälter (Expansionsgefäß), wo es schlagartig (Flash-Kühlung) auf etwa die Temperatur abgekühlt wird, die es vor der Dampfzufuhr hatte.
6. Eine aseptische Kreiselpumpe fördert das sterile Produkt anschliessend weiter zu einer aseptischen zweistufigen Homogenisation.
7. Danach wird das Produkt im Plattenwärmeübertrager auf 2 - 5 °C abgekühlt.
8. Ein (Steril)tank dient als Puffertank vor dem Abfüllen. Leitungsführung, Ventile, Lagertanks und Abfüllanlage für die so entkeimte Milch müssen in aseptischer oder semi-aseptischer Ausführung sein.
9. Anschliessend erfolgt die (aseptische) Abfüllung in entkeimtes Verpackungsmaterial
10. Die Lagertemperatur von ESL-Milch muss < 6 °C liegen.

Indirekte Erhitzung	Direkte Erhitzung
+ günstigste Anlage	+ wenig Proteindenaturierung
+ gute Wärmerückgewinnung möglich	+ Geschmack der Milch
- Molkenproteindenaturierung hoch	- weniger Wärmerückgewinnung möglich
- Kochgeschmack	- teurere Anlage
	- aseptischer Homogenisator (teuer)
Beide Verfahren sind vielseitig einsetzbar und es können auch andere Produkte als Trinkmilch behandelt und hergestellt werden	

Tabelle 3: Vor- und Nachteile des indirekten und des direkten Erhitzungsverfahrens

3.15 Verfahren mittels Mikrofiltration (ESL-Milch)

Einleitung

Die Anwendung der Mikrofiltration in der Milchverarbeitung ist seit ca. 1980 bekannt. Mit diesem Verfahren können Mikroorganismen in Magermilch mittels einer keramischen Membrane abgetrennt werden. Das Ziel dieser Technologie ist es, eine Konsummilch (ESL-Milch) mit verlängerter Haltbarkeit herzustellen.

- Trenngrenze (Porenweite der keramischen Membranen) liegt bei ca. 1,4 µm
- Die Keimrückhaltung beträgt mehr als 99,5 %
- Die Keimbelastung der Rohmilch sollte möglichst unter 100'000 KbE/ml liegen
- Bei einer ca. 20-fachen Keimaufkonzentrierung wird das Konzentrat hochehitzt und der Milch wieder zugeführt
- Bei einer ca. 100- bis 200-fachen Keimaufkonzentrierung wird das Konzentrat nicht weiter zur Herstellung von ESL-Milch verwendet
- Die Entkeimung der Membranen erfolgt meist chemisch
- Die restlichen Anlageteile bis zur Abfüllung werden mittels Dampf sterilisiert
- Es werden Standzeiten von 8 - 10 Stunden erreicht
- Nach ca. 5 Jahren müssen die Membranen (Filter) ausgetauscht werden

Technologie

Der typische Prozessablauf für die Herstellung von ESL-Milch mittels Mikrofiltration:

1. Die Rohmilch wird zuerst zentrifugiert (Rahm und Magermilch).
2. Die Magermilch wird auf ca. 50 bis 55 °C erwärmt und gelangt anschliessend in den Mikrofiltrations-Prozess, bei welchem die Mikroorganismen mittels Membranen mit einer mittleren Porenweite von 1,4 µm, mechanisch abgetrennt werden. Das Permeat (entkeimte Magermilch) gelangt zum Pasteur.
3. Der Rahm wird auf ca. 127 °C erhitzt, vorgekühlt, mit einem Teil des Permeates zusammen homogenisiert und gelangt anschliessend zum Pasteur.
4. Das Retentat (Bakterienkonzentrat), welches durch die Mikrofiltration abgetrennt wurde, kann dem Rahm vor der Hochehitzung zugemischt, oder einer anderen Verwertung zugeführt werden.
5. Das Gemisch aus entkeimter Magermilch mittels Mikrofiltration und dem erhitzen, homogenisierten Rahm und Retentat, wird anschliessend bei 72 - 74 °C pasteurisiert und auf 2 - 5 °C abgekühlt.
6. Ein (Steril)tank dient als Puffertank vor dem Abfüllen. (Leitungsführung, Ventile, Lagertanks und Abfüllanlage für die so entkeimte Milch müssen in aseptischer oder semi-aseptischer Ausführung sein).
7. Anschliessend erfolgt die (aseptische) Abfüllung in entkeimtes Verpackungsmaterial.
8. Die Lagertemperatur von ESL-Milch muss < 6 °C liegen.

Wird das Retentat (Bakterienkonzentrat) nicht wieder dem Produkt zugeführt, ist beim Mikrofiltrieren besonders Vorsicht geboten. „Verunreinigte“ Filteroberflächen könnten nebst Mikroorganismen auch Proteine zurückhalten, was zu einer Gehaltsveränderung der Inhaltsstoffe führen könnte.

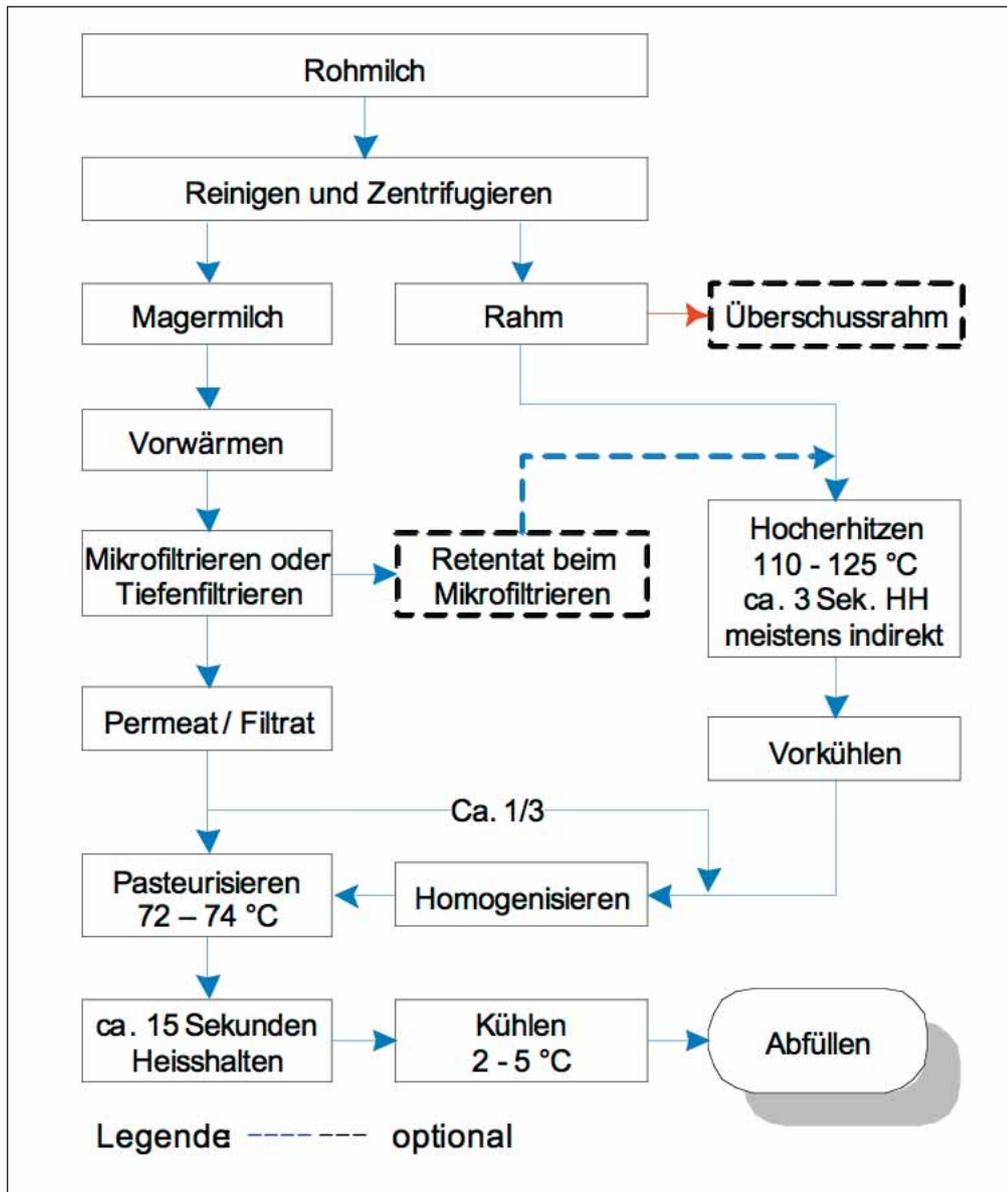


Abbildung 9: Prozessablauf für die Herstellung von ESL-Milch mittels Mikrofiltration oder Tiefenfiltration

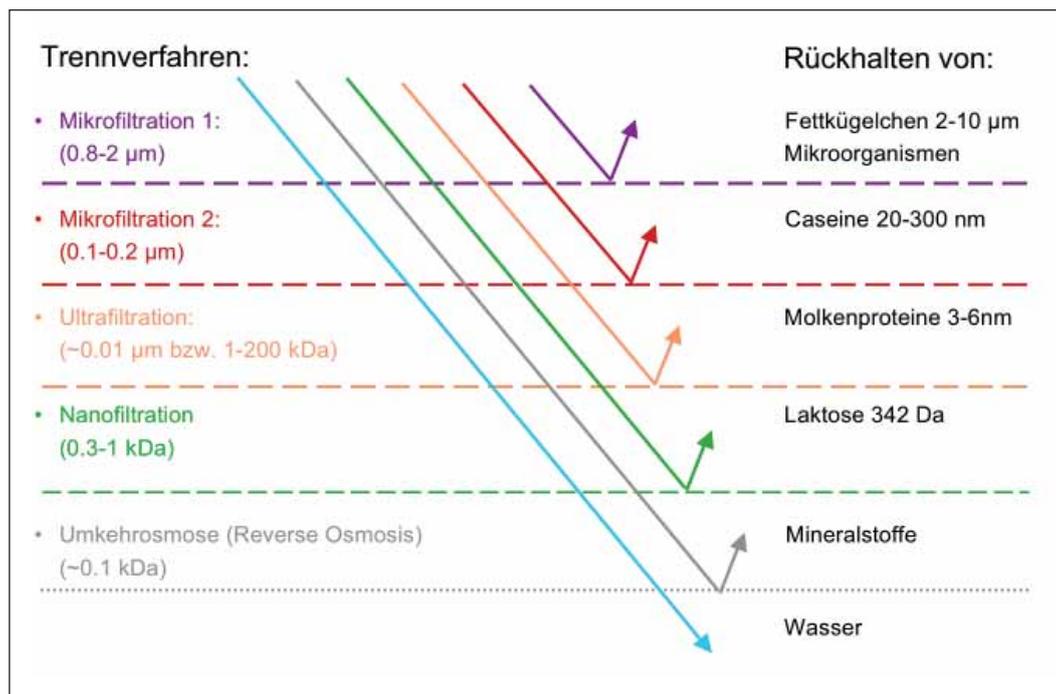


Abbildung 10: Verschiedene Porengrößen von Membranen/Filter und deren Durchlässigkeit

Umso keimärmer die Milch nach dem Mikrofiltrieren/Tiefenfiltrieren bis zum Abfüllprozess gehalten werden kann, desto länger ist die Haltbarkeit der so hergestellten Konsummilch.

Für eine ESL-Milch, welche mittels Mikrofiltration hergestellt wurde, gelten die gleichen Anforderungen an die Kategorien der Produktionsstandards wie unter Punkt 3.18 aufgeführt sind.

3.16 Verfahren mittels Tiefenfiltration (ESL-Milch)

Einleitung

Die Anwendung von Tiefenfiltration in der Milchverarbeitung ist ein neueres Verfahren um ESL-Milch herzustellen und ist dem Mikrofiltrationsprozesses ähnlich.

Die Mikroorganismen in der Magermilch werden, ähnlich wie bei der Mikrofiltration, mittels Filter zurückgehalten. Die Porengrößen sind so klein gewählt, dass Mikroorganismen mithilfe 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).

Technologie

Für die Tiefenfiltration werden eine Vorfiltereinheit und eine Endfiltereinheit verwendet. Jede Filtereinheit besteht aus mehreren Polypropylen-Filterkerzen.

- Beim Anfahr- und Ab(Aus-)fahrprozess wird das Produkt (entkeimte Magermilch) mittels Sterilluft leer gedrückt.
- Trenngrenze Vorfilter: 0,3 µm
- Trenngrenze Endfilter: 0,2 µm
- Die Keimrückhaltung beträgt mehr als 99 %
- Die Keimbelastung der Rohmilch sollte möglichst unter 100'000 KbE/ml liegen
- Der Druckverlust je Filtereinheit beträgt zwischen 0,10 – 0,45 bar.
- Ca. 80 % der Keime werden durch den Vorfilter zurückgehalten. Der Vorfilter hält auch Schwebestoffe zurück, welche die Endfilter stärker verblocken würden.
- Es werden Standzeiten von ca. 6 - 8 Stunden erreicht.
- Die Filteranlage wird mit einer eigenen CIP-Anlage gereinigt. Als CIP-Medium wird eine konfektionierte Lauge und Salpeter- oder Phosphorsäure eingesetzt.
- Am Anschluss an die Reinigung werden die Gehäuse-dome mit Druckluft leer gedrückt und zusammen mit den Rohrleitungen mit Dampf sterilisiert.
- Nach ca. 125 Reinigungszyklen müssen die Filter ausgetauscht werden.

Der typische Prozessablauf für die Herstellung von ESL-Milch mittels Tiefenfiltration:

1. Die Rohmilch wird zuerst zentrifugiert (Rahm und Magermilch).
2. Die Magermilch wird auf ca. 50 bis 55 °C erwärmt und gelangt anschliessend in den Tiefenfiltrations-Prozess, bei welchem die Mikroorganismen mittels Filterkerzen zurückgehalten werden.
3. Der Rahm wird auf 110 - 125 °C erhitzt, vorgekühlt, mit einem Teil Filtrat vermischt, homogenisiert und gelangt anschliessend zum Pasteur.
4. Das Gemisch aus entkeimter Magermilch und dem erhitzten, homogenisierten Rahm wird anschliessend bei 72 - 74 °C pasteurisiert und auf 2 - 5 °C gekühlt.

5. Ein (Steril)tank dient als Puffertank vor dem Abfüllen. (Leitungsführung, Ventile, Lagertanks und Abfüllanlage für die so entkeimte Milch müssen in aseptischer oder semi-aseptischer Ausführung sein).
6. Anschliessend erfolgt die (aseptische) Abfüllung in entkeimtes Verpackungsmaterial.
7. Die Lagertemperatur von ESL-Milch muss < 6 °C liegen.

3.17 Verfahren mittels Entkeimungsseparatoren/ Bactofugen (ESL-Milch)

Einleitung

Die Anwendung einer Doppelentkeimung mittels zwei hintereinandergeschalteten Entkeimungs-Separatoren wurde mittels Westfalia-Separatoren der Baureihe CSE und CSI entwickelt (Prolong-Verfahren). Im Pasteurisationsprozess werden die 2 Entkeimungs-Separatoren vor dem Entrahmungs-Separator, der Homogenisation und Pasteurisation zwischengeschaltet. Mit diesem Verfahren ist eine Haltbarkeit von 20 Tagen zu realisieren. Andere Separatorenhersteller werden sicher versuchen, mit ihren Separatoren ein gleichwertiges Ergebnis zu erreichen.

Technologie

Mittels Zentrifugalkraft werden vegetative Bakterien, Sporen, insbesondere *Bacillus cereus*, grösstenteils entfernt. Dazu werden zwei baugleiche Entkeimungs-Separatoren hintereinander, in der Regel direkt vor dem Entrahmungsseparator, eingesetzt um eine hohe Wirkung bei der Entfernung der Sporen zu erreichen. Somit wird sichergestellt, dass die gesamte Rohmilchmenge, einschliesslich Rahmanteil, entkeimt wird. Anschliessend erfolgt die Behandlung der Milch im Entrahmungs-Separator zur Fettgehaltseinstellung und einer traditionellen Pasteurisation. In die Pasteurlinie eingebauten Entkeimungs-Separatoren können so ohne zusätzlichen Mehraufwand in den Produktions-, Reinigungs- und Sterilisationsprozess einbezogen werden. Der Produktverlust pro Entkeimungsseparator liegt bei ca. 0.1 bis 0.2 %.

Der typische Prozessablauf einer Bactofugation/Pasteurisation für ESL-Milch:

1. Rohmilchtank.
2. Vorsterilisieren der gesamten Anlage einschliesslich der Abfülleinrichtung (mind. 30 Minuten) mittels Heisswasserumlauf und danach zum Anfahren unter aseptischen Bedingungen auf Produktionstemperatur bringen.
3. Die Milch wird mittels einer Pumpe dem Erhitzer des Wärmeaustauschers zugeführt, wo sie im Gegenstrom mit bereits erhitztem Produkt auf etwa 50 °C erwärmt und den 2 Entkeimungs-Separatoren zugeführt wird.
4. Anschliessend wird die Milch der Entrahmungs-Zentrifuge zugeführt und entrahmt.
5. Mittels Standardisierungseinrichtung wird der gewünschte Fettgehalt des Endproduktes eingestellt.
6. Im Wärmeaustauscher erfolgt eine weitere Anwärmung der Milch auf etwa 65 °C
7. Anschliessend erfolgt die 2-stufige Homogenisation.
8. Im Pasteurabteil wird die Milch auf etwa 74 °C gebracht und im Heisshalter für ca. 20 Sekunden heiss gehalten.
9. Anschliessend erfolgt im Wärmeaustauscher eine Abkühlung auf 2 - 5 °C.
10. Ein (Steril)tank dient als Puffertank vor dem Abfüllen. (Leitungsführung, Ventile, Lagertanks und Abfüllanlage für die so entkeimte Milch müssen in aseptischer oder semi-aseptischer Ausführung sein).
11. Anschliessend erfolgt die (aseptische) Abfüllung in entkeimtes Verpackungsmaterial.
12. Die Lagertemperatur von ESL-Milch muss < 6 °C liegen.

ESL-Verfahren	Technologie / Verfahren		Produkt	
	+	-	+	-
Direkte Erhitzung	<ul style="list-style-type: none"> - vielseitig einsetzbar (geeignet auch für andere Produkte) - schonend 	<ul style="list-style-type: none"> - aseptischer Homogenisator - Wärmerückgewinnung 	<ul style="list-style-type: none"> - wenig Kochgeschmack - geringe Molkenproteindenaturierung 	
Indirekte Erhitzung	<ul style="list-style-type: none"> - vielseitig einsetzbar (geeignet auch für andere Produkte) - normaler Homogenisator - Wärmerückgewinnung - Anschaffungspreis 	<ul style="list-style-type: none"> - Nicht sehr schonend 		<ul style="list-style-type: none"> - Kochgeschmack - Molkenproteindenaturierung
Mikrofiltration	<ul style="list-style-type: none"> - Keramikfilter bis über 5 Jahre haltbar - grössere Erfahrungen als bei der Tiefenfiltration - besserer Wirkungsgrad als bei der Tiefenfiltration 	<ul style="list-style-type: none"> - grosse Pumpen erforderlich - Retentat 	<ul style="list-style-type: none"> - wenig Kochgeschmack - geringe Molkenproteindenaturierung 	
Tiefenfiltration	<ul style="list-style-type: none"> - es fällt kein Retentat an - kleinere Pumpen als bei der Mikrofiltration - geringerer Stromverbrauch als bei der Mikrofiltration 	<ul style="list-style-type: none"> - Filter nach ca. 125 Prod. auszutauschen - Hohe Unterhaltskosten - geringerer Wirkungsgrad als bei der Mikrofiltration - wenig Erfahrungen 	<ul style="list-style-type: none"> - wenig Kochgeschmack - geringe Molkenproteindenaturierung 	
Bactofugation / Pasteurisation	<ul style="list-style-type: none"> - Entfernung von Nicht-Milch-Bestandteilen - Niedriger Energieverbrauch - Einfacher Prozess - Überschaubare Betriebskosten 	<ul style="list-style-type: none"> - Noch wenig Erfahrungen vorhanden - Wirkungsgrad der Keimreduktion bei hoher Keimbelastung der Ausgangsmilch ev. problematisch 	<ul style="list-style-type: none"> - wenig Kochgeschmack - geringe Molkenproteindenaturierung 	<ul style="list-style-type: none"> - Haltbarkeit ca. 20 Tage

Tabelle 4: Vor- und Nachteile der verschiedenen ESL-Verfahren

3.18 Haltbarkeit von ESL-Milch

Haltbarkeit

ESL-Trinkmilch ist ca. 21 Tage (gegebenenfalls bis 30 Tage) haltbar.

Wichtige Faktoren sind hier:

- Rohmilchqualität (möglichst tiefe Keimbelastung <math><100'000\text{ KbE/ml}</math>)
- Keimreduktionsverfahren
- aseptische Leitungsführung
- spezielle Ventiltechnik oder Sterilventile
- Sterilluftüberlagerte Tanks oder drucküberlagerte Steriltanks
- geschlossene Abfüllanlage mit Sterilluft über dem Füllorgan oder Aseptik-Anlage
- entkeimtes Verpackungsmaterial
- Einhaltung der Kühlkette

Eine Haltbarkeit von Trinkmilch von zehn bis zwölf Tagen ist mit der Ausführung Standard und Clean gegeben. Der Produktionsprozess der ESL-Milch ist den Kategorien Ultra-Clean oder Aseptik zugeordnet. Im Ultra-Clean-Bereich werden spezielle Sitz- oder Doppelsitzventile eingesetzt. Neben einer einwandfreien Reinigung ist auch eine Sterilisation der Erhitzeranlage sowie eine Heisswasserdesinfektion bei Temperaturen von 95 – 115 °C oder eine Dampfsterilisation der nachgeschalteten Produktwege notwendig. Im Anschluss an den Desinfektionsprozess werden die produktführenden Rohrleitungen mit Sterilluft beaufschlagt. Hierdurch wird eine Rekontamination über die Atmosphäre vermieden. Es werden Haltbarkeiten von ca. 21 Tagen realisiert. Der Einsatz von Sterilventilen sowie eine Heisswassersterilisation bei > 135 °C oder eine Dampfsterilisation und eine anschließende Sterilluftüberlagerung der Produktleitungen führen im aseptischen Prozess zu Haltbarkeiten von bis zu 30 Tagen. Rekontaminationsquellen, sowie eine ungenügende Kühlkette, können die Haltbarkeit von ESL-Milch stark vermindern.

Kategorie	Ventiltechnik	Tanklagerausführung	Abfülltechnik	Mögliche Haltbarkeiten bei Kühlung <math>< 5\text{ °C}</math>
Standard	Standardventiltechnik	ohne Luftüberlagerung	Standard-Anlage	ca. 10 Tage
Clean	Standardventiltechnik	drucklose Tanks mit Sterilluftüberlagerung	Geschlossene Anlage, Sterilluft über dem Füllorgan	ca. 14 Tage
Ultra-Clean	Spezielle Sitzventile oder Doppelsitzventile	drucklose Tanks mit Sterilluftüberlagerung	geschlossene Anlage, Sterilluft über dem Füllorgan und Verpackungsmitteldekontamination	> 21 Tage
Aseptik	Sterilventile	drucküberlagerte Steriltanks	Aseptik-Anlage	ca. 30 Tage

Tabelle 5: Kategorien der Prozessstandards bei der Herstellung von ESL-Milch

Technische Anforderungen an einen UHT-Wärmeaustauscher

1. Automatischer Temperaturregler.
2. Temperaturmess- und Aufzeichnungsgerät.
3. Sicherheitssystem, das eine unzureichende Erhitzung verhindert.
4. Schutzeinrichtung gegen das Vermischen erhitzter mit unvollständig erhitzter Milch.
5. Aufzeichnungsgerät für die Schutzeinrichtung oder ein Kontrollverfahren für die Wirksamkeit der Einrichtung.

Bei Unterschreiten der UHT-Solltemperatur oder nach technischen Störungen oder Unterbrüchen bei der Erhitzung, wird die Anlage automatisch ausgefahren und muss erneut gereinigt und sterilisiert werden.

Haltbarkeit

Aufgrund dieser Erhitzungsart werden alle vermehrungsfähigen Mikroorganismen sowie auch Sporen abgetötet, so dass die Milch praktisch keimfrei ist.

Da UHT-Milch unter sterilen Bedingungen abgefüllt und verpackt wird, bleibt sie mindestens 3 Monate oder länger ungeöffnet bei normaler Umgebungstemperatur haltbar. Limitiert wird die Haltbarkeit der Milch durch enzymatische Vorgänge (Sedimentbildung, Süssgerinnung, Ranzigwerden) und teilweise auch durch chemische Alterungsprozesse. Bezüglich der enzymatischen Vorgänge ist die Kontamination der Werkmilch mit psychrotrophen Keimen, welche sehr hitzestabile Proteasen und Lipasen bilden können, entscheidend.

Kartonverpackungen für UHT-Milch benötigen zusätzlich eine Beschichtung mit Aluminium als Sauerstoff-, Geschmacks- und Lichtbarriere und sind teurer als normale Kartonverpackungen.

3.20 UHT - Verfahren direkt

Bei den Direktsystemen unterscheidet man zwischen dem „Dampfinjektionssystem“, wobei der Dampf direkt in die Milch injiziert wird (Dampf-in-Milch-Injektion) und dem „Dampfinfusionssystem“ (Milch-in-Dampf-Infusion). Dabei wird die Milch in einem sogenannten „Infuser“ versprüht (Tröpfchenverteilung). Die Erhitzungstemperatur (UHT-Temperatur) liegt bei beiden Systemen bei ca. 150 °C. Mittels Röhrenheisshalter wird die Milch für ca. 2 Sekunden heissgehalten. Für beide Systeme ist Dampf in Lebensmittelqualität erforderlich.

Da die Homogenisierung bei diesem Verfahren nach der UHT-Erhitzung erfolgen muss, sind aseptische Homogenisatoren erforderlich. Diese Anlagen sind teurer in der Anschaffung sowie auch im Unterhalt.

Sämtliche Anlagenteile nach der UHT-Erhitzung bis zur Abfüllung des Produktes sind in aseptischer Ausführung ausgelegt.

Die thermische Belastung eines direkten UHT(UP)-Verfahrens ist kleiner als beim indirekten UHT-Verfahren und dadurch schonender. Geschmacklich unterscheidet sich so hergestellte Trinkmilch nur wenig von einer normalen Pastmilch.

Der typische Prozessablauf für die Herstellung von UHT-Milch mittels direktem Verfahren:

1. Zuerst wird die Anlage mittels Heisswasserumlauf vorsterilisiert (mind. 30 Minuten) und anschliessend zum Anfahren unter aseptischen Bedingungen auf Produktionstemperatur gebracht.
2. Die gereinigte und standardisierte Rohmilch gelangt mittels Pumpe zur Vorerhitzerabteilung des Plattenwärmeüberträgers, wo sie im Gegenstrom mit bereits erhitztem Produkt auf ca. 85 °C erwärmt wird.
3. Mittels eines Dampfinjektionssystemes oder eines Dampfinfusionssystemes wird die Milch innert Sekundenbruchteilen auf eine Temperatur von ca. 150 °C erhitzt.
4. Im Röhrenheisshalter wird die erhitzte Milch für ca. 2 Sekunden heiss gehalten
5. Anschliessend gelangt die heisse Milch in den Vakuumbehälter (Expansionsgefäss), wo sie schlagartig (Flash-Kühlung) auf ca. die Temperatur abgekühlt wird, welche sie vor der Dampfzufuhr hatte. Das Vakuum wird so eingestellt, dass dabei die gleiche Wassermenge (ausgedämpfte Brüdenmenge), welche durch den Dampf bei der Erhitzung der Milch zugeführt wurde, über die Vakuumpumpe wieder abgezogen wird.
6. Eine aseptische Kreiselpumpe fördert das sterile Produkt anschliessend weiter zu einer aseptischen zwei stufigen Homogenisation mit 180 bis 250 bar.
7. Danach wird das Produkt im Plattenwärmeübertrager auf ca. 20 °C abgekühlt.
8. Vor dem Abfüllen erfolgt eine Zwischenlagerung im Steriltank.
9. Als letzter Schritt erfolgt die aseptische Abfüllung in entkeimtes Verpackungsmaterial.

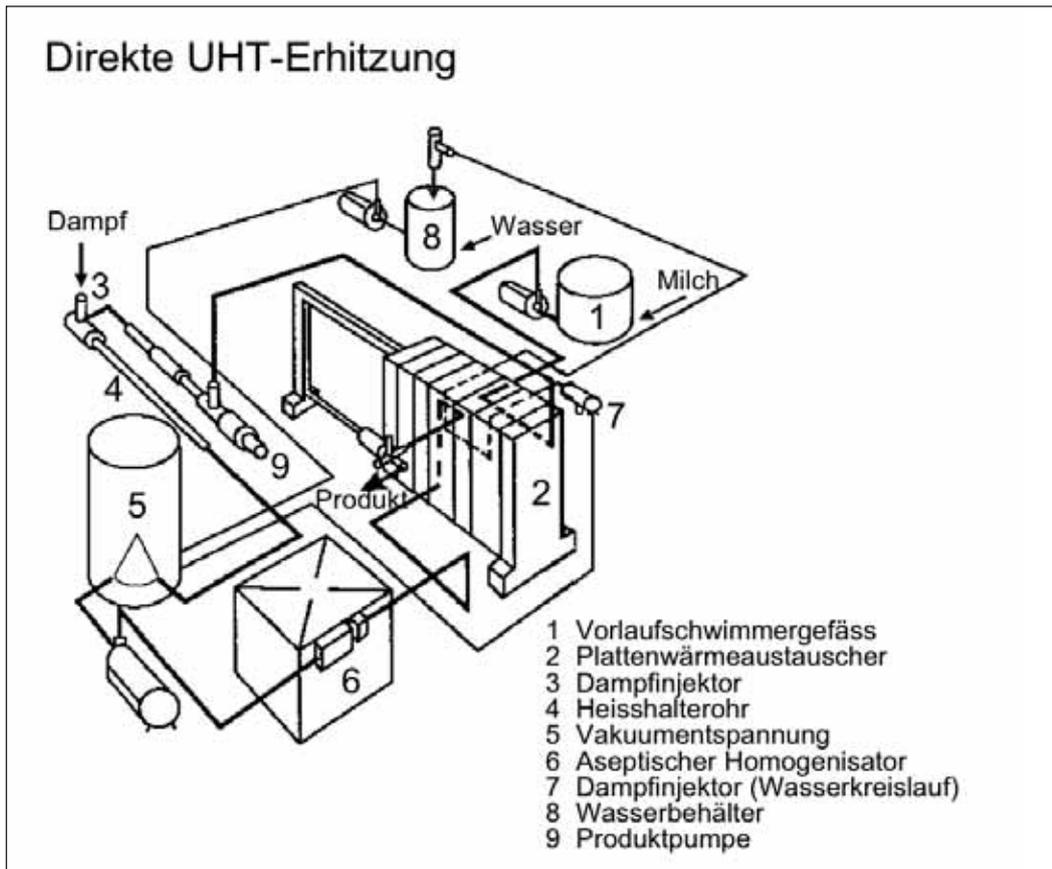


Abbildung 12: Prozesslinie UHT-direkt

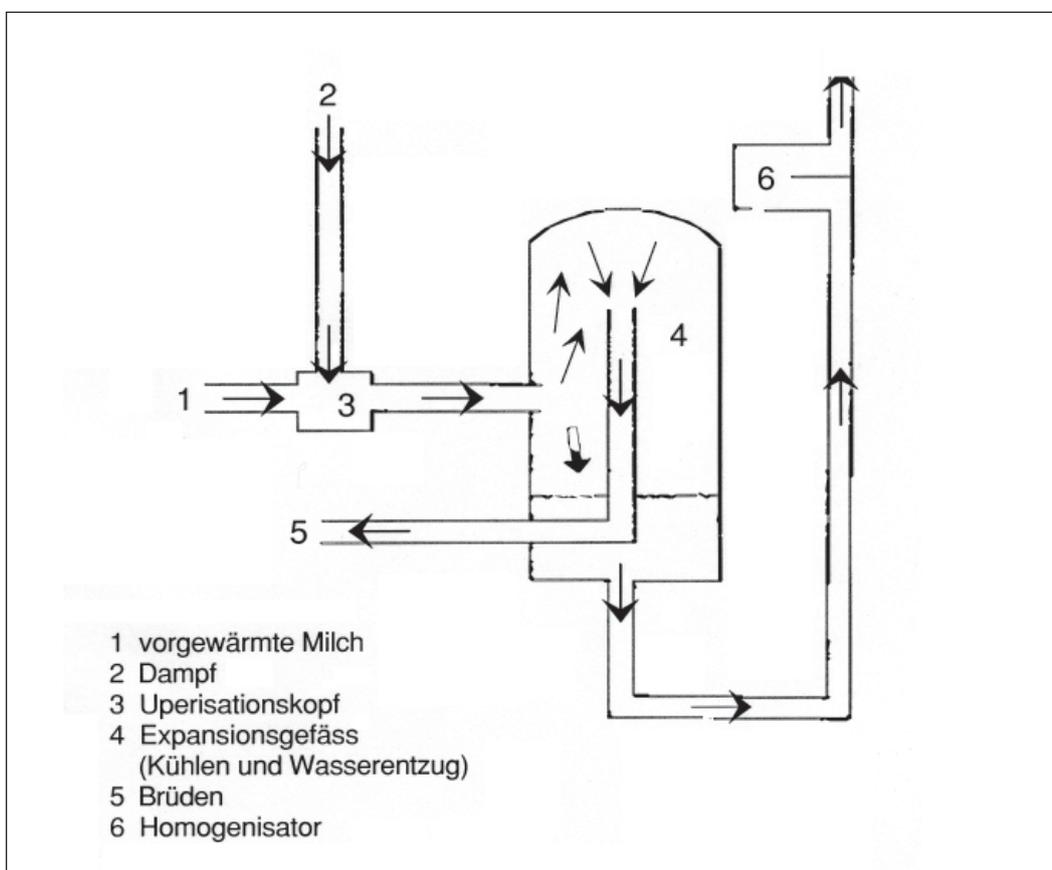


Abbildung 13: Dampfinjektor (UP-Kopf) mit Expansionsgefäß

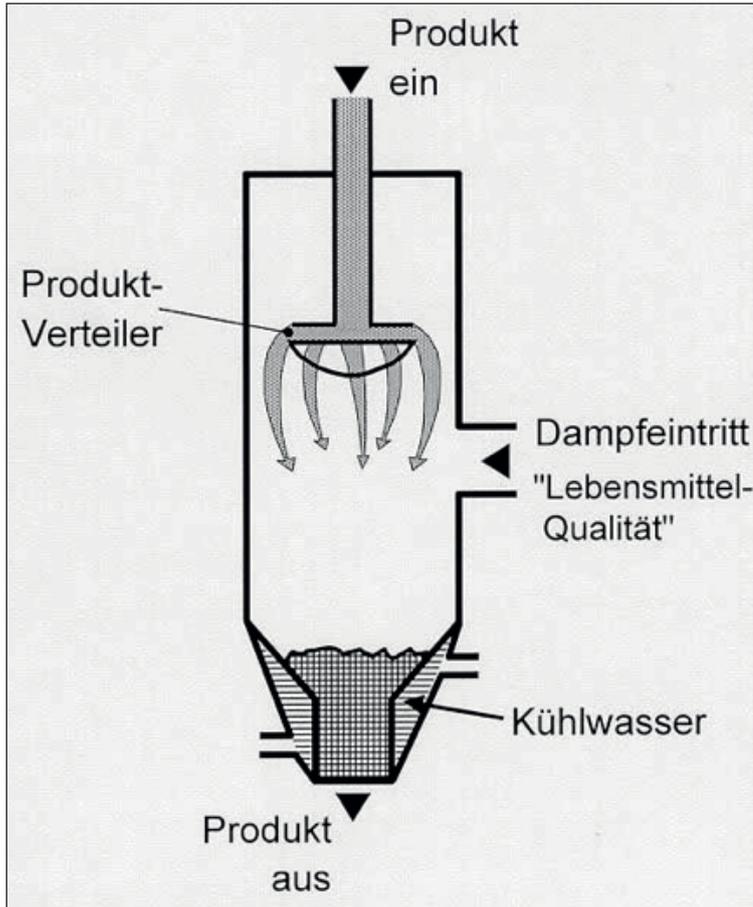


Abbildung 14: Schema eines Dampfinfusers

Technische Anforderungen an eine UHT-Anlage

1. Automatischer Temperaturregler
2. Temperaturmess- und Aufzeichnungsgerät
3. Sicherheitssystem, das eine unzureichende Erhitzung verhindert
4. Schutzeinrichtung gegen das Vermischen erhitzter mit unvollständig erhitzter Milch
5. Aufzeichnungsgerät für die Schutzeinrichtung oder ein Kontrollverfahren für die Wirksamkeit der Einrichtung

Bei Unterschreiten der UHT-Solltemperatur, oder nach technischen Störungen, oder Unterbrüchen bei der Erhitzung, wird die Anlage automatisch ausgefahren und muss erneut gereinigt und sterilisiert werden.

Haltbarkeit

Aufgrund dieser Erhitzungsart werden alle vermehrungsfähigen Keime sowie Sporen von Mikroorganismen abgetötet, so dass die Milch praktisch keimfrei ist. Da UHT-Milch unter sterilen Bedingungen abgefüllt und verpackt wird, bleibt sie mindestens 3 Monate oder länger ungeöffnet bei normaler Umgebungstemperatur haltbar.

Kartonverpackungen für UHT-Milch benötigen zusätzlich eine Beschichtung mit Aluminium als Sauerstoff-, Geschmacks- und Lichtbarriere und sind teurer als normale Kartonverpackungen für Past- oder ESL-Milch.

3.21 Sterilisation

Hygieneverordnung des EDI (HyV) vom 23. November 2005 (Stand am 25. Mai 2009)

Art. 49 Behandlung

c. Sterilisation nach Artikel 27 Absatz 2 Buchstabe c, sofern die Produkte nach einer Inkubation in verschlossenen Packungen bei 30 °C für 15 Tage oder bei 55 °C für 7 Tage oder nach Anwendung einer anderen Methode, die zeigt, dass eine geeignete Hitzebehandlung durchgeführt wurde, mikrobiologisch stabil sind.

2 Milch darf vor der Ultrahoherhitzung oder Sterilisation einer einmaligen Pasteurisation unterzogen werden.

3 Bei der Hitzebehandlung von Rohmilch und Milchprodukten müssen die Anforderungen nach Artikel 27 eingehalten sowie die Verfahren gemäss HACCP-Konzept berücksichtigt werden.

Sterilisieren (lat.: Entkeimen, Keimfreimachen) ist das Abtöten aller vegetativer und Dauerformen der Mikroorganismen. Vor dem Abfüllen und dem Sterilisieren wird die Milch 2-stufig homogenisiert (ca. 200/50 bar) und hochpasteurisiert. Sterilisierte Milch ist ein Dauermilcherzeugnis und wird in der bereits verschlossenen Packung (Glasflasche od. Blechdose) mindestens 3 Minuten auf eine Temperatur $\geq 121^\circ\text{C}$ erhitzt. Die Sterilisationstemperatur sollte 125°C nicht überschreiten. Innerhalb dieser Erhitzung treten die höchsten Geschmacks- und Eiweissveränderungen auf.

Sterilisierte Milch hält sich bei ungeöffneter Packung ungekühlt bis zu einem Jahr.

Der Marktanteil von Sterilmilch ist weltweit sehr gering. Am verbreitetsten ist diese Milch in ärmeren- und klimatisch heissen Regionen, wo eine Kühlung Lagerung nicht garantiert werden kann.

Sterilisatoren

- Autoklav (statischer Druckbehälter): Meist nur für kleine Mengen z.B. für Pilotplant.
- Autoklav (statischer Autoklav; Füllgut rotiert um die Längsachse): bessere Wärmeübertragung und das Anbrennen wird verhindert.
- Kontinuierliche Anlagen: Diese arbeiten nach dem hydrostatischen Prinzip aus mindestens zwei mit Wasser gefüllten oben offenen Säulen. Während des Betriebes herrscht ein Gleichgewicht zwischen Dampf- und Wassersäulen.

Die Gesamtdurchlaufzeit von 1-Liter Flaschen/Dosen beträgt ca. 1 Stunde.

3.22 Alternative Verfahren

Regelmässig werden alternative Verfahren, wie Hochdruckbehandlung, gepulste elektrische Felder (pulsed electric fields, PEF) und weitere ins Gespräch gebracht. Im Gegensatz zur Pasteurisation gibt es bei diesen alternativen Verfahren keine klar definierten und allgemein anerkannten Mindestbedingungen für die Gewährleistung der hygienischen Sicherheit. Bei der Pasteurisation genügt die Angabe einer Zeit-/Temperaturkombination oder der Nachweis der Inaktivierung eines Enzyms (Phosphatase) zur Anerkennung einer genügenden Erhitzung. Im Labor- und Pilotmassstab wurden viele Arbeiten mit alternativen Verfahren ausgeführt. Die mit unterschiedlichen Bedingungen erzielten Ergebnisse sind jedoch schwer vergleichbar. Aus diesen Gründen hat bis anhin keines der alternativen Verfahren in der industriellen Praxis Verbreitung gefunden.

4. Gehaltsveränderungen, verursacht durch die verschiedenen Verfahren

4.1 Vitaminverluste

Die Verluste an hitzelabilen Vitaminen B1, B6, B12, C und Folsäure sind von der Hitzebelastung abhängig. Bei der UHT-Erhitzung ist die Reduktion der hitzelabilen Vitamine durch das direkte Verfahren deutlich geringer als beim indirekten Verfahren. Die Vitaminverluste gehen bei der Lagerung der erhitzten Milch in beschränkter Masse weiter und sind in diesem Falle von der Lagerungstemperatur und dem Restsauerstoff in der Milch abhängig (Dolfini et al. 1991; Sieber 1989).

Vitamin B12, welches den grössten Beitrag zur Gesamtzufuhr beim Menschen durch Milch und Milchprodukte beiträgt (etwa 26 %), wird durch den Pasteurisationsprozess oder durch die ESL-Prozesse kaum reduziert. Nach Angaben in der Literatur betragen die Verluste in UHT-Milch nach 28 Tagen bei direkt erhitzten 4 % und bei indirekt erhitzter zwischen 6 und 15 % (Sieber 1989; Kaufmann 2009).

4.2 Milcherhitzungsverfahren nachweisen

Als Indikatoren für die erfolgte Hitzebelastung dienen die Denaturierung der Molkenproteine, im Speziellen von β -Lactoglobulin und die Bildung von hitzeinduzierten Reaktionsprodukten wie Lactulose. Anhand dieser sogenannten „Heat-load-Indikatoren“ kann auf das eingesetzte Verfahren geschlossen werden.

In Pastmilch ist die Denaturierung von β -Lactoglobulin gering und die Bildung von Lactulose klein. Deutlich sind die Unterschiede zwischen dem direkten und dem indirekten Erhitzungsverfahren (siehe Tabelle). Die direkte Erhitzung ist schonender und die Unterschiede gegenüber pasteurisierter Milch sind weniger ausgeprägt.

Bezeichnung	Technologie	Temperatur und Heisshaltezeit	β -Lactoglobulin-Wert [mg/L]	Lactulose-Wert [mg/kg]
Roh	unbehandelt	-	~ 3'600	< 10
Thermisiert	Plattenwärmeaustauscher	ca. 65 °C ca. 20 Sekunden	~ 3'400	< 10
Pasteurisiert	Plattenwärmeaustauscher	ca. 74 °C ca. 20 Sekunden	~ 3'100	~ 10
Hochpasteurisiert (ESL)	direkte Erhitzung mit Injektion (UP)	ca. 127 °C ca. 3 Sekunden	> 1'600	~ 25
Hochpasteurisiert (ESL)	direkte Erhitzung mit Infusion	ca. 127 °C ca. 3 Sekunden	> 1'700	~ 20
Hochpasteurisiert (ESL)	indirekte Erhitzung mit Wärmetauscher	ca. 125 °C ca. 2 Sekunden	~ 1'000	~ 30
Mikrofiltriert und Pasteurisiert (ESL)	Magermilch = mikrofiltriert, Rahm = hochpasteurisiert, Gemisch = pasteurisiert	Rahm: ca. 125 °C ca. 2 Sekunden Gemisch: ca. 74 °C ca. 20 Sekunden	~ 2'500	~ 17
Tiefenfiltriert und Pasteurisiert (ESL)	Magermilch = tiefenfiltriert, Rahm = hochpasteurisiert, Gemisch = pasteurisiert	Rahm: ca. 125 °C ca. 2 Sekunden Gemisch: ca. 74 °C ca. 20 Sekunden	> 2'500	~ 15
Bactofugiert und Pasteurisiert (ESL)	Rohmilch = Vorentkeimung mittels 2 Entkeimungsseparatoren, pasteurisiert	ca. 74 °C, ~20 Sek.	~ 3'000	~ 10
UHT (UP)	direkte Erhitzung mit Injektion od. Infusion	ca. 150 °C ca. 2 Sekunden	~ 800	~ 100
UHT	indirekte Erhitzung mit Wärmetauscher	ca. 138 °C ca. 3 Sekunden	~ 200	~ 300

Tabelle 6: Einfluss der Technologien auf die Molkenproteindenaturierung (-Lactoglobulin- und Lactulose-Werte)

5. Trinkmilch anderer Säugetierarten

Es können auch Trinkmilchprodukte aus Ziegen-, Schaf-, Büffel-, sowie aus Stutenmilch hergestellt werden. Siehe auch unter Punkt 7.1. (Gesetzgebung bezüglich Milcharten).

- Trinkmilch aus Ziegenmilch hergestellt, weist oft eine dünnere Konsistenz auf. Ursache ist der tiefere Trockenmassegehalt und die Art der Zusammensetzung von Ziegenmilch. Die Kurzzeitpasteurisation ist das am häufigste angewendete Verfahren. Aufgrund der ungnügenden Hitzestabilität der Molkenproteine sind höhere Temperaturen (Hochpasteurisations- und UHT-Verfahren) ungeeignet. Soll jedoch länger haltbare Trinkmilch hergestellt werden, so empfiehlt sich ein direktes Verfahren anzuwenden (Eberhard 2005). Bei UHT-Ziegenmilch ist zur Stabilisierung der Proteine laut Zusatzstoffverordnung Natriumzitrat (E 331) zugelassen.

- Trinkmilch aus Schaf- und Büffelmilch ist ähnlich wie Produkte aus Kuhmilch herzustellen. Die höhere Trockenmasse der jeweiligen Milch ergibt ein cremiges und vollmundiges Produkt. Der Schafmilch resp. deren Fett wird aufgrund der kleineren Fettkügelchen eine bessere Abbaufähigkeit und damit Verträglichkeit attestiert. Kurzzeitpasteurisation ist das am häufigste angewendete Verfahren. Aufgrund der ungnügenden Hitzestabilität der Molkenproteine sind höhere Temperaturen (Hochpasteurisations- und UHT-Verfahren) auch hier ungeeignet.

6. Zusammensetzung und Gehaltswerte von Trinkmilch

	¹ Ein- heit	Vollmilch past.	Vollmilch UHT	Milchdrink past.	Milchdrink UHT	Magermilch UHT
Wasser	\bar{x} g	87,3	87,3	88,4	88,4	90,8
Protein	\bar{x} g	3,3	3,3	3,2	3,4	3,4
Fett	\bar{x} g	4,0	4,1	2,8	2,8	0,08
Laktose	\bar{x} g	4,7	4,6	4,7	4,6	4,7
Cholesterin	\bar{x} mg	14,9	15,5	10,8	11,2	0
Energie	\bar{x} kcal	67	68	56	57	34
	\bar{x} kJ	280	285	235	235	140
Natrium	\bar{x} mg	39	39	39	38	39
Kalzium	\bar{x} mg	122	120	123	122	126
Kalium	\bar{x} mg	155	156	157	157	164
Magnesium	\bar{x} mg	10,4	10,1	10,3	10,4	10,8
Phosphor	\bar{x} mg	92	91	90	94	97
Zink	\bar{x} mg	0,362	0,365	0,363	0,366	0,378
Eisen	\bar{x} μ g	14,5	13,5	14,4	14,5	14,6
Kupfer	\bar{x} μ g	2,4	2,3	3,4	2,8	3,2
Mangan	\bar{x} μ g	2,1	2,1	1,9	2,0	1,8
Jod Juni	\tilde{x} μ g	2,8	3,3	nb	nb	nb
Jod November	\tilde{x} μ g	16,1	15,9	nb	nb	nb
Selen	\tilde{x} μ g	0,86	0,90	nb	nb	nb
Aluminium	\tilde{x} μ g	1,8	3,6	nb	nb	nb
Vit. A	\bar{x} μ g	46	44	32	32	2
Vit. E	\tilde{x} μ g	112	131	72	85	0
Vit. B ₁	\tilde{x} μ g	20	20	20	21	21
Vit. B ₂	\tilde{x} μ g	147	157	147	153	160
Vit. B ₆	\tilde{x} μ g	28	29	21	25	28
Vit. B ₁₂	\tilde{x} μ g	0,12	0,12	nb	nb	nb
Biotin	\tilde{x} μ g	2,2	2,1	nb	nb	nb
Folsäure	\tilde{x} μ g	5,1	4,3	nb	nb	nb
Niacin	\tilde{x} μ g	100	115	nb	nb	nb
Pantothensäure	\tilde{x} μ g	440	475	nb	nb	nb
Vit. C	\tilde{x} μ g	1057	1010	nb	nb	nb

¹ \bar{x} = Mittelwert; \tilde{x} = Median, nb = nicht bestimmt

Tabelle 7: Mittelwerte der Nährstoffgehalte pro 100 g essbarer Anteil

7. Anhang: Schweizerische Gesetzgebung

7.1 Schweizerische Gesetzgebung bezüglich Milcharten

Verordnung des EDI
über Lebensmittel tierischer Herkunft
vom 23. November 2005 (Stand am 25. Mai 2009)

2. Abschnitt: Anforderungen

Art. 27 *Fettgehaltsstufen* genussfertiger Milch

- 1 Bezüglich des Fettgehalts genussfertiger Milch gilt:
 - a. Vollmilch muss einen Fettgehalt von mindestens 35 g pro Kilogramm aufweisen. Der Fettgehalt darf weder durch Hinzufügung oder Entnahme von Milchfett noch durch Mischung mit im Fettgehalt veränderter Milch geändert werden.
 - a bis. Standardisierte Vollmilch muss einen Fettgehalt von mindestens 35 g, jedoch weniger als 50 g pro Kilogramm aufweisen.
 - b. Teilentrahmte Milch muss einen Fettgehalt von mehr als 5 g, jedoch weniger als 35 g pro Kilogramm aufweisen.
 - c. Halbentrahmte Milch muss einen Fettgehalt von mindestens 15 g und höchstens 18 g pro Kilogramm aufweisen.
 - d. Entrahmte Milch (Magermilch) darf einen Fettgehalt von höchstens 5 g pro Kilogramm aufweisen.
 - e. Rahmangereicherte Milch (fettangereicherte Milch) muss einen Fettgehalt von mindestens 50 g pro Kilogramm und weniger als 150 g pro Kilogramm aufweisen.
- 2 Die Einstellung des Fettgehaltes darf nur über die Zugabe oder Wegnahme von Rahm oder durch Mischen mit Milch eines anderen Fettgehalts erfolgen.
- 3 Milch darf homogenisiert werden.

Art. 28 *Vollmilch* (Gehaltsanforderungen)

Vollmilch muss:

- a. bei einem Fettgehalt von 35 g pro Kilogramm und einer Temperatur von 20 °C eine Masse von mindestens 1028 g pro Liter aufweisen oder bei einem andern Fettgehalt eine entsprechende Masse;
- b. bei einem Fettgehalt von 35 g pro Kilogramm mindestens 28 g Eiweiss pro Kilogramm enthalten oder bei einem andern Fettgehalt einen entsprechenden Eiweissgehalt;
- c. bei einem Fettgehalt von 35 g pro Kilogramm mindestens 85 g fettfreie Trockenmasse pro Kilogramm enthalten oder bei einem andern Fettgehalt einen entsprechenden Anteil fettfreier Trockenmasse.

Art. 29 Zulässige Gehaltsveränderungen

- 1 Genussfertige Milch darf mit essenziellen oder physiologisch nützlichen Stoffen nach Artikel 18 LGV angereichert werden; ausgenommen ist Vollmilch.
- 2 Milch, die mit Eiweiss angereichert wurde, muss einen Milcheiweissgehalt von mindestens 38 g pro Kilogramm aufweisen. Zur Anreicherung darf einzig Milcheiweiss verwendet werden. Ein vorgängiger Entzug von Milcheiweiss ist nicht zulässig.
- 3 Eine Verminderung des Eiweissgehalts ist nicht zulässig.
- 4 Zur Verringerung des Laktosegehalts in der Milch ist die

Umwandlung von Laktose in Glukose und Galaktose gestattet.

7.3 Schweizerische Gesetzgebung bezüglich Hygieneanforderungen

Hygieneverordnung des EDI
(HyV)
vom 23. November 2005 (Stand am 25. Mai 2009)

Art. 27 *Hitzebehandlungen für Lebensmittel*

- 1 Lebensmittel, die sich dazu eignen, können zur Verlängerung ihrer Haltbarkeit oder zur Erhöhung der hygienisch-mikrobiologischen Sicherheit einer Hitzebehandlung unterzogen werden. Hitzebehandlungen sind so durchzuführen, dass die stoffliche Zusammensetzung sowie die physikalischen, ernährungsphysiologischen und sensorischen Eigenschaften der Lebensmittel möglichst wenig verändert werden.
- 2 Lebensmittel gelten als:
 - a. pasteurisiert, wenn sie auf mindestens 63 °C erhitzt und bei dieser oder höheren Temperaturen so lange gehalten werden, bis alle vegetativen pathogenen Keime abgetötet sind;
 - b. ultrahochoerhitzt (UHT), wenn sie auf Temperaturen von 135–155 °C erhitzt und während einiger Sekunden auf einer solchen Temperatur gehalten werden, bis alle wachstumsfähigen Mikroorganismen und Sporen abgetötet sind;
 - c. sterilisiert, wenn sie einem Erhitzungsverfahren unterzogen werden, das Gewähr bietet, dass das Lebensmittel unter normalen Lagerbedingungen weder mikrobiell noch enzymatisch verderben kann.
- 3 Andere Hitzebehandlungen sind im Rahmen von Absatz 1 zulässig. Vorbehalten bleiben die produktespezifischen Vorschriften des 5. Kapitels.
- 4 Für alle Lebensmittel, die in hermetisch verschlossenen Behältnissen an Konsumentinnen und Konsumenten abgegeben werden, gilt:
 - a. Bei jeder Hitzebehandlung muss jeder Teil des behandelten Erzeugnisses für eine bestimmte Zeit auf eine bestimmte Temperatur erhitzt werden. Dabei muss verhindert werden, dass das Erzeugnis während dieses Prozesses kontaminiert wird.
 - b. Die verantwortliche Person muss regelmässig die wichtigsten in Betracht kommenden Parameter wie die Temperatur, den Druck, die Versiegelung oder den mikrobiologischen Zustand überprüfen, unter anderem auch durch die Verwendung automatischer Vorrichtungen, um sicherzustellen, dass mit dem angewandten Verfahren die angestrebten Ziele erreicht werden.
 - c. Es ist sicherzustellen, dass das nach dem Erhitzen zum Kühlen der Behältnisse verwendete Wasser keine Kontaminationsquelle darstellt.
 - d. Das angewandte Verfahren soll international anerkannten Normen entsprechen.

8. Abschnitt: Milch und Milchprodukte

Art. 46 Umgang mit Rohmilch nach dem Melken

- 1 Während des Wegtransports von Rohmilch vom Erzeugerbetrieb muss die Kühlkette aufrechterhalten bleiben. Beim Eintreffen am Bestimmungsort darf die Milchttemperatur nicht mehr als 10 °C betragen.
- 2 Von dieser Temperatur darf abgewichen werden, wenn die Milch innerhalb von zwei Stunden nach Ende des Melkvorgangs gesammelt oder verarbeitet wird.

Art. 47 Abgabe von Rohmilch

Wird Rohmilch vorverpackt direkt an Konsumentinnen und Konsumenten abgegeben, so muss sie mechanisch gereinigt werden.

Art. 48 Milchverarbeitungsbetriebe

- 1 Rohmilch muss nach ihrer Annahme im Verarbeitungsbetrieb rasch auf eine Temperatur von nicht mehr als 6 °C gekühlt und bis zur Verarbeitung auf dieser Temperatur gehalten werden.
- 2 Die Milch darf auf einer höheren Temperatur gehalten werden, wenn:
 - a. die Verarbeitung unmittelbar nach dem Melken oder innerhalb von 4 Stunden nach der Annahme im Verarbeitungsbetrieb beginnt; oder
 - b. dies aus technologischen Gründen notwendig ist und die Lebensmittelsicherheit jederzeit gewährleistet bleibt.
- 3 In Betrieben, in welchen Milchprodukte hergestellt werden, muss mit geeigneten Verfahren sichergestellt sein, dass vor der Verarbeitung die folgenden Toleranzwerte eingehalten werden:
 - a. für Rohmilch: eine Keimzahl von weniger als 300 000 pro ml bei 30 °C;
 - b. für verarbeitete Milch: eine Keimzahl von weniger als 100 000 pro ml bei 30 °C;
 - c. für Rahm: eine Keimzahl von weniger als 300 000 pro ml bei 30 °C.
- 4 Die Werte nach Absatz 3 sind gemäss Referenzmethoden des Schweizerischen Lebensmittelbuches zu überprüfen.

Art. 49 Behandlung

- 1 Milch gilt nur dann als genussfertig, wenn sie einer ausreichenden Behandlung unterzogen worden ist. Als ausreichend gelten:
 - a. eine Erhitzung auf mindestens 72 °C während 15 Sekunden oder Temperatur-Zeit-Relationen mit gleicher Wirkung, die zu einem negativen Phosphatase- und einem positiven Peroxidasetest führen (Pasteurisation) oder Erhitzung auf eine Temperatur zwischen 85 und 135 °C, die zusätzlich zu einem negativen Peroxidasetest führt (Hochpasteurisation);
 - b. Ultrahocherhitzung nach Artikel 27 Absatz 2 Buchstabe b;
 - c. Sterilisation nach Artikel 27 Absatz 2 Buchstabe c, sofern die Produkte nach einer Inkubation in verschlossenen Packungen bei 30 °C für 15 Tage oder bei 55 °C für 7 Tage oder nach Anwendung einer anderen Methode, die zeigt, dass eine geeignete Hitzebehandlung durch

geführt wurde, mikrobiologisch stabil sind;

d. andere Behandlungen, die zu einer mindestens gleichwertigen Haltbarkeit und Hygienisierung wie die unter Buchstabe a genannten Behandlungen führen.

- 2 Milch darf vor der Ultrahocherhitzung oder Sterilisation einer einmaligen Pasteurisation unterzogen werden.
- 3 Bei der Hitzebehandlung von Rohmilch und Milchprodukten müssen die Anforderungen nach Artikel 27 eingehalten sowie die Verfahren gemäss HACCP-Konzept berücksichtigt werden.
- 4 In Betrieben, in welchen Milchprodukte aus Rohmilch hergestellt werden, muss mit geeigneten Verfahren sichergestellt sein, dass die Lebensmittelsicherheit jederzeit gewährleistet ist.
- 5 Rahm gilt nur dann als genussfertig, wenn er einer Hitzebehandlung gemäss Artikel 27 Absatz 2 unterzogen worden ist.24

Art. 50 Nachbehandlung hitzebehandelter Milch

- 1 Genussfertige Milch muss unmittelbar nach der letzten Hitzebehandlung in geschlossene Behältnisse abgefüllt werden, die eine Kontamination verhindern. Das Verschlusssystem muss so konzipiert sein, dass deutlich zu erkennen und leicht nachzuprüfen ist, ob das betreffende Behältnis geöffnet wurde.
- 2 Pasteurisierte Milch muss unmittelbar nach der Hitzebehandlung abgekühlt werden.
- 3 Ultrahocherhitzte Milch und sterilisierte Milch dürfen keiner weiteren Nacherhitzung unterzogen werden.

Art. 51 Abgabe genussfertiger Milch

- 1 Ultrahocherhitzte Milch und sterilisierte Milch dürfen, ausser im Gastgewerbe und in Kollektivverpflegungsbetrieben, nur vorverpackt abgegeben werden.
- 2 Pasteurisierte Milch darf im Offenverkauf an Konsumentinnen und Konsumenten abgegeben werden, wenn durch das Abgabesystem (Behälter, Zapfstelle usw.) die kontaminationsfreie Entnahme der Milch sichergestellt ist. Die Abgabestelle ist verpflichtet, die Konsumentinnen und Konsumenten über die Haltbarkeit und die Aufbewahrungsbedingungen der Milch zu informieren.

Art. 52 Kolostrum und Erzeugnisse auf Kolostrumbasis

- 1 Für den Umgang mit Kolostrum und Erzeugnissen auf Kolostrumbasis sowie für die Verarbeitung und die Hitzebehandlung von Kolostrum und von Erzeugnissen auf Kolostrumbasis gelten die Artikel 46, 48 Absätze 1 und 2, 49 Absätze 1 und 3 sowie Absatz 1 sinngemäss.
- 2 Wird Kolostrum nicht täglich abgeholt, so kann es nach dem Melken eingefroren werden. In diesem Falle muss es nach Annahme im Verarbeitungsbetrieb bis zur Verarbeitung gefroren bleiben.

- Art. 53 *Milch und Milchprodukte anderer Säugetierarten*
- 1 Mit Ausnahme von Artikel 48 Absatz 3 gelten die Artikel 46–52 für Milch anderer Säugetierarten und für Milchprodukte aus solcher Milch sinngemäss.
 - 2 Bei Milch, die aus produktionstechnischen Gründen keiner Wärmebehandlung unterzogen werden darf (z.B. Stutenmilch), muss die verantwortliche Person die Lebensmittelsicherheit durch eine dem Produkt angepasste Qualitätssicherung gewährleisten.

Weitere Angaben sind der „Verordnung des EDI über die Kennzeichnung und Anpreisung von Lebensmitteln“ (LKV) vom 23. November 2005 (Stand am 1. Januar 2009) zu entnehmen.

Insbesondere: Art. 2, 3, 4, 11 - 14, 15, 16, 17, 18, 19 - 21, 31 und 32 (ev. 22 – 29 Nährwertkennzeichnung)

7.4 Kennzeichnung von Trinkmilch

Verordnung des EDI
über Lebensmittel tierischer Herkunft
vom 23. November 2005 (Stand am 25. Mai 2009)

3. Abschnitt: **Kennzeichnung**

Art. 30 Sachbezeichnung für genussfertige Milch

- 1 Als Sachbezeichnungen für genussfertige Milch sind die Bezeichnungen nach Artikel 27 Absatz 1 zu verwenden.
- 2 Vollmilch nach Artikel 27 Absatz 1 Buchstabe a kann zusätzlich einen Hinweis wie «mit natürlichem Fettgehalt» tragen.

Art. 31 *Übrige Kennzeichnung für genussfertige Milch*

- 1 Bei genussfertiger Milch sind zusätzlich zu den Angaben nach Artikel 2 LKV46 anzugeben:
 - a. die Art der Behandlung; Abkürzungen wie «Past», «Hochpast», «UHT» oder «Steril» sind zulässig;
 - b. der Fettgehalt als «Gramm pro Kilogramm» oder als Prozentangabe («%»); bei Vollmilch nach Artikel 27 Absatz 1 Buchstabe a ist die Angabe des Mindestfettgehaltes zulässig;
 - c. Angaben über eine Gehaltsveränderung nach Artikel 29;
 - d. bei Milch, die kühl gelagert wird, ein Hinweis auf die Lagertemperatur;
 - e. bei pasteurisierter und hochpasteurisierter Milch der Hinweis «Vor Licht geschützt aufbewahren»;
 - f. wenn die Milch einer Homogenisation unterzogen wurde, der Hinweis «Homogenisiert».
- 2 Die Angabe nach Buchstabe b ist in der Nähe der Sachbezeichnung anzubringen.

Art. 32 *Übrige Kennzeichnung für Rohmilch*

- 1 Wird Rohmilch vorverpackt abgegeben, so sind zusätzlich zu den Angaben nach Artikel 2 LKV44 anzugeben:
 - a. ein Hinweis auf die Lagertemperatur;
 - b. ein Hinweis, dass es sich um Rohmilch handelt, die vor dem Konsum auf mindestens 70 °C erhitzt werden muss.
 - c. der Hinweis «vor Licht geschützt aufbewahren».
- 2 Wird Rohmilch offen abgegeben, so hat die Abgabestelle die Konsumentinnen und Konsumenten in geeigneter Form zu informieren, dass die Rohmilch nicht genussfertig ist und vor dem Konsum auf mindestens 70 °C erhitzt werden muss. Zudem ist die Abgabestelle verpflichtet, über die Haltbarkeit und die Aufbewahrungsbedingungen von Rohmilch zu informieren.

8. Literaturverzeichnis

Quellen:

1. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg): Ernährungsbericht 2000. Druckerei Henrich, Frankfurt am Main (2000) 326-327
2. Eberhard P.: Vitamine in gelagerter hochehitzter Milch. FAM-Info, März 2003, Nr. 452
3. Eberhard P.: PEF, die „Kalte Pasteurisierung“. Alimenta (21/2008)
4. Eberhard P.: Milcherhitzungsverfahren nachweisen. Alimenta (20/2005)
5. Eberhard P.: UHT-Ziegenmilch: Die direkte Erhitzung wird empfohlen. Alimenta (2006)
6. Frahm Ch, Gruchot W.: ESL-Milch mit Doppelentkeimung. DMZ (11/2010)
7. Hülsen U.: Länger haltbare Trinkmilch. DMZ (19/2005 und 20/2005)
8. Kaufmann V.: Verfahrenstechnische Einflussfaktoren auf die Qualität und Stabilität von ESL-Milch. DMZ (24/2008)
9. Kaufmann V.: Stoffliche Veränderungen in Konsummilch durch haltbarkeitsverlängernde Verfahren. MIV (2009)
10. Kessler H.G.: Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik. ISBN 3-9802378-4-2 (2006)
11. Sieber R.: Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten schweizerischer Herkunft. FAM-INFO (Nr. 426, 2001)
12. Spreer Edgar: Technologie der Milchverarbeitung, ISBN 3-89947-233-0 HC (2005)
13. Strahm Walter, Eberhard Pius: Pastmilch in Käseereien einwandfrei hergestellt. Alimenta (1989)
14. Schwermann U.: Verfahrenskonzepte zur Herstellung von ESL-Milch. Deutsche Milchwirtschaft (11/2008, 12/2008 und 13/2008)

