

MILCHTECHNOLOGIE

Ernährungswissenschaft: VO 751.026

TECHNOLOGIE DER MILCH

Lebensmittelwissenschaft: VO 751.308

H. FOISSY

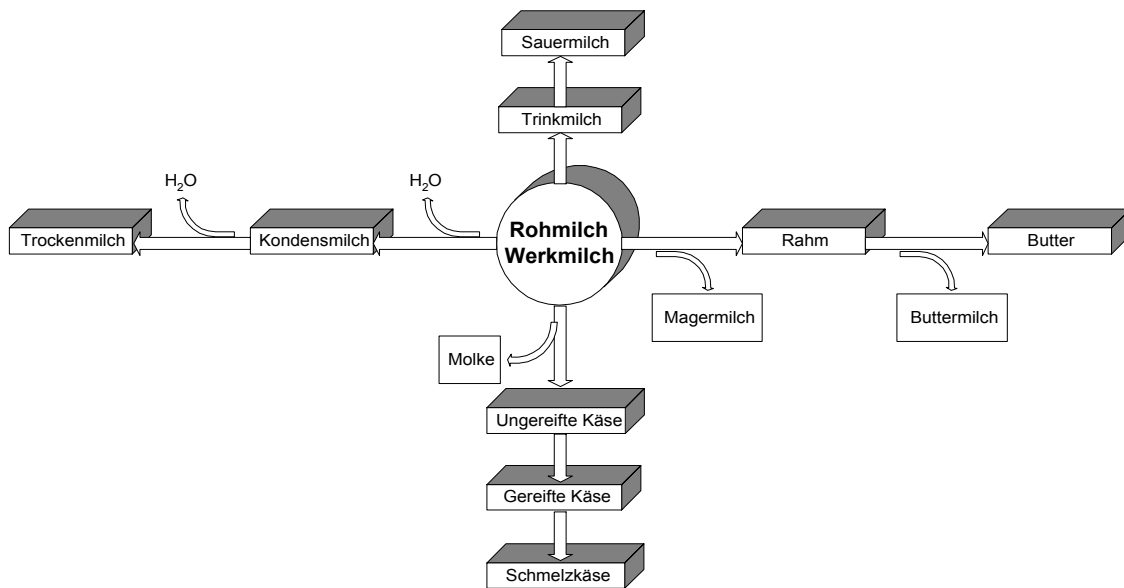
IMB-Verlag 2005
Universität für Bodenkultur Wien

INHALTSVERZEICHNIS

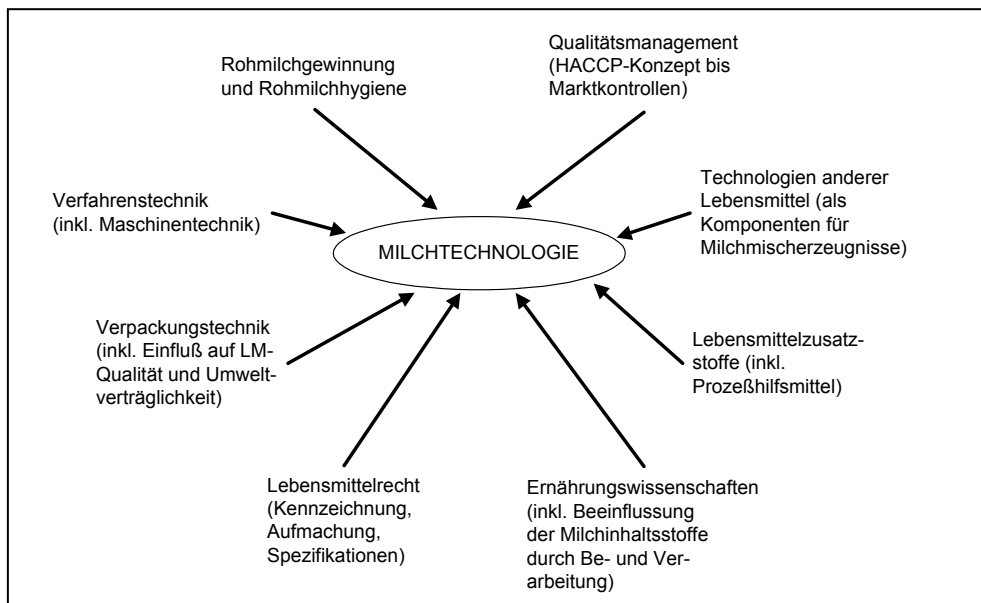
Einleitung	1
Milchinhaltsstoffe	3
Molkereitechnische Grundbehandlung von Milch	31
Trinkmilch und Milchmischerzeugnisse	43
Fermentierte Milch und Milchmischerzeugnisse	49
Rahm	58
Butter	62
Kondensmilch	70
Trockenmilch	75
Ungereifte Käse	85
Gereifte Käse	91
Schmelzkäse	115
Nebenproduktverwertung	120
Literaturhinweise	125
Fragensammlung	126

Der Inhalt dieses Skriptums ist der Monographie
Foissy, H.: „Milchtechnologie - Eine vorlesungsorientierte Darstellung“,
IMB-Verlag, ISBN 3-900962-20-0, entnommen.
Das Copyright gilt daher auch für das vorliegende Skriptum, d.h. die Vervielfälti-
gung des Inhaltes oder Teile des Inhaltes ist ohne Quellenangabe unzulässig
2005

EINLEITUNG



Standard- und Nebenprodukte der Milchtechnologie



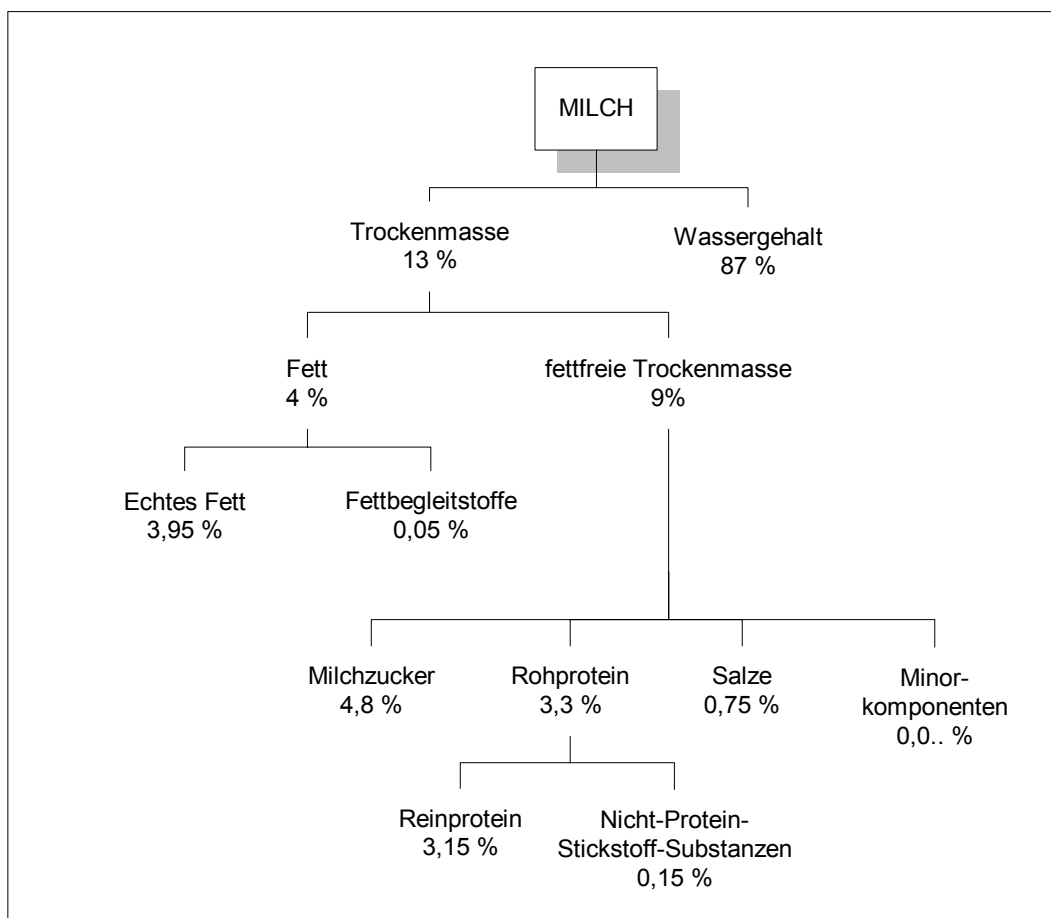
Milchtechnologie und angrenzende Fachbereiche

	<i>EU(15) ~ Anfall</i>	<i>Verwertung für Lebensmittel</i>
Milchfett	4 Mio t	> 90 %
Milcheiweiß	3 Mio t	~ 50 %
Milchzucker	5 Mio t	< 25 %

Verwertung der Milchinhaltsstoffe für Lebensmittel (EU 15)

Rohstoff Milch

- **"Milch" = Kuhmilch.** Das Gesamtgemelk eines Tieres oder mehrerer Tiere.
Nicht inkludiert ist die Milch der 1. Woche nach der Geburt (*Kolostrum*) und die Milch von „altmelkenden“ Kühen (< 2 l / d)
- **Milch von anderen Species** erfordert entsprechende Kennzeichnung, insbesondere *Schaf-, Ziegen-, Büffelmilch*, ggf. auch "exotische" Arten
- **Rohmilch:** Unbehandelte Milch, nicht > 40°C erhitzt, ggf. aber gekühlt
- **Milchpreis:** In Ö dzt. etwa 31 Cent/kg, in anderen EU-Länder z.T. geringer
- **Erzeugerbetrieb:** Betrieb mit Milchgewinnung für Lebensmittel von einem oder mehreren Milchtieren
- **Sammelstelle:** Betrieb, der Rohmilch sammelt, kühlt und ggf. reinigt
- **Milchbearbeitungsbetrieb:** Betrieb, der nur Trinkmilch erzeugt
- **Milchverarbeitungsbetrieb:** Betrieb, der andere Milchprodukte erzeugt
- **Versandmilch:** Milch, die von einem Be- und Verarbeitungsbetrieb zu einem anderen Betrieb weiter versendet wird
- **Konsummilch:** Wärmebehandelte oder rohe Trinkmilch
- **Werkmilch:** Verarbeitungsmilch, roh oder vorbehandelt, überwiegend zur Herstellung von Milchprodukten bzw. Erzeugnissen auf Milchbasis



Schematische Darstellung der Milchezusammensetzung (Durchschnittswerte für Kuhmilch)

MILCHINHALTSSTOFFE

MILCHFETT

Die Milchfettfraktion liegt in Milch als o/w-Emulsion vor und umfasst das echte Fett (Neutralfett), das knapp 99 % hiervon ausmacht und die Fettbegleitstoffe

Fettgehalt

- Kuhmilch: ~ 4 % Gew.% (*absolut*)
- Andere: Schafmilch ~ 7%, Ziegenmilch ~ 4%

Physikalischer Verteilungszustand

Emulgiert sind bei 37°C ~ 1 - 10 Mrd/ml kleine Fetttropfchen, ~ Ø 4 µm („Fettkügelchen“, *FK*), mit charakteristischem Aufbau

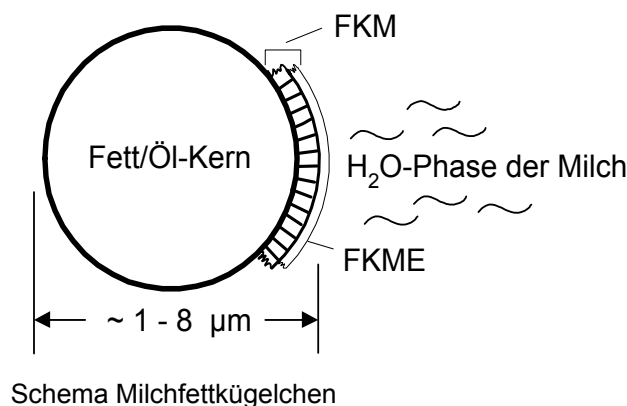
Der native Emulsionsstabilisator ist die FK-Membran (*FKM*), eine ~ 10 nm dicke Cytoplasmamembran-ähnliche Phospholipidschicht plus Cholesterin. Außen angelagert, z.T. aber auch eingelagert, ist das FKM-Eiweiß (*FKME*)

Daraus ableitbar sind ~ 20 mg Membranmaterial pro 40 g Fett (~ 1 l Milch) und eine Oberfläche von ~ 8 m²

Die FKM:

- schützt auch vor vorzeitiger Lipolyse durch die native Milchlipase
- führt infolge FK-Traubenbildungstendenz (speziell bei < 10°C) zur Verstärkung des Aufrahmungseffektes
- Resorptionsförderung beim Kalb

Wird die native FKM bewusst oder unbewusst mechanisch oder chemisch verletzt, bildet sich in Milch aus anderen Milcheiweißkomponenten eine Sekundär-FKM aus, die nicht mehr die Kompaktheit der nativen Membran aufweist, sondern „poröse“ erscheint (*siehe Abschnitt Fettschädigung*)



Zusammensetzung MilCHFett (Wiederkäuer)

Fettsäuren (FS)

Verestert in Triacylglyceriden (TG), nur ein kleiner Teil in Partialglyceriden
Freie Fettsäuren sind in frischem MilCHFett nur in Spuren enthalten

• Haupt-Fettsäuren (Major-FS):

- geradzahlig, im Regelfall jeweils deutlich > 1% je FS
- ungesättigt (1- oder 2-fach, überwiegend in cis-Form)
- zumindest 12 regelmäßig im KuhmilCHFett vorkommend:

8 gesättigte FS		S A F A	} Abkürzungen (engl.)
2 einfach ungesättigte FS		M U F A	
2 mehrfach ungesättigte FS		P U F A	
	~ 8 %	<div><div>• Buttersäure (C 4:0)</div><div>• Capronsäure (C 6:0)</div><div>• Caprylsäure (C 8:0)</div></div>	kurzkettige FS
	~ 15 %	<div><div>• Caprinsäure (C 10:0)</div><div>• Laurinsäure (C 12:0)</div><div>• Myristinsäure (C 14:0)</div></div>	mittelkettige FS
Σ SAFA	~ 30 %	• Palmitinsäure (C 16:0)	] langkettige FS
≈ 60 % (60 -65)*)	~ 10 %	• Stearinsäure (C 18:0)	
Σ MUFA	~ 25 %	• Ölsäure (C 18:1 cis 9) (20-28)*)	] langkettige FS
≈ 30 % (25-30)*)	~ 5 %	• Vaccensäure (C 18:1 trans 11) (3-6)*)	
Σ PUFA	~ 1,5 %	• Linolsäure (C 18:2 cis/cis 9,12)	] langkettige FS
≈ 2 %	~ 0,5 %	• Iso-Linolsäuren (C18:2 cis/trans)	
		*) Saisonale Spannweiten	

*) Saisonale Spannweiten

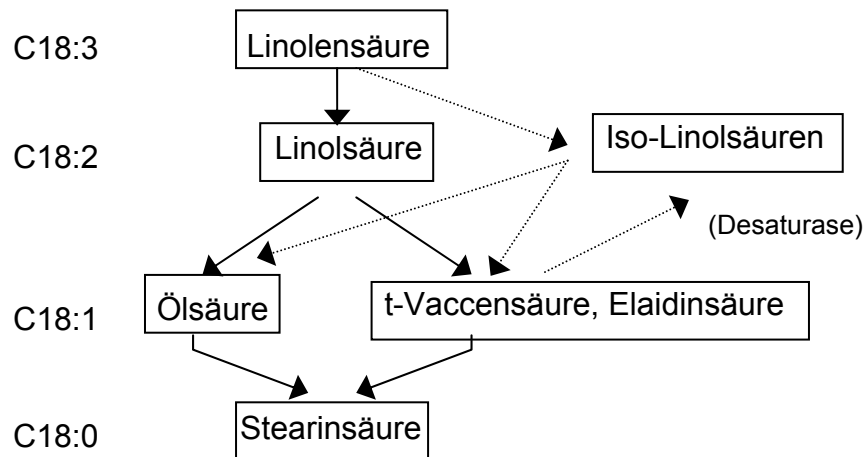
• Sonstige Fettsäuren (Minore FS):

- Mit im Regelfall deutlich < 1 % je FS. Über 200 verschiedene FS !

Σ Minor-FS

≈ 8 %	~ 5 %	· ungeradzahlige FS (z.B. C 15:0, C 17:0)
	~ 3 %	· noch länger-kettige FS (z.B. C 20)
		· noch höher ungesättigte FS (z.B. C 18:3)
		· verzweigte FS, zyklische FS, Keto- und Hydroxyl-FS, andere isomere FS

- Trans-FS und positions-isomere FS werden im MilCHFett durch das Phänomen der Biohydrierung von Futter-FS (im Pansen, durch Pansenflora) gebildet, entsprechend des nachfolgend aufgezeigten, vereinfachten Schemas ("Iso-FS" enthalten cis/trans -isomere FS und/oder positions-isomere FS)
- Trans-FS sind im Allgemeinen in Technologie und Ernährung unerwünscht, außer der im Milch relativ stark vertretenen "conjugierten Linolsäuren" (CLA), insbes. C18:2 / 9c,11t (= Rumensäure)
- CLA-Bildung ist offenbar auch durch Desaturierung von MUFA-Anteilen in der Milchdrüse möglich. Umgekehrt ist aber auch das Aushydrieren von MUFA ein für die Milchdrüse typischer Vorgang



▣ Triglyceride (TG)

- Hohe Zahl an verschiedenen FS: Großes Spektrum an TG möglich und auch auffindbar
- Acyl-C-Zahl-Diagramm der TG und FS-Quotienten des Wiederkäuer-Milchfettes sind dementsprechend auch typisch und Basis für Verfälschkungskontrollen mit Fremdfett

Einige technologisch relevante Aspekte

* Aufräumung

Entmischung der Milchfett- und Wasserphase im Sinne des Entstehens einer aufschwimmenden fettreichen Schichte (**Rahm**) über der darunter liegenden, fettarmen Milch (**Magermilch**).

Vereinfachtes Beispiel ohne Berücksichtigung des Fettgradienten:

		~ Vol	~ Fett
Rohmilch	→ Rahm	1/5	> 20 %
	→ Magermilch	4/5	< 0,5 %

Die Flotation lässt sich mit dem Stoke'sche Gesetz beschreiben:

$$v = f \cdot \frac{D^2 \cdot (\rho_1 - \rho_2) \cdot g}{\eta}$$

v	Aufräumungsgeschwindigkeit (mm/sec)	} Hier auch indirekte Einflussnahme der Temperatur!
D	.....	Durchmesser Fettkügelchen bzw. -trauben
$\rho_1 - \rho_2$	.....	Dichtedifferenz (wässrige Phase - Fett)
η	.....	Viskosität
g	.....	Beschleunigungszahl (hier: Erdbeschleunigung)
f	Faktor (~ 0,5)	

Eine Tendenz zur FK-Traubenbildung in der Kälte beschleunigt den Aufräumungseffekt somit deutlich!

- **Folgen der Aufräumung:**

- Gleichmäßiges Aufteilen eines nicht bewegten, größeren Volumens auf kleinere Portionen mit einheitlichem Fettgehalt ist nicht möglich
- Abrahmen als Basis von Milchverfälschungen
- Technologische Ausnützung des Aufrahmeffektes: Herstellung von Milch und Milchprodukten mit unterschiedlichem Fettgehalt. Dabei ist Aufräumungsgeschwindigkeit durch Ersatz der Erdbeschleunigung durch die Zentrifugalbeschleunigung (Zentrifugalentraumung) wesentlich steigerbar

- **Gegenmaßnahmen** (wenn Aufräumung unerwünscht):

- Schonendes Rühren der Milch. Fettinhomogenitäten sind - solange o/w-Emulsionstyp erhalten bleibt - durch mechanische Bewegung umkehrbar
- Verkleinerung der Fettkügelchen durch Homogenisierung
- Nicht kühlen verzögert die Aufräumung (ohne praktische Bedeutung)

✱ **Rahmpfropfenbildung / mechan. Fettschädigung / "Freifett"**

In hochprozentigen Rahmschichten wird vor allem in Verbindung mit

- mechanischer Belastung (Pumpen, Rühren, Schäumen) und/oder durch
- Temperaturschwankungen (kritisch sind $< 6\text{ °C}$ und zwischen $20 - 25\text{ °C}$)

eine labilere Bindung der FKM an den TG-Kern gefördert und ggf. eine FK-Zerteilung induziert

Aufgrund dieser Defekte entstehen freie Fettoberflächen, an denen sich Sekundär-FKM reorganisieren, allerdings mit deutlich schwächerer Schutzwirkung, insbes. in erhitzten Milchsorten.

Ungeschütztes Fett (Freifett) führt in weiterer Folge zu Fettklumpchen / Fettflocken (Ausbutterung), bei höherer Temperatur infolge Koaleszenz zu Öltröpfchen (Ausölen), die nach Aufschwimmen deutlich sichtbar werden („Fettaugen“)

- **Folgen der Freifettbildung:**

- Freifett und/oder inkomplette Sekundär-FKM sind im Rohmilchbereich vor der Milchlipase nicht mehr geschützt (entsprechende Konsequenzen - *siehe Lipolyse*)
- Fettoberfläche wird vergrößert
- Technologische Nutzbarkeit induzierter Fettschädigung:
 - Buttergewinnung (*Agglomeration*)
 - Schlagobers-Schaumbildung und -Stabilisierung (*Aufschlagen*)
 - Butterreinfett (*Ausschmelzen*)
 - Ein Freifettanteil ist bei bestimmten Trockenmilchprodukten erwünscht

- **Gegenmaßnahmen** (wenn freies Fett unerwünscht):

- Minimierung der Aufräumung. Inhomogenitäten der fortgeschrittenen Art bzw. Pfropfenbildungen sind im allgemeinen nicht mehr umkehrbar
- Vermeidung / Minimierung übermäßig starker mechanischer Belastungen der FKM bzw. Milchschaumbildung, von der Milchgewinnung über Stapelung und Transport bis hin zur Verarbeitung

* Lipolyse

Lipasen verschiedenen Ursprungs,

- primär die in Rohmilch vorhandene native Milchlipase ("Lipoproteinlipase")
- sekundär die mikrobiellen Lipasen / Esterasen

führen bei Einwirkung auf Milchfett, insbesondere wenn die FKM *nicht* intakt ist, zur Triglyceridhydrolyse und somit zu freien FS, die sensorisch als "ranzig" definiert werden. Daher auch Überbegriff:

"Hydrolytische Ranzigkeit"

Aufgrund differenter Ursachen für Fehlstellen in der FKM unterscheidet man:

- Spontane Ranzigkeit: Frisch ermolkene Milch ist bereits ranzig infolge lockerer Bindung der FKM durch Tiefkühlung, Krankheiten, extreme Laktationsstadien. Ursache ist die Milchlipase selbst, nur sehr selten Euterinfektionen mit stark lipolytischen Keimen (z.B. *Corynebacterium lipolyticum*)
- Induzierte Ranzigkeit: Rohmilch wird erst im Zuge der Manipulation ranzig infolge mechanischer Belastung (Homogenisierung) und/oder Temperaturschwankungen und Einwirkungsmöglichkeit der originären Milchlipase

• Folgen der Lipolyse:

- Die organoleptischen Veränderungen sind vielfältiger. Sie werden durch die Art der freigesetzten FS bestimmt (bei Milch ein Gemisch von allen):
 - (typisch) *ranziger* Geruch und Geschmack durch kurzkettige FS
 - *seifiger* Geruch und Geschmack durch mittelkettige FS
 - *öliger* Geruch und Geschmack durch langkettige FS
- Im allgemeinen unerwünschter Vorgang, außer bei Blauschimmelkäsen
- Freie FS sind mit der „Säurezahl“ erfassbar, die dann deutlich über dem Normalwert (< 0,5 mequ / kg Milch) liegt

• Gegenmaßnahmen (wenn Lipolyse unerwünscht):

- Im Rohmilchbereich identisch mit jenen zur Verhinderung von Fettschädigung
- Im Trinkmilchbereich ist die thermische Inaktivierung der Milchlipasen die Methode der Wahl.
Aber: Mikrobielle Lipasen / Esterasen der Rohmilchflora sind z.T. hitzeresistent und können so ggf. doch zu ranziger Trinkmilch führen!
- Auf gesunden Tierbestand achten

* Fettoxidation

Kann FS in TG, in Lecithinen, in komplexen Lipoproteiden und freie FS betreffen

• Typen der Fettoxidation (nach Induktionsform unterteilt):

▫ Enzymatische Oxidation von FS

Induziert durch spezifische Dehydrogenasen, Oxigenasen, Cyclooxygenasen).

Diese Form spielt technologisch gesehen eine eher untergeordnete Rolle

▫ **Nicht-enzymatische Oxidation von ungesättigten FS**

Bildung von FS-Peroxiden, -Hydroperoxiden und -Epoxiden und letztlich Aldehyden, Ketonen und Aliphaten u.a. Reaktionsprodukten

* **Ultraviolettes Licht**

UV (UV-Anteil im Spektrum) induziert die Entstehung reaktive FS-Radikale. Diese reagieren mit *Triplet*-Sauerstoff $^3\text{O}_2$ („normaler“ Luftsauerstoff) zu FS-Peroxiden und FS-Hydroperoxiden, an der der Doppelbindung benachbarten CH_2 -Gruppe.

Letztere sind unbeständig und zerfallen zu Aldehyden, Ketonen und neuen FS-Radikalen (= autoxidative Dunkelreaktion)

* **Weißes Licht**

Weißes Licht ("normales" Licht) kann nur mit Hilfe von *Photoaktivatoren* (z.B. Vitamin B₂) eine FS-Oxidation starten.

Es entsteht dabei zunächst (sehr reaktiver) *Singulett*-Sauerstoff $^1\text{O}_2$, dieser oxidiert FS zu FS-Peroxiden und FS-Hydroperoxiden (*wie oben*)

Auch die weitere Reaktionsfolge ist analog zur radikalischen Oxidation

* **Superoxidradikationen / Metallionen**

Diskutiert wird eine Beteiligung der *Xanthinoxidase*, die als Nebenprodukt H_2O_2 und in der Folge davon auch das sehr reaktive *Superoxidradikalanion* (O_2^-) liefert. (Somit nur indirekt eine "enzymatische" FS-Oxidation!)

Auch Cu-Ionen nehmen deutlichen Einfluss auf diesen Reaktionstyp!

Kühlung/Erhitzung haben auch Einfluss auf Cu-Adsorption an der FKME

• **Folgen der Fettoxidation:**

- FS-Oxidationen zählen zu den bedeutendsten Ursachen des abiotischen Lebensmittelverderbs: „**Oxidative Ranzigkeit**“.
Insbesondere einige Endprodukte der Fettoxidationskaskade (längerkettige Aldehyde, Ketone) sind unangenehm-geschmacksintensive Produkte
- Im Milchfett dominiert die Ölsäure als oxidierbare FS.
Aber, je höher ungesättigt, desto schneller läuft die Reaktion ab
- Nur bei bestimmten Grün- und Blauschimmelkäsen sind enzymatische Oxidationszwischenprodukte als Aromakomponenten erwünscht („**Ketonranzigkeit**“)
- Analytisch erfassbar sind primäre (z.B. Peroxidzahl) und sekundären Fettoxidationsprodukte (z.B. Thiobarbitursäurezahl)

• **Gegenmaßnahmen** (wenn Fettoxidation unerwünscht):

- Kühlen (kann Reaktion verzögern ($f = 2/10^\circ\text{C}$), aber nicht verhindern,
- Konsequenter Lichtschutz
- Minimierung von Sauerstoff / Luft, sofern technologisch möglich
- Minimierung von Metallionenkontaminationen (insbes. Fe, Cu), die den Peroxid-/Hydroperoxidzerfall zusätzlich beschleunigen
- Intakte FKM verhindert den Direktkontakt von adsorptiv außen angelagerten Metallionen mit dem Fettkern

✱ Fetthärte / Schmelzverhalten

Die Härte eines (plastischen) Fettes wird durch das bei Prüftemperatur gerade vorliegende Anteilsverhältnis an kristallisierten: flüssigen TGs bestimmt

- Schmelzverhalten von TGs beruht im wesentlichen auf den Kriterien:

✱ FS-Kettenlänge:

- Kurzkettige FS (insbes. Butter- und Capronsäure) und höher ungesättigte FS (z.B. Linolsäure) sind bei $< 10^{\circ}\text{C}$ noch flüssig
- Ölsäure hat Schmelzpunkt bei 16°C , Erstarrungspunkt liegt etwas tiefer
- cis-FS zeigen niedrigeren Schmelzpunkt als trans-FS. Vaccensäure korreliert daher mit höherer Fetthärte!
Nur konjugierte t-Linolsäure (**CLA**) wird aus ernährungsphysiologischer Sicht positiv beurteilt

✱ TG-Veresterungsform, z.B.:

┌ α	C16:0	C16:0
└ β	C18:0	C18:1
└ α'	C18:1	C18:0
Fp	40°C	30°C

- Fütterungsbedingt / saisonal verändert sich in mitteleuropäischen Alpenregionen zwar nicht der Klarschmelzpunkt des Kuhmilchfettes bei Körpertemperatur / 37°C , wohl aber die Festigkeit des Fettes bei Temperaturen $\leq 15^{\circ}\text{C}$, wenn z.B. $\geq 50\%$ der TGs in kristallisierter Form vorliegen
- Gehalt an kurzkettigen FS (in Summe $\sim 5\%$) ist zu gering, um wesentlich zur Streichfähigkeit der Butter / des Schmelzverhaltens von Milchfett in der Kälte (Temperatur $< 15^{\circ}\text{C}$) beizutragen
- Relativ hohe Gehalt an MUFA des Wiederkäuermilchfettes im Sommer korreliert mit dem hohen Gehalt an Frischfutter-FS verbunden mit dem Phänomen der Biohydrierung von Futter-PUFA durch die Pansenflora

✱ Organoleptische Eigenschaften

- In Milch und Rahm wird das Milchfett infolge des natürlichen Emulsionscharakters (große Oberfläche) und einer Palette an **lipophilen Aromastoffen** als besonders wohlschmeckend empfunden („rahmig“). Fett ist aber auch eine wesentliche Texturkomponente (von cremig bis schaubildend)
- In anderen Milchprodukten bleibt der **Rahmgeschmack** entweder als solcher erhalten, wird von anderen Aromastoffen überlagert (z.B. mikrobielle Stoffwechselprodukte) oder verliert sich nach Zerstörung der FK-Struktur, z.B. durch Fettausschmelzen

FETTBEGLEITSTOFFE

Gehalt in Kuhmilch: ~ 0,6 g/l, d.s. ~ 1,5 % der analytisch erfassbaren MilCHFettfraktion

Fettbegleitstoffe sind überwiegend an der FKM konzentriert mit „Emulgatorfunktion“

Entsprechend eines partiellen Überganges von FKM-Material (insbes. Lecithine) in die wässrige Milchphase (Magermilch) aber anteilsweise auch dort zu finden, in verstärktem Maße aber nach mechanischer Belastung.

Anm.: Das FKME ist in nativer Milch zwar ein Begleiter der Fettfraktion, gehört aber aufgrund seiner Aufbaues und seiner Eigenschaften zur Eiweißfraktion (= Lipoproteid)

Bedeutende Fettbegleitstoffe:

	<i>mg/kg</i> <i>(Durchschnittswerte Kuhmilch)</i>
Phospholipide (Aminophospholipide insbes. „Lecithine“)	400
Sterine (insbes. Cholesterin und -ester; Phytosterine nur in Spuren)	130
Sphingosinphosphatide	} 60
Cerebroside	
Carotinoide	
Partialglyceride	
Phytansäure	
Fettlösliche Vitamine *)	} Spuren
Fettlösliche Aromastoffe *)	
Fettlösliche Rückstände / Kontaminanten *)	
	Σ ≈ 600 ppm

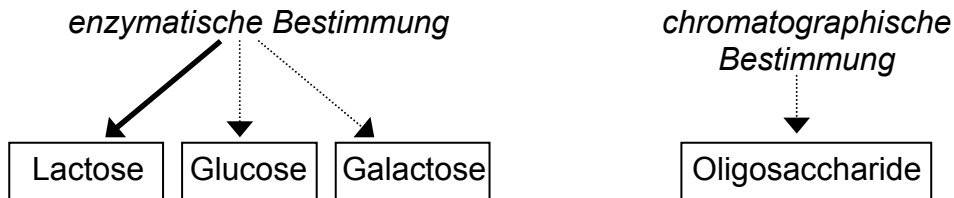
*) Werden noch in jeweils sep. Kapiteln behandelt

MILCHKOHLENHYDRATE

Bei allen Milchsarten dominiert im Kohlenhydrat-Anteil nur ein Disaccharid, der „Milchzucker“ (Lactose, Laktose). In Kuhmilch sogar zu ~ 99 %

Der Rest: geringe Mengen Oligosaccharide + Spuren an Monosacchariden ~ 1%

Analytische Differenzierung der Milchkohlenhydrate:

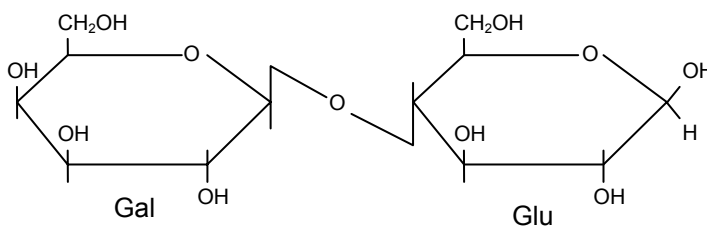


Lactosegehalt:

- Kuhmilch: ~ 4,7 % Gew.% (*absolut*)
- Andere Schafmilch und Ziegenmilch: Mit Kuhmilch vergleichbare Konz.

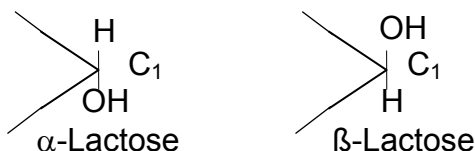
MILCHZUCKER (LACTOSE, LAKTOSE)

Lactose ist ein Disaccharid aus Galactose und Glucose der Form *4-0-β-D-Galactopyranosyl-D-Glucopyranose*



Aufgrund des Maltosetyps der Lactose ergeben sich zwei grundsätzliche, strukturell-analytische Konsequenzen:

- **Anomerie**
α- und β-Lactose, die polarisiertes Licht unterschiedlich stark ablenken und auch sonst einige unterschiedliche Eigenschaften aufweisen
(α: + 90° / β: + 30°)



- **Reduzierende Eigenschaft**

Daraus resultieren eine Reihe charakteristischer Reaktionen von und mit Milchzucker (*siehe auch Oxidation/Reduktion und Maillardreaktion*)

Einige technologisch relevante Aspekte

✱ Kristallisation

• Formen

- Aus heiß-gesättigten Lösungen entsteht bei Abkühlen oder Einengen (nach Überwindung der Übersättigungszone), je nach Temperatur:



- Bei raschem Trocknen entsteht eine Mischung aus α -Lactose + β -Lactose, die sogen. „*amorphe*“ Lactose, die sehr hygroskopisch ist
- Technologische Bedeutung hat die Kristallisationsform bei Konzentraten, Trockenmilch, Speiseeis
- Analytische Bedeutung bei Trockenmassebestimmungen sowie Lactosegehaltsangaben in Milch (4,6 / 4,8% für Lactose / Lactose-Hydrat)

✱ Löslichkeit

- Relativ gering im Vergleich zu Saccharose (nur 1/3 bei 20°C)

✱ Isomerisierung

- Bei Erhitzung in wässriger Lösung (z.B. in Milch, ab 70°C) tendiert Lactose zur Isomerisierung. Dabei entstehen eher geringe Mengen an:
 - Lactulose (Gal-Fru)
 - Epilactose (Gal-Man)
 - Isolactose (Gal-Glu, 6-O- β)
 - Tagatose (Hexuloseform der Gal)
- Lactulose hat Bedeutung als Erhitzungsindikator bei Milch und bei der Lactoseverwertung zu pharmazeutischen Produkten, Tagatose als "Zuckeraustauscher"

✱ Süßkraft

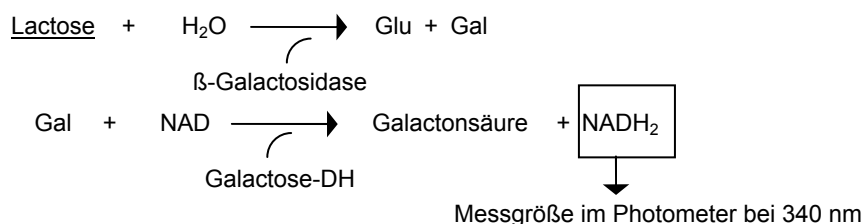
- Relativ gering, verglichen mit Saccharose ($\sim 1/3$), β - ist etwas süßer als α -Lactose
- Nach Hydrolyse resultiert deutlich erhöhte Süßkraft

✱ Schmelzen / Karamelisieren

- Höhere Schmelztemperaturen ($\sim 220^{\circ}\text{C}$) im Vergleich zu Saccharose

✱ Oxidation / Reduktion

- Technologische Bedeutung haben die Lactosederivate Lactit (Zuckeralkohol) und Galactarsäure (eine der möglichen Zuckersäuren)
- Analytische Bedeutung: Enzymatische Bestimmung des Lactosegehaltes



✱ Maillardreaktion

• Reaktionsverlauf:

- Bei Initiation durch höhere Temperatur reagieren reduzierende Zucker (somit auch Lactose) mit Aminen (insbesondere Lysin) zu z.B. *Lactosyllysin* und weiter zu *Hydroxymethylfurfural* (HMF), einem analytisch prominenten Zwischenprodukt des frühen Stadiums der Maillardreaktion
- Eine Säurehydrolyse in diesem Stadium liefert *Furosin* und *Pyridosin*
- Am Ende der Maillardreaktionsfolge entstehen gelb-braune, z.T. aroma-wirksame Kondensationsprodukte
- Die Maillardreaktionsgeschwindigkeit ist außer vom Zucker- und Amintyp auch wesentlich von den Milieufaktoren (Temperatur, pH, Wassergehalt) abhängig

• Technologische Bedeutung:

- Bräunung von Lebensmitteln (Vorteil / Nachteil)
- Beitrag zum Lebensmittelaroma

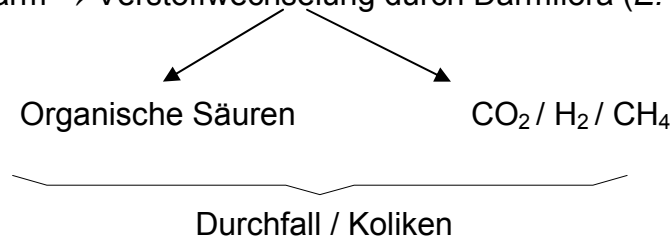
✱ **Hydrolyse (enzymatische)**

- Ursache: Galactosidase-Einwirkung liefert ein Gemisch aus Gal + Glu

• Konsequenzen:

- Vorteilhaft für jene Personen/Konsumenten (weltweit!), die Lactose im post-Säuglingsstatus nicht resorbieren können: „*Lactoseintoleranz*“

Lactose → Dickdarm → Verstoffwechselung durch Darmflora (*E. coli*)



- Osmotischer Druck ↑ / Gefrierpunkt ↓
- Süßkraft („Lactosesirup“) ↑
- Reduzierende Eigenschaften ↑
- Maillardreaktivität ↑
- Löslichkeit ↑
- Drehung im Polarimeter verändert
- Oligosaccharide als Nebenprodukte der enzymatischen Reaktion ↑

• Technologische Bedeutung der Lactosehydrolyse:

- Lactose-reduzierter Trinkmilch und Trockenmilch
- Verstärkung des Süßungsgrades bei Milchlischerzeugnissen
- Lactosesirup aus reinem Milchezucker
- Verhinderung der Zuckerkristallisation von Konzentraten
- Beschleunigung / Ermöglichung von Fermentationen

✱ **Fermentierbarkeit**

- Durch mikrobielle Umsetzungen (erwünscht oder unerwünscht) sind in Abhängigkeit von den dominanten Keimen verschiedene Endprodukte möglich
- Technologische Bedeutung hat vor allem die durch homo- oder heterofermentative Gärung erzielbare *Milchsäure*

OLIGOSACCHARIDE UND MONOSACCHARIDE

In Kuhmilch in Summe nur ~ 100 ppm, vorwiegend Tri- bis Dekasaccharide, in: *Glykolipiden* (Gangliosiden) und *Glykoproteiden* (FKME, Blutgruppensubstanzen) *Glucose und Galactose*, nur Spuren, als Vorläufersubstanzen der Lactosesynthese

MILCHEIWEISS

Das Milcheiweiß ist ein heterogenes Gemisch verschiedener individueller Haupt- und Minorkomponenten:

- ~ 95 % sind tatsächlich Eiweißkörper (*Reineiweißgehalt*),
 - ~ 5 % ist als Eiweiß berechneter Nicht-Protein-Stickstoff (*NPN-Gehalt*),
- zusammen ergeben sie den *Rohproteingehalt* von ~ 3,3 % ($N \times 6,38$)

Der Reineiweißgehalt wird weiter unterteilt in *Casein* und eine *Molkeneiweiß*

Anm.: Obwohl der Rohproteingehalt bei Kuhmilch - bezogen auf die Milchtrockenmasse - nur ~ 25 % ausmacht, hat diese Inhaltsstoffkategorie dennoch überragende Bedeutung bei Ernährung und Technologie!

Milcheiweiß / Rohproteingehalt

- Kuhmilch:

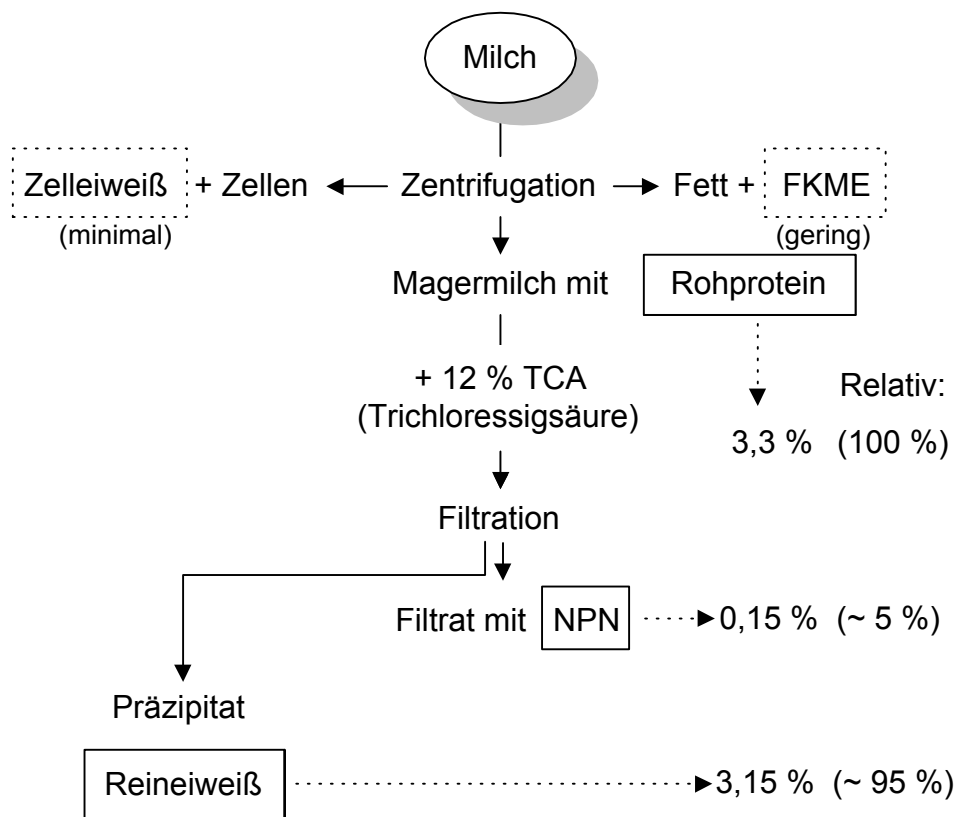
<i>Rohprotein</i>	<i>Reineiweiß</i>	<i>NPN</i>
~ 3,3 %	~ 3,15 %	~ 0,15 %

(Gew.%, absolut)

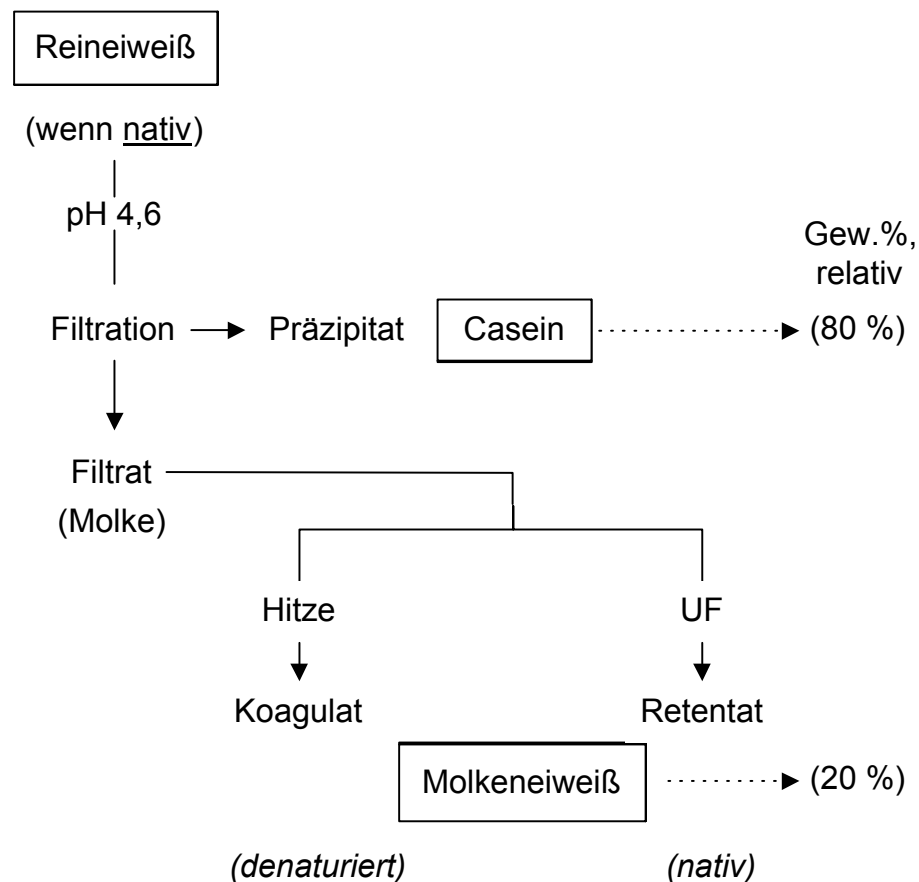
Schwankungsbreite Rohprotein: $\pm 0,4$ %; Untergrenze lt. EU-Verordnung 29 g / l

- Andere: Schafmilch: *Rohprotein* ~ 5 - 6%,
Ziegenmilch: *Rohprotein* ~ vergleichbar mit Kuhmilch
aber größerer Schwankungsbreite

Analytische Differenzierung von Milcheiweiß / Rohprotein:



Analytische Differenzierung von Milcheiweiß / Reinprotein:



Casein : Molkeneiweiß-Verhältnis:

Wiederkäuer: ~ 80 : ~ 20 % Caseinmilchart

Pferd: ~ 50 : ~ 50 %
Mensch: ~ 33 : ~ 66 % } Albuminmilchart

Der Prozentsatz des Caseins im Casein: Molkeneiweiß-Verhältnis wird auch als „Caseinzahl“ bezeichnet

FETTKÜGELCHENMEMBRANEIWEISS

Die der FKM angelagerten Eiweißkörper (FKME) sind vorwiegend Glykoproteine (z.T. Sialinsäure-hältig; „Mucine“) und Lipoproteine. Aber auch zwischen FKM und TG-Kern sind individuelle Eiweiße eingelagert, bei Kuhmilch insbesondere das Enzym Xanthinoxidase

Mit ~ 300 mg/l (< 1% des Gesamtmilcheiweißgehaltes) ist das FKME mengenmäßig eher unbedeutend, jedoch von hoher biologischer und technologischer Funktionalität:

- FMK-Emulsionsstabilisierung
- Schutz vor vorzeitiger Hydrolyse
- Ernährungsphysiologische Wertigkeit

CASEIN

Milchspezifisches, aus 4 Eiweiß-Untereinheiten bestehendes,
~ 10% Mineralstoff-tragendes, partikulär suspendiertes Eiweiß (Proteid)

Casein wird analytisch als jene N-Substanz ($\times 6,38$) verstanden, die bei
pH 4,6 - 4,8 (20°C) als Koagulat ausfällt

Mit ~ 26 g/l die Haupteiweißkomponente in Wiederkäuermilch (Rind),
die „Caseinzahl“ (relativer Gehalt): 78 - 82 %

Der Mineralstoffanteil wird vorwiegend von *Calcium* + *Phosphat* repräsentiert,
die in 2 Formen "organisch" gebunden sind:

- direkt als *Serinphosphat*
- indirekt in Form von Ketten von *colloidalem Calciumphosphat* (CCP)

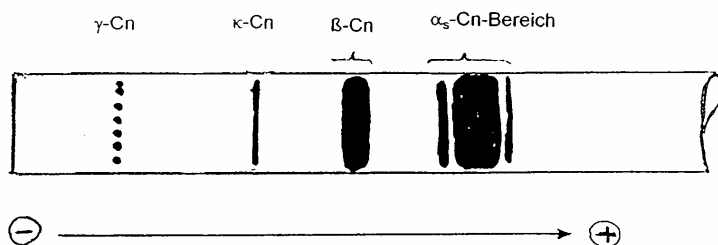
Detailbeschreibung

□ Caseinmonomere

- 4 differente, Gen-codierte Monomere werden als α_{s1} -, α_{s2} -, β -, κ -Caseine bezeichnet und umfassen ~ 97 % vom Gesamtcasein,
(~ 3 % Rest sind micellassozierte, nicht genuine Eiweißkomponenten)

Die einzelnen Monomeren sind gut mittels elektrophoretischer Trennung im
alkalischen Gel darstellbar

- Elektrophoretisches Trennbild von Casein



- Eigenschaften der Monomeren:

	P	Cystein	KH	~ Gehalt	≈ Mengen Verhältnis
α_{s1} -Casein	+	-	-	10 g/l	3
α_{s2} -Casein	+	(+)	-	3 g/l	1
β -Casein	+	-	-	10 g/l	3
κ -Casein	(+)	(+)	+	3 g/l	1

P = Phosphat; KH = Kohlenhydrat; + enthält; (+) = enthält wenig

- Caseinmonomer-Variationen treten von Rasse zu Rasse, aber auch
innerhalb einer Rasse auf.

Ursachen:

- Genetische Varianten aufgrund evolutionärer Änderungen der AS-Sequenz
- Metabolische Varianten, z.B. bedingt durch unterschiedlichen
 - Phosphorylierungsgrad von α - und β -Casein
 - Glykosylierungsgrad von κ -Casein

□ Caseinsuspension

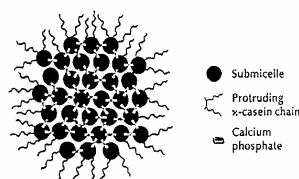
- Vielzahl der 4 Monomerproteinen aggregiert zu hochmolekularen, nicht mehr echt gelösten Partikeln, den „Micellen“ (MG ~ 100 Mio, \varnothing 0,1 μm , $\sim 10^{14}$ / ml)
- Micellstabilisierungsprinzipien:
 - hydrophobe (apolare) Bindungen
 - hydrophile (polare) Bindungen
 - H-Brücken
 - CCP-Brücken

Anm.: Nicht überbrückte, freie Calcium- und Phosphatreste sowie als „einfaches“ Calciumsalz vorliegende Serienphosphate bedingen bei nativem Milch-pH (6,7) eine charakteristisch negative Nettoladungssituation, die zu den hydrophilen Bindungsprinzipien beiträgt
- Eine unlimitiertes weiter Aggregieren bei nativem Milchemilieu, entsprechend des Erhaltes der niedrig-viskosen Caseinmicell-Suspension „Milch“, wird durch ein Auf-Abstand-Halten der stark hydratisierten Caseinmicellen erreicht, wobei 2 Systeme wirksam werden:
 - Abstoßungsprinzip gleichsinniger Ladungen (negative Nettoladung bei pH 6,7)
 - Schutzkolloidprinzip (KH-hältige Monomerproteintyp κ -Casein)
- Sonstige micellassozierte Eiweißkomponenten
 - Native
 - Plasmin-Spaltprodukte vom β -Casein im Zuge der Milchbildung führen zu Entstehung von γ -Caseinen (γ -Cn)
Es sind dies die unlöslichen, an der Caseinmicelle assoziiert bleibenden C-terminalen Reste vom β -Casein nach Plasmineinwirkung
Anm.: Bei Kuhmilch sind das die AS-Positionen β -Cn (f 29 - 209), β -Cn (f 106 - 209) und β -Cn (f 108 - 209), die auch als γ_1 -, γ_2 - und γ_3 -Caseine bezeichnet werden
Die N-terminalen Bruchstücke gehen in die Molkenfraktion, *siehe PP-Fraktion*
 - Technologisch induzierte
 - Eiweiß-Aggregate: Insbes. durch Hitze denaturierte Molkeneiweiße lagern sich an Caseinmicellen an und erhöhen damit - scheinbar - den Caseingehalt (die „Caseinzahl“)
 - Mikrobiell-proteolytische Spaltprodukte: Vielzahl von Varianten!

□ Caseinmicellmodelle

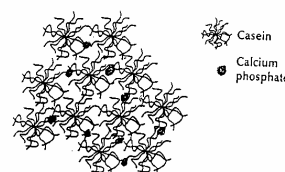
- Caseinmicellen sind kugelähnliche Gebilde, die selbst wieder durch Aggregation von Untereinheiten (Submicellen) entstehen, die entweder kompakt-globulär (Modell 1) oder aber diffus-faserig (Modell 2) sind

• kompakt-globulär



Modell 1

• diffus-faserig



Modell 2

Caseinmicellmodelle (Nach: Creamer u. MacGibbon, 1996)

- Festzustehen scheint, dass:
 - α_s - und β -Caseine jeweils die hydrophoben Zentren der Submicellen bilden
 - κ -Casein überwiegend an der Oberfläche lokalisiert ist, vermutlich einen hydrophilen Mantel bildend

Einige technologisch relevante Aspekte

* Gerinnungsfähigkeit

Für die sichtbare Folge der Caseingerinnung gibt es verschiedene Bezeichnungen: Koagulat, Gel, Gerinnsel, „Bruch“, Präzipitat, Flocken
Für Biologie und Technologie von hoher Aktualität!

Die zwei bedeutendsten Ursachen sind:

▫ Säuregerinnung

- Bei pH-Abfall unter den nativen Milch-pH-Wert 6,7 beginnt (etwa ab pH < 6) CCP und Calcium von Serinphosphatbindungen abzu dissoziieren. Ab pH ~ 5 ist dieser Vorgang weitgehend abgeschlossen
- Die Art der verwendeten Säure ist unkritisch, im Regelfall *Milchsäure* bei Lebensmittel, *Salzsäure* bei technischen Erzeugnissen
- Bei Erreichen von pH 4,6 (bis 4,8) in Milch resultiert - zusätzlich zum CCP-Verlust - ein Ladungsgleichgewicht im Casein-Eiweiß (*Isoelektrischer "Punkt"*)
Anm.: Bei heterogenen Eiweißgemischen jedoch nicht wirklich ein Punkt, sondern ein Bereich. So erreicht z.B. β -Casein alleine den IEP schon bei pH 5,2
Folgen: geringerer Hydratation → hydrophoben Bindungen überwiegen → "momentane" Destabilisierung → **Säurecasein gerinnt, flockt aus, koaguliert**
Bei ruhigem Stehen lassen einer langsam gesäuerten Milch resultiert ein zusammenhängendes, stark hydratisiertes Casein-„Gel“ (= weiche Gallerte), das in weiterer Folge das Phänomen der **Synärese** (= Gelkontraktion) zeigt
Anm.: Die Form der pH-Abfalles - langsam oder schnell - hat deutlichen Einfluss auf die Textur der resultierenden Gallerte (grießig-flockig oder puddingartig)
Dennoch enthält das Koagulat (auch "**Bruch**") noch reichlich *Wasser* (= Restmolke), aber auch ein Großteil des *Milchfettes* wird im Gerinnsel eingeschlossen - sofern nicht Magermilch verwendet wurde
- Nach Abtrennung des Säurekoagulates resultiert als Kuppelprodukt der Gerinnung die **Molke** (= *Sauermolke*, auch: "Milchserum")
- Durch Rühren lässt sich das Säurekoagulat wieder resuspendieren, in dieser Form noch fließfähig, aber dickflüssig

▫ Labgerinnung

- Durch proteolytische Zerlegung des κ -Caseins wird bei nativem Milch-pH-Wert (allerdings besser im leicht sauren Bereich) der Micellen-Stabilisator κ -Casein in zwei Teile zerlegt. Diesbezüglich besonders effektiv ist das echte Lab (Chymosin; EC 3.4.23.4.) aus Kälbermagen. Aber auch andere Proteasen wirksam - auch unbeabsichtigt bei Verderb von Trinkmilch: "Süßgerinnung". Die Spezifität von Lab ist primär auf nur eine Bindung im κ -Casein ausgerichtet. Bei bovinem Casein ist dies die Phe-Met-Bindung bei Position 105-106

(Phase 1 der Labgerinnung)

Folge: Spaltung des κ -Caseins in einen:

- hydrophoben, N-terminalen Rest, dem **Para- κ -Casein** (verbleibt an der Caseinmicelle assoziiert) und einen
- hydrophilen, C-terminalen Rest, dem **Glykomakropeptid (GMP)** (dieses geht in den wässrigen Teil der Milch bzw. in die Molke über und wird somit zu einem Teil des Molkenproteins)

Durch Abspaltung des KH-hältigen GMP wird die Schutzkolloidfunktion gestört, dadurch Entfernung der KH-bedingten Lösungsvermittlung und Änderung negativer Nettoladung des „Zetapotenzials“ der Caseinmicellen

- Während der Enzymeinwirkzeit wird erst eine kritische Konzentration an intaktem Rest- κ -Casein unterschritten, bevor es zur Besetzung von zusätzlichen Serinphosphatpositionen mit ionalem Calcium kommt, möglicherweise werden aber auch noch zusätzliche Ca-Brücken ausgebildet, womit die negative Nettoladung noch weiter absinkt

(Phase 2 der Labgerinnung)

Infolge Überwiegens hydrophober Bindungen → **Labcasein flockt aus!**

Phase 1 und 2 der Labgerinnung haben das biologische Ziel, die Eiweißverdauung beim Kalb (Labmagen) zu gewährleisten

- Bei ruhigem Stehen lassen entwickelt sich ein "Casein-Gel" (festere Gallerte, "**Bruch**"), das in weiterer Folge auch das Phänomen der Synärese zeigt. Die abgetrennte bzw. abtrennbare Flüssigkeit ist wieder **Molke** (= *Labmolke*)

(Phase 3 der Labgerinnung)

Der Wassergehalt im Gel entspricht der Restmolke; Auch hier erfolgt Fetteinschluss im Gerinnsel, wenn nicht Magermilch verwendet wurde.

Außerdem überlagert sich später aber auch eine „unspezifische“ Proteolyse durch Chymosin (dann wird auch β -Casein bei Pos. 189/190 gespalten)

Anmerkungen zu beiden Caseingerinnungsformen:

- Eine Trennung von Caseinkoagulat und Molke ist mittels mechanischer Verfahren (Filtrieren, Zentrifugieren, Abpressen) weitgehend möglich. Säurecasein ist relativ salzarm, Sauermolke relativ salzreich, bei der Labfällung ist es umgekehrt
- Vorangehende Einflüsse auf die Integrität der Micellsuspension wirken sich negativ auf die Fällungseigenschaften aus (z.B. Erhitzung vor Labfällung)
- Die analytische Charakterisierung der Caseingerinnung erfolgte lange Zeit mittels „Lactodynamograph“, heute aber auch mit anderen Geräten. Insbesondere interessant bei Labgerinnung: Zeitspanne vom Labzusatz zur Milch bis zu deren Verdickung (= Viskositätserrhöhung)
- Koagulate sind stark hydratisiert (machen in Σ ~10 % des Milchvolumens aus)

* Hitzestabilität

- Natives Casein ist aufgrund der unkomplizierten Tertiärstruktur der Monomeren beachtlich hitzestabil, erst bei Temperaturen ab $\sim 120^\circ\text{C}$ für längere Zeit doch koagulierbar.
- Wenn jedoch durch kombinatorische Effekte (z.B. niedriger pH-Wert, Aufkonzentrierung) die Casein-Integrität leidet, erfolgt auch schon bei niedrigeren Temperaturen Hitzegerinnung (z.B. Erhitzen von „ansaurer“ Milch)

* Proteolyse

- Infolge guter Enzymzugänglichkeit und starker Hydratation der Micellen ist deren proteolytischer Abbau leicht möglich. Folgen:
 - Basis für Käsereifungsprozesse
 - Abbau ohne unangenehmen Fäulnisgeruch
 - ggf. Anreicherung bitterer Peptide
 - Basis für analytische Verfälschungskontrollen

MOLKENEIWEISS

Unter dem Begriff „Molkeneiweiß“ werden analytisch jene N-Substanzen (x 6,38) in Milch zusammengefasst, die bei pH 4,5 (20°C) in Lösung bleiben, jedoch mit 12%iger Trichloressigsäure fällbar sind

Aber auch diese Fraktion ist heterogen und beinhaltet eine große Gruppe individueller Eiweißkörper sowie einige Eiweißbruchstücke

Eiweiße im engeren Sinne sind nur solche, die bei Neutral-pH und $80^\circ\text{C}/10\text{ Min}$ koagulieren, stabil bei diesen Bedingungen bleiben (kleine) Peptide PP-Fraktion)

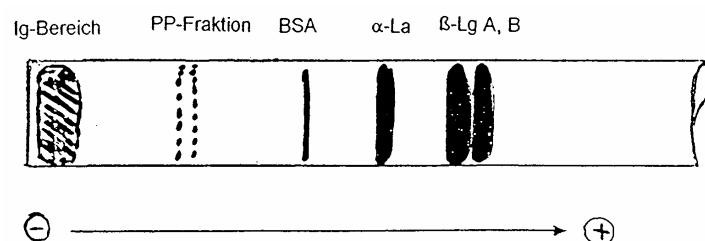
In Kuhmilch beträgt der Molkeneiweißgehalt $\approx 0,6\%$ (d.h. $\approx 20\%$ vom Gesamt-Eiweiß; bei anderen Tierarten sind z.T. konträre Verhältnisse auffindbar)

□ Molkeneiweißkomponenten

- Typen, Mengen und vermutliche Bedeutung zeigt die nachfolgende Tabelle
Anm: Enzyme gehören im Prinzip auch zur Molkeneiweißfraktion (siehe aber sep. Kapitel)

	~ Relativ-%	~ Gehalt	
- <u>Echte Eiweiße</u>			
β -Lactoglobulin	55 %	3,5 g/l	] milchspezifisch
α -Lactalbumin	20 %	1,0 g/l	
Immunglobuline	15 %	0,7 g/l	] blutspezifisch
Blutserumalbumin	7%	0,3 g/l	
Lactoferrin	2%	—	— eisenhaltig
Minore Eiweiße	0,.. %		
- <u>Peptide (PP-Fraktion)</u>		0,7 g/l	

- Elektrophoretisches Trennbild von Molkeneiweiß



- Molkeneiweißkomponenten-Variationen treten von Rasse zu Rasse, aber auch innerhalb einer Rasse auf. Ursache auch hier:
Genetische Varianten aufgrund evolutionärer Änderungen der AS-Sequenz

Einige technologisch relevante Aspekte

✱ **Säurelöslichkeit**

Definitionsgemäß bis pH ~ 4,6 (bei 20°C) gegeben; bei höheren Temperaturen gilt dies aber nicht mehr

✱ **Hitzegefällbarkeit**

- Ab ~ 60°C denaturieren Igs, ab ~ 70°C β -Lgl und ab ~ 80°C α -La
In Milch tendiert β -Lgl zur S-S-Brückenbildung mit κ -Casein der Micellen
- Trübungstests in Molke dienen als Basis für die Bestimmung des undenaturierten Molkenproteinstickstoffs
- Niederschlagsbildung in Erhitzeranlagen sind technologisches Problem!

✱ **Schaumbildungsfähigkeit**

Reine, native Molkeneiweißlösungen erreichen Aufschäumungseigenschaften, die mit Hühnereiklar vergleichbar sind

NICHT-PROTEIN-STICKSTOFF (NPN)

Inkludiert sind hier jene niedermolekularen N-Substanzen, die weder durch Hitze noch mit Eiweißfällungsmitteln (insbes. Trichloressigsäure) fällbar sind
Kuhmilch enthält hievon in Summe < 0,1%

Bedeutende NPN-Substanzen:

	<i>mg / l</i> <i>(Durchschnittswerte Kuhmilch)</i>
Harnstoff	250
Kreatin	250
Harnsäure	85
Orotsäure	75
Hippursäure	50
Aminosäuren	10
Ammoniak	15
Nukleoside / Nukleotide	} $\Sigma < 10$
Vitamine	
Sonstige (z.B. Cholin, Taurin, Carnithin, Nitrat)	
	$\Sigma \approx 750 \text{ ppm}$

MINERALSTOFFE

Der Mineralstoffgehalt in Kuhmilch beträgt, je nach Angabeform (Asche- oder Salzgehalt), 0,75 - 1%

Einzelne Milchsätze (insbes. Phosphate, Hydrogencarbonate, Citrate) sind zusammen mit dem Eiweißgehalt für das Puffervermögen der Milch verantwortlich

Viele Milchsatzkomponenten stehen im Diffusionsgleichgewicht mit dem Blut, einige sind in Milch angereichert (insbes. Ca, P),

einzelne sind in Milch in geringerer Konzentration zu finden (insbes. Na, Cl)

Einige Salze sind in (native) Milch vollständig dissoziiert, andere nur teilweise

Bei *Ca-Phosphat* (Kuhmilch) stehen z.B. folgende Formen im Gleichgewicht:

	Ca^{++}	HPO_4^{--}
• Ional gelöst	~ 33 %	50 %
• Organisch gebunden (direkt über saure AS und Serin oder indirekt über CCP)	~ 66 %	50 %

Bedeutende Mineralstoffe

Durchschnittswerte Kuhmilch

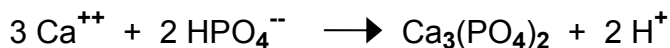
<u>Kationen</u>		<u>Anionen</u>	
Kalium	1,5 g/l	Phosphat	2,7 g/l
Calcium	1,2 g/l	Citrat	2,0 g/l
Natrium	0,5 g/l	Chlorid	1,0 g/l
Magnesium	0,1 g/l	Carbonat	0,2 g/l
		Sulfat	0,1 g/l

Einige technologisch relevante Aspekte

✱ Temperatureinfluss auf Milchsatzlöslichkeit

- Bei Temperaturanstieg erniedrigt sich die Löslichkeit der Calciumphosphate und -carbonate

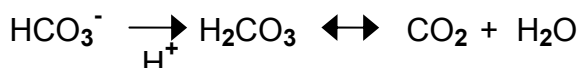
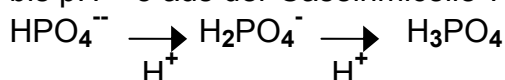
Die dabei erfolgende H^+ -Freisetzung (pH-Abfall) hat allerdings Rückwirkung (*siehe unten*) auf (bessere) Salzlöslichkeit. D.h. komplexe Vorgänge!



- Im Zuge von Milcherhitzungen auf $>70^\circ\text{C}$ dominiert aber die Niederschlagsbildung (insbes. Calciumphosphat, Calciumcarbonat)
- Hitzeinduzierte Entgasung (CO_2 entfernt) senkt Carbonatgehalt

✱ pH-Einfluss auf Milchsatzlöslichkeit

- pH-Abfall (künstlich durch Hitze, Säure oder mikrobiell induziert) erhöht die Löslichkeit der Calciumcarbonate und -phosphate; CCP dissoziiert bis pH ~ 5 aus der Caseinmicelle völlig ab:



MINORKOMPONENTENTEN

Spurenelemente

<i>essentielle</i>	<i>neutrale</i>	<i>unerwünschte ^{*)}</i>	<i>ppm-Bereich (Kuhmilch)</i>
⇓	⇓	⇓	⇓
Zn Fe	Al Si		1 - 10
Cu F I		Pb	0,1 - 1,0
Mn Mo Cr		Cd, Hg	0,01 - 0,1
Se Ni V Co		Cs ¹³⁴ , Cs ¹³⁷ , I ¹³¹	< 0,01

^{*)} Siehe auch Kapitel Rückstände und Kontaminanten

Enzyme

• Lipase

Hydrolisiert Triglyceride. Vom Typ her eine Lipoproteinlipase (jedoch nicht Galle-aktivierbar, schon aber durch Blutbestandteile).

Ist zu 80 % mit Casein assoziiert.

Ursache für die hydrolytische Ranzigkeit (*Details siehe bei "Lipolyse"*)

• Alkalische Phosphatase (ALP)

Hydrolisiert Phosphorsäureester mit pH-Optimum > 8

• Saure Phosphatase

Hydrolisiert Phosphorsäureester mit pH Optimum < 5

Aktivität nur ~ 5 % jener der alkalischen Phosphatase

• Katalase

Katalysiert Reaktion: $2 \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$

• Xanthinoxidase

Katalysiert primär Reaktion: Xanthin \longrightarrow Harnsäure + H_2O_2

Eine eher unspezifische Oxidase, d.h. auch andere Oxidationskatalysen möglich - dabei wieder auch Bildung von Superoxidradikalanionen möglich (*siehe Fettoxidation*)

Kuhmilch enthält relativ hohe Konzentration an Xanthinoxidase, vorwiegend an der FKM gebunden.

Bei Homogenisierung steigt die analytisch messbare Aktivität in der wässrigen Phase deutlich an

- **Lactoperoxidase** (LP, „LPS“)

Katalysiert Oxidation von Substanzen mit H_2O_2

Offenbar mit α -Lactalbumin assoziiert

Komponente des abakteriellen Systems („LP-System“) in Rohmilch im Rahmen der nicht-immunologischen Abwehr von Bakterien:



- **Protease**

Die „Milchprotease“ ist vermutlich FKME-assoziiertes Plasmin aus dem Blut.

Nur geringe endoproteolytische Aktivität in frischer Milch enthalten - vielleicht auch nur, weil im Proenzymstatus vorliegend, oder von Inhibitor gehemmt

- **Lysozym**

Abakterielles Enzym in Rohmilch im Rahmen der nicht-immunologischen Abwehr von Bakterien

Relativ wenig hiervon in Kuhmilch enthalten, wesentlich mehr - mengenmäßig und spezif. Aktivität betreffend - in Muttermilch

Strukturelle Ähnlichkeit mit α -Lactalbumin

- **Superoxiddismutase**

Eine Oxidoreduktase, die das Hyperoxid-Radikalanion in H_2O_2 und O_2 abbaut

Vitamine

Neben *Vitaminen* sind auch *Provitamine* beachtenswert

➤ Riboflavin	(B ₂)	+++	} 1 l Milch deckt Tagesbedarf zu 100%
➤ Cobalamin	(B ₁₂)	+++	
➤ Pantothersäure		++	
➤ Retinol (+ Carotin)	(A)	++	
➤ Calciferol	(D)	++	
➤ Thiamin	(B ₁)	++	
➤ Pyridoxin	(B ₆)	++	
➤ Biotin	(H)	++	
➤ Niacin		++	
➤ Folsäure		++	
➤ Tocopherol	(E)	+	
➤ Ascorbinsäure	(C)	+	
➤ Phyllochinon	(K)	+	

Hormone

Gesunde Milch enthält, in Abhängigkeit vom physiologischen Zustand der Kühe, unterschiedliche Gehalte an Hormonen als Spiegelbild des Bluthormonspiegels. Wachstumsfaktoren für das Kalb bzw. bestimmte Zellsysteme sind hormonähnlich

GASFÖRMIGE INHALTSSTOFFE

Der Gesamtgehalt beträgt 6 - 8 Vol %, entsprechend ~ 200 ppm.

Umfasst werden gelöste Gase, Gasbläschen und Schaumbläschen

Zwischen gelösten Gasen und der Dichte sowie zwischen gelöstem Sauerstoff und dem Redoxpotenzial der Milch besteht eine direkte Korrelation

Bedeutende gasförmige Inhaltsstoffe:

	Vol %	ppm (Kuhmilch)
Sauerstoff	0,1	7,5
Stickstoff	1	15
Kohlendioxid	5	150

$\Sigma \sim 6 \%$

PARTIKULÄRE (ZELLULÄRE) INHALTSSTOFFE

Partikuläre (zelluläre) Inhaltsstoffe werden durch zwei prinzipielle Typen von Zellen charakterisiert:

• Somatische (körpereigene) Zellen

Dominante Zelltypen (in Abhängigkeit vom Gesundheitszustand des Tieres):

- Leukozyten
- Phagozyten
- Epithelzellen

„Zellzahl“ = Summe dieser Zellen/ml

Richtwert für „gesunde“ Milch: < 100.000 Zellen / ml

• Mikroorganismen

Dominante Keimtypen in der frisch ermolkenen Milch (Euterflora):

- Micrococcen / Staphylococcen
- Lactococcen / Streptococcen
- Corynebakterien

„Keimzahl“ = Summe dieser Mikroorganismen, die nach Bebrütung auf kollektiven Nährmedien Kolonien ergeben (= Koloniebildende Einheiten, KbE)

Richtwert für frisch ermolkene Milch: ~ 500 Keime / ml

Die Limitation der Keimzahl der im Euterinneren gespeicherten Milch wird durch eine Reihe von biologischen Barrieren sichergestellt, die vor allem auf

- der Verhinderung des lactogenen Einwanderns von Keimen und/oder
- deren massenhafter Vermehrung

basieren. Das sind:

- Aufteilung des Milchvolumens in µl-Tröpfchen
- Dichtigkeit Zitzenschließmuskel
- Abakterielles Strichkanalsekret (Ubiquitin)

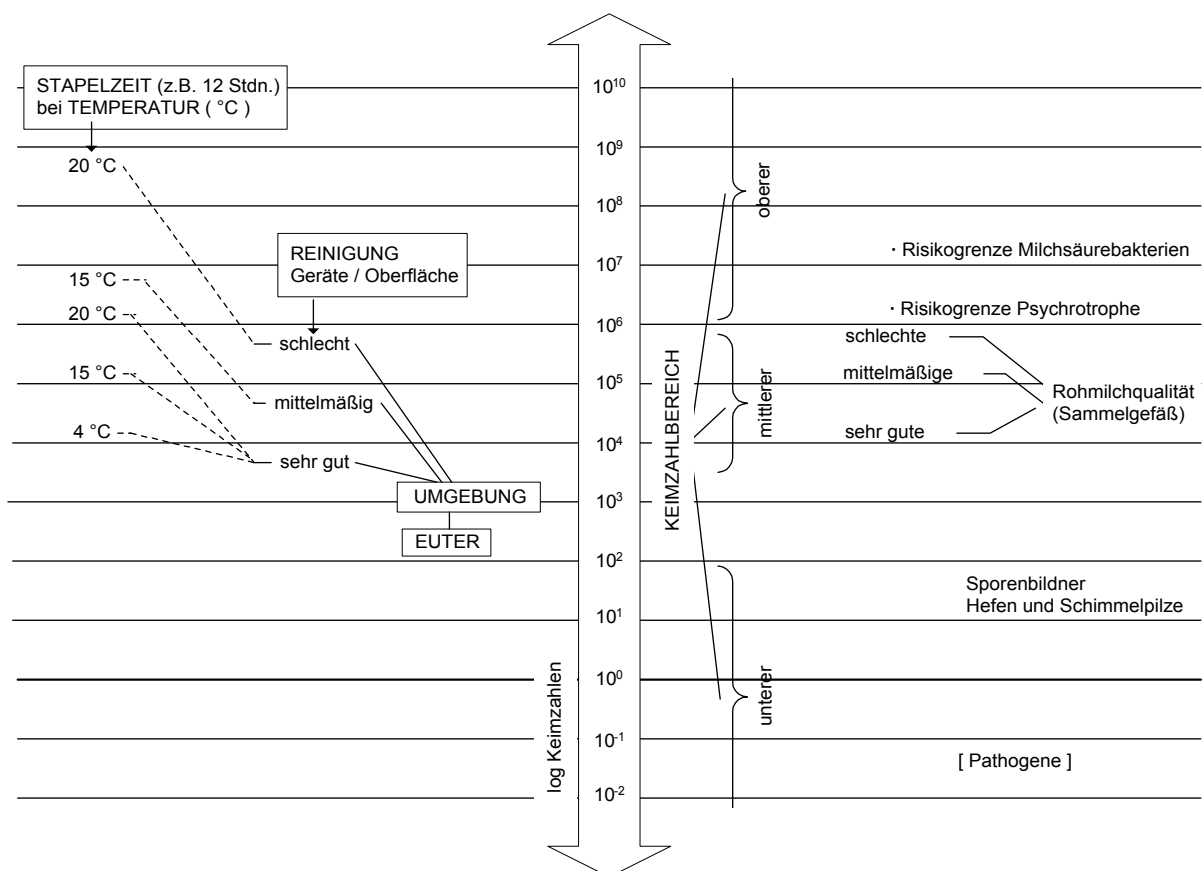
- Originäre abakterielle Systeme im Milchdrüsengewebe und teilweise noch in Milch:
 - Leukozyten / Phagozyten
 - Immunglobuline (IgA, IgG)
 - Lactoferrin / Transferrin
 - Abakterielle Enzyme in Milch (Lysozym, Lactoperoxidase-System)
- Periodischer Ausschwemmeffekt
- Zitzendesinfektion (Kälberspeichel; "Dippmittel" als künstliche Quelle)

Einige technologisch relevante Aspekte

* Zellzahl als Indikator für Euterkrankheiten

- * Keimzahl als Indikator für die Hygiene bei Milchgewinnung und -verarbeitung
- Alle Faktoren, die die Vermehrungsmöglichkeit von Keimen fördern (insbes. mangelhafte oder keine Kühlung) sowie Kontaminationen der Milch nach dem Melken durch schlecht gereinigte Gerätschaften erhöhen die Keimzahl der Milch naturgemäß beträchtlich

* Zellzahl und Keimzahl als Bewertungskriterien für die Rohmilchqualität



Keimzahlbereiche bei Rohmilch

Die Keimtypenverteilung in gestapelter Milch wird deutlich von der Kontaminationsquelle beeinflusst:

- Kontaminationen aus der Umgebung:
 - Enterobakterien / Enterococcen „*Fäkalkeime*“
 - Hefen und Schimmelpilze } „*Luftflora*“
 - Micrococcen
 - Sporenbildner / „*Hitzeresistente*“

Besonders unerwünscht Herstellung von Trinkmilch und Käse. Herkunft:

 - ° Clostridienzahl hoch ↔ Silagefutterkontamination
 - ° Bacillenzahl hoch ↔ Kraftfutterkontamination
- Kontamination durch ungenügend gereinigten Gerätschaften („*Oberflächenflora*“):
 - Euterkeime von Milchresten
 - Gram(-) Stäbchen (insbes. Coliforme, Pseudomonaden) „*Schmutzkeime*“

Besonders unerwünscht, weil:

 - ° häufig kälteverträglich („*Psychrotrophe*“)
 - ° meist sehr stoffwechselaktiv (Risikogrenze für sensorische Fehler ~ 10^6 /ml)
 - ° oft hitzestabile Enzyme produzierend (schon in der Rohmilch)
- Sporenbildner (Selektion vor allem nach ungenügender Heißreinigung von Gerätschaften)

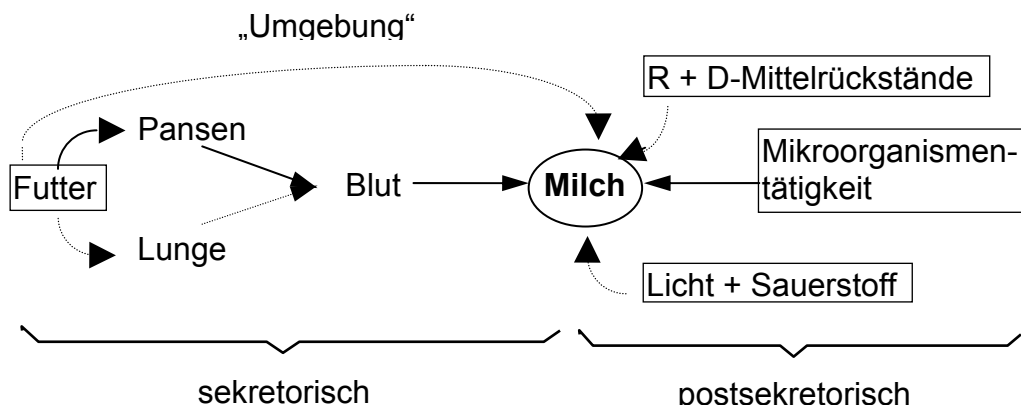
GERUCHS- UND GESCHMACKSSTOFFE

In geringen Konzentrationen tragen eine Vielzahl wasser- und fettlöslicher Substanzen - z.T. bekannter Art (Lactose, Fett), z.T. vermutlich noch nicht identifizierter Art - zum typischen Milcharoma bei

Schon geringfügige Verschiebungen im Aromastoffspektrum können zu Geschmacksveränderungen führen, entweder bereits in frisch ermilchener Milch, oder erst im Zuge der Milchstapelung und Milchverarbeitung

Technologisch relevante Aspekte

- Geruchs- und Geschmacksbeeinflussung: Zusammenfassung:



• **Postsekretorische Einflüsse** (im Rohmilchbereich)

- Freie FS: → ranzig (induzierte Lipolyse durch Milchlipase bei Kühlung plus mechanischer Belastung der Milch)
- Diverse mikrobielle Umsetzungen:
 - Milchsäure → sauer (div. Milchsäurebakterien; bei Temp. > 10°C)
 - Peptide → bitter, süßgeronnen (durch proteolytische Bakterien, auch noch bei Temp. < 10°C)
 - Freie FS → ranzig (induziert durch fettspaltende Mikroorganismen; eher selten)
 - Andere, z.B. → malzig (durch spezif. MS-Bakterien; eher selten)
- Lichteinfluss u. Oxidationsreaktionen: → metallisch, schmirgelig, talgig (im Rohmilchbereich eher selten)
- Reinigungs- und Desinfektionsmittelrückstände: → kratzend, bitter, „fremd“ (Überdosierung eher selten)

RÜCKSTÄNDE / KONTAMINANTEN

□ **Rückstände**

Reste von Substanzen, die zielgerichtet - also mit Primärnutzen - im Rahmen der Lebensmittelgewinnung aufgetragen bzw. angewendet werden, in geringen Anteilen aber in Lebensmittel gelangen und dort verbleiben können

Generell gilt, dass fettlösliche Substanzen in der Milch einem Anreicherungsprozess unterliegen

Charakteristische Beispiele:

Futtermittelbereich	Tierhaltungsbereich	Milchgewinnungsbereich Be- und Verarbeitungsbereich
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pflanzenschutzmittel</i> <ul style="list-style-type: none"> • Insektizide • Fungizide • Herbizide • <i>Vorratsschutzmittel</i> <ul style="list-style-type: none"> • Fungizide • <i>Klärschlammdüngung</i> <ul style="list-style-type: none"> • Schwermetalle 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Schädlingsbekämpfungsmittel</i> <ul style="list-style-type: none"> • Insektizide • Rhodentizide • <i>Tierarzneimittel</i> <ul style="list-style-type: none"> • Antibiotika • Antiparasitika • Hormone • Sonstige • <i>Anstrich(lösungs)mittel</i> <i>Holzimprägnierungsmittel</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Reinigungs- und Desinfektionsmittel</i> • <i>Migrationssubstanzen aus milchberührenden Oberflächen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Metallionen • Kunststoffbestandteile • Druckfarben(lösungs)mittel • <i>Verarbeitungsprozessbedingte Rückstände</i> (z.B. vom Räuchern, Prozesshilfsmittel u.ä.)

❑ Kontaminanten

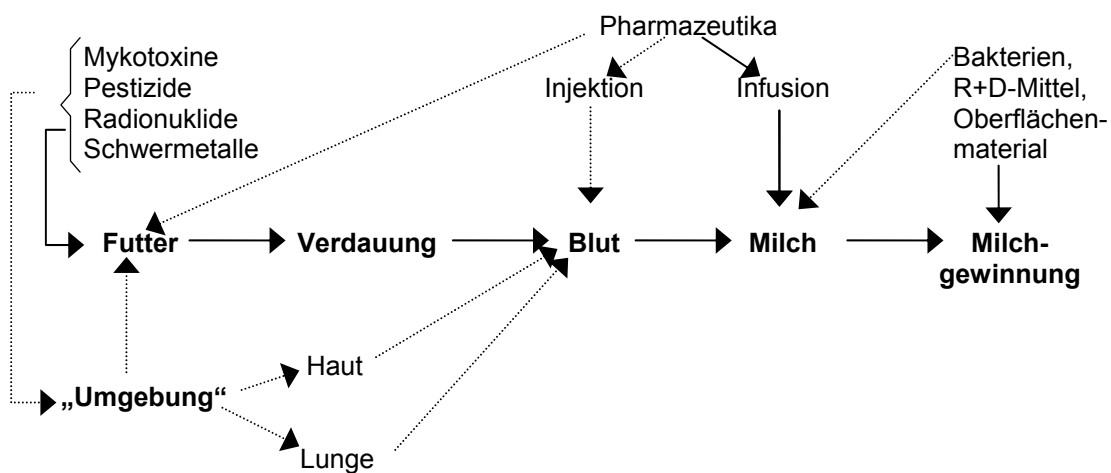
Reste von Substanzen, die im Sinne der Lebensmittelgewinnung und -verarbeitung keinen Primärnutzen haben oder hatten

Charakteristische Beispiele:

- *Industrie-, Deponie- und Verkehrsemissionen*
 - Schwermetalle / Metalle
 - Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)
 - Dioxine
- *Technische Chemikalien und Lösungsmittel*
 - Polychlorierte Biphenyle (PCB)
 - Perchlorethylen, Benzol u.a. organische Lösungsmittel^{*)}
- *Fall out-Substanzen* nach Nuklearunfällen
 - Radionuklide (langlebige und kurzlebige)
- *Mikrobielle Toxine*
 - Mykotoxine
 - Bakterientoxine^{*)}

^{*)} In Rohmilch von relativ geringer Bedeutung

❑ Schema der möglichen Milchbelastungswege



MOLKEREITECHNISCHE GRUNDBEHANDLUNG VON MILCH

Reinigung von Milch

✱ **Grobreinigung**: chargenweise oder kontinuierlich - im Durchfluss - mittels *Sieben* oder *Gewebe* (bei Milchgewinnung und -übernahme)

✱ **Feinreinigung**: nur kontinuierlich mittels:

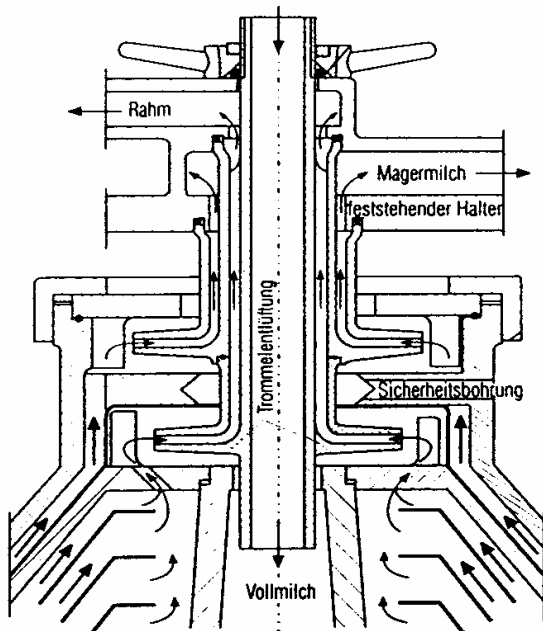
- Schichtfilter (früher sowie ggf. für kleine Leistungen)
- Zentrifugen (Milchseparator, Reinigungszentrifuge)
 - Auftrennung der Milch in 3 Phasen aufgrund des Stoke'schen Gesetzes:
 - Magermilch (MM) } Die beiden Phasen werden entweder komplett
 - Rahm } oder nur mehr anteilsweise rückgemischt
 - (Basis der Standardisierung - *siehe später*)
 - Separatorschlamm muss entfernt werden

Je nach Funktion daher nur „Reinigungszentrifugen“ oder aber „Reinigungs- und Entrahmungszentrifugen“

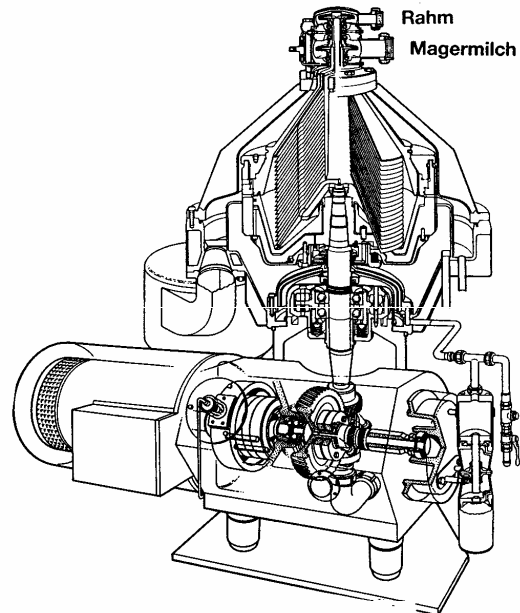
• Aufbau / Funktion eines Milchseparators

- Motor / Getriebe / Zapfenwelle / Schutzhaube / Gestell
E-Motor, Übersetzungsgetriebe mit Ölkühlung, Fliehkraftkupplung zur mehrfach gelagerten Zapfenwelle. $U = 4.000 - 6.000/\text{Min}$
(entspricht bei 0,1 m Trommelradius $\sim 5.000 \text{ g}$)
- Trommel (Rotor)
Zur Verbesserung der Separierleistung Unterteilung des Rotorraumes in Lamellen mittels kegelstumpfförmiger „Teller“, die in Summe ein Tellerpaket ergeben („Tellerzentrifuge“); zentrierte Bohrungen in den Tellern bilden Steigkanäle für Zulaufmilch; nur oberster Teller ohne Bohrungen (Scheideteller) trennt Rahm und Magermilchstrom
- Milchzulauf
Je nach konstruktiver Lösung erfolgt Milchzulauf ($\sim 50^\circ\text{C}$) zum Rotorinneren von oben oder von unten (durch Hohlwelle)
- Austragung von Rahm und Magermilch
Je nach Abdichtung der Zu- und Abläufe gegenüber der Umgebung sowie des Auslaufes der beiden flüssigen Phasen oberhalb des Trommeldeckels sind folgende Bauarten möglich:
 - * Blenden (nur bei einfachen Zentrifugen) → offene Zentrifuge
 - * Schälscheiben (mit Pumpenfunktion) → halbhermetische Zentrifuge
 - * Schälscheibenfreier Zu- und Ablauf unter externen Pumpendruck → vollhermetische Zentrifuge
- Austragung vom Separatorschlamm:
 - * manuell: Nur mehr bei kleinen Zentrifugen und solchen alter Bauart; periodische Entfernung (meist 1 x / Schicht) aus zylindrischem Schlammraum ($\sim 10\text{-}20 \text{ l}$ Fassungsvermögen) nach Stillstand der Maschine und Abnahme des Trommeldeckels

- * maschinell: Periodisch gesteuerte, kurzfristige Entschlammung (z.B. 1 x / Std) durch hydraulisches Zentrifugalkraft-betätigtes Öffnen eines Ringspaltes am Rotorumfang (absenkbarer Unterteil); Schlamm wird dabei aus kegelringförmigem Schlammraum nach außen zur Gestellhaube geschleudert, mittels Zyklon abgebremst und in Auffangbehälter geleitet



Schnittbild
Halbhermetischen Milchseparator
im Schälenscheibenbereich
(Aus: Kessler, 1996)



Schnittbild
Vollhermetischen Milchseparator
ohne Schälenscheiben
(Aus: Alfa-Laval-Handbuch)

• Leistungsangaben Milchseparator

- Durchsatzleistung: Bei großen Maschinen z.B. 25.000 l/h Rohmilchzulauf für Entrahmung und 50.000 l/h für Standardisierung

- Trennschärfe / Entrahmungsschärfe:

- * Teilströme nach Durchlauf der Trommel:

- ~ 90 % MM mit ~ „0“ % Fett (tatsächlicher Restfettgehalt 0,05 - 0,1 %, ergibt Entrahmungsgrad von > 99 %)
- ~ 10 % Rahm mit ~ 40 % Fett

- * Einfluss auf die Entrahmungsschärfe nehmen:

- ° Drehzahl / g-Zahl
- ° Durchsatzmenge / Zeiteinheit
- ° Fettkügelchendurchmesser
- ° Freie Fettsäuren-Gehalt (Schäumungstendenz !)
- ° Temperatur (Viskosität)

• Schlammanfall und Schlamm Entsorgung

- Schlammvolumen: 0,01 - 0,1 % der Zulaufmenge

- Schlammzusammensetzung:

- ~ 50 - 75 % Wasser
- ~ 20 - 25 % Eiweiß
- ~ 3 % Fett
- ~ 3 % „Schmutz“ (Staubteilchen, Zellen, Keime;
Keimreduktion in Milch dadurch
aber nur relativ gering)

- Entsorgung / Verwertung des Separatorschlammes:

- * Dampfsterilisation (→ Futtermittel)
- * Vernichtung (→ Verbrennung, Tierkörperverwertung)

Anm.: Neben Reinigungszentrifugen gibt es auch spezielle "Entkeimungszentrifugen" (etwas andere Konzeption, anderes Ziel). *Genaueres siehe später*

Standardisierung

* Fett

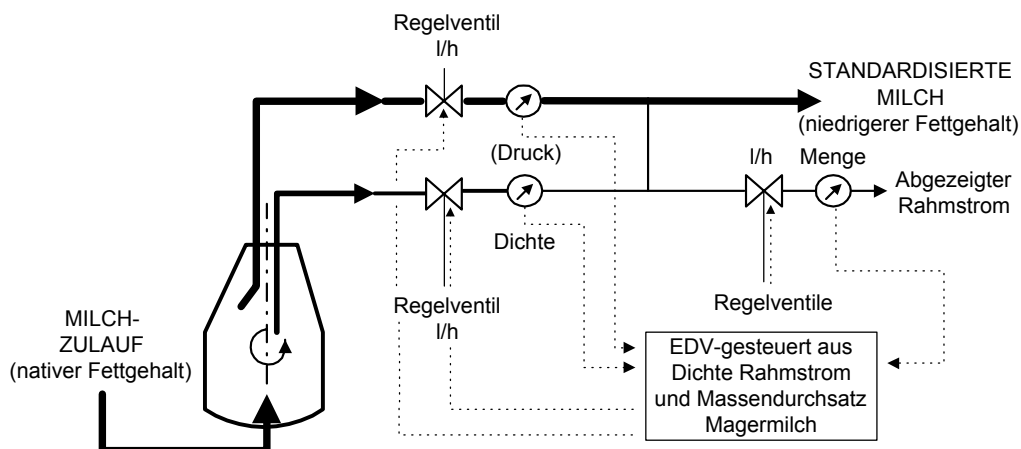
Der Milchinhaltstoff mit der größten Tradition zur Einstellung in unterschiedliche Gehalte in Trinkmilch und anderen Milchprodukten

• direkt

- Anteilsweise Rückführung des Rahmstromes in den Magermilchstrom (oder auch nur teiltrahmten Milchstrom) nach Zentrifugation, wenn niedrigerer Fettgehalt in Milch angestrebt wird, wobei dem Überschussrahm vielfältige Verwertungsmöglichkeit offen stehen.

Basis der Rückführung: *Mischungsregel*. Genaue Kenntnis der Fettgehalte (durch online-Messung der Dichte) und der Durchflussmengen der Teilströme sowie exakt ansprechende Reduzierventile lassen heute eine sehr präzise und flexible Fettstandardisierung zu!

• Schaltbildschema:

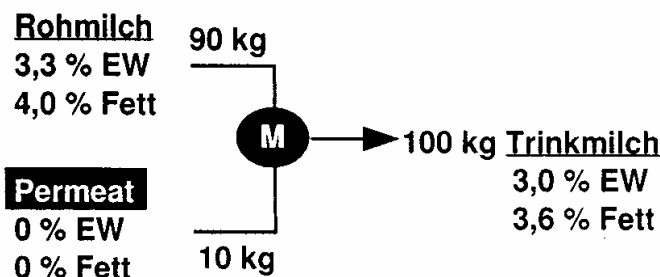


- indirekt
 - Separat in Stapeltanks gelagerte Milch/MM und Rahm (mit bekanntem Fettgehalt) werden auf Basis der *Mischungsregel* in Mischtanks/Vorratstanks - somit unabhängig vom Zentrifugationsvorgang - in den erforderlichen Mengen auf die gewünschten Fettgehalte schonend aber wirkungsvoll (spezielle Rührwerksanordnungen!) abgemischt
 - Interessante Neuentwicklung: Zumischung des Rahmes/Justierung des Fettgehaltes) mittels Injektorprinzip unmittelbar vor Verschluss der Packungen.
Vorteil: Hohe Flexibilität, geringeres Vorratstankvolumen erforderlich
Nachteil: Nicht für alle Abpacksysteme geeignet; zusätzliche Einrichtung

* Eiweiß

- direkt
 - Nach Ultrafiltration (UF) von MM wird - wenn niedriger Eiweißgehalt in der Milch angestrebt wird - das Retentat (= Eiweißkonzentrat) auf Basis der *Mischungsregel* nur mehr anteilsweise rückgeführt, das Überschussretentat zur Eiweißanreicherung für andere Produkte verwendet (*UF-Technologie siehe später*)
- indirekt
 - Separat in Silotanks gestapelte Milch / MM und Permeat (eiweißfrei) werden auf Basis der *Mischungsregel* - unabhängig vom UF-Vorgang - in den erforderlichen Mengen in einem Mischtank auf gewünschten Eiweißgehalt im Tank gemischt

• Beispiel:



* Milchtrockenmasse

Nur in manchen Ländern ein Thema

Zugabe von Zutaten

Ggf. Anreicherung mit Mineralstoffen, Vitaminen, Ballaststoffen, u.a.

Zugabe im Mischtank.

Ggf. Verteilungsprobleme mit fettlöslichen Zutaten in fettarmer Milch !

Homogenisierung

Primäres Ziel ist die Aufräumung von Milch zu verzögern

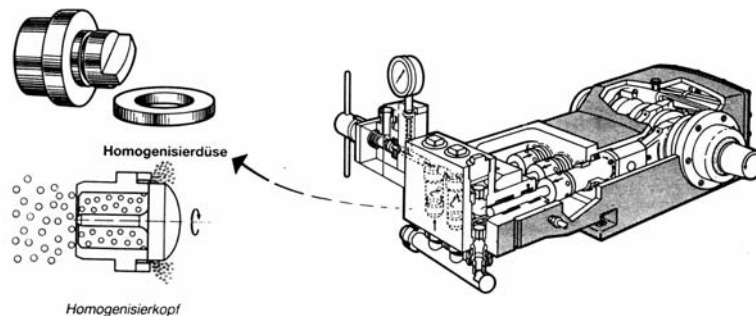
Je nach Endprodukttyp (sind auch andere Faktoren zur Aufräumungsverzögerung wirksam?) und angestrebter Haltbarkeitsspanne (Tage, Monate?) werden:

- FK-Trauben wieder zerteilt (=milde Homogenisierung)
- FK in Bruchstücke zerschlagen (=intensive Homogenisierung)

* Homogenisator

• Arbeitsprinzip:

Mit Druck (Kolbenpumpe) wird Milch bei $\sim 65^{\circ}\text{C}$ durch schmalen Ringspalt (\pm nachgeschalteter Prallplatteneinsätze) oder durch Drahtgittergeflechte gedrückt
Turbulenzen / Scherkräfte führen zum Zerreißen der FK, wobei deren Durchmesser von durchschnittlich $4\text{ }\mu\text{m}$ auf $\approx 1\text{ }\mu\text{m}$ sinkt
Der prozessbedingte Temperaturanstieg beträgt ca. 2°C



Milchhomogenisator (Aus: Alfa-Laval-Handbuch)

• Variationen beim Homogenisieren mit Homogenisator:

- [Vollhomogenisierung → gesamter Milchstrom
- [Teilhomogenisierung → 12 - 15%iger mit MM rückgemischter Rahmstrom wird homogenisiert (kleinere Maschine, kürzere Laufzeit)

- [Niederdruckhomogenisierung → bis $\sim 100\text{ bar}$
- [Hochdruckhomogenisierung → > 100 (- 300) bar

- [einstufig → 1 Homogenisierungskopf pro Durchlauf
- [zweistufig → 2 Homogenisierungsköpfe in Serie

- [normale Ausführung → meist vor der Pasteurisierung
- [Sterilausführung → für aseptisches Arbeiten im Zuge der Herstellung von ultrahocherhitzter Milch

* Andere Konzepte

• Homogenisierungszentrifuge

Ohne zusätzlichen Druck wird Rahm mit Spezialschälscheibe (Strömungs-ungünstig geformte Greiferflügel) ausgetragen
Relativ geringe Turbulenzen führen zu mäßigem Zerreißen der FK (d.h. schwacher Homogenisierungseffekt)
Da gesamter Überschussrahm homogenisiert ist, wird diese Form aber nur noch selten eingesetzt

- Ultraschall-Dispergierung (Transonic®) In Erprobung
- Erhitzung (und Rückkühlung)**

Man unterscheidet je nach Hitzeintensitäten (Temperatur / Zeit) und erzielbaren mikrobiellen Effekten:

° Thermisierung — als Vorbehandlung für später höher zu erhaltende Milch; zur Herstellung von Milchprodukten aus thermisierter Milch

- ° Pasteurisierung
 - ° Ultrahocherhitzung
 - ° Sterilisation
- } Zur Herstellung von:
- Trinkmilch (pasteurisiert oder sterilisiert)
 - Werkmilch für aus wärmebehandelter Milch hergestellte Erzeugnisse auf Milchbasis

✱ **Thermisierung**

- Ziel ist bei Milch / Werkmilch nur eine gewisse Schwächung der Rohmilchflora, die Bedingungen reichen jedoch nicht zur sicheren hygienischen Sanierung
- Erhitzungsbedingungen: 57 - 68°C, ≥ 15 Sek.

✱ **Pasteurisierung**

- Ziele sind (bei möglichst weitgehendem Erhalt der Nativität der Milch):
 - Ausschaltung ggf. vorhandener (vegetativer) pathogener Keime, bei Kuhmilch sind dies insbesondere:
 - *Salmonella sp.* u.a. enteropathogene Enterobakterien
 - *Staphylococcus aureus*
 - *Coxiella burnetii*
 - *Brucella abortus*
 - *Mycobacterium tuberculosis* (traditioneller Indikatorkeim!)
 - *Mycobacterium paratuberculosis* (noch unklare Bedeutung - humanpathogen?)
- Reduktion / Schwächung der Gesamtkeimzahl
(in der Folge auch Erhöhung der Haltbarkeit bei Kühlagerung)
- Inaktivierung einiger Enzyme
(auch günstig in Bezug auf Haltbarkeit; Basis für analytische Kontrollen)
- Erhitzungsbedingungen (für wärmebehandelte Trinkmilchsorten)
- Pasteurisierungsformen / Produktdeklarationen

<u>Bezeichnung</u>	<u>Temp.</u>	<u>Zeit</u>	<u>vorwiegend für:</u>
° Kurzzeiterhitzung	> 72 °C	15 - 30 Sek	] Molkereien
° Hocherhitzung	> 85 °C	≥ 5 Sek	
° Dauererhitzung	63 - 65 °C	30 - 32 Min	— Direktvermarkter

- Pasteurisierungseffekt:

	<u>Keimzahlreduktion</u>	<u>Enzyminaktivierung</u>	
		<u>Phosphatase</u>	<u>Peroxidase</u>
° Dauererhitzung	95 - 99 %	-	+
° Kurzzeiterhitzung	99 - 99,9 %	-	+
° Hocherhitzung	> 99,9 %	-	-

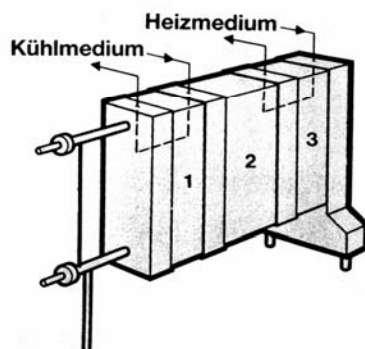
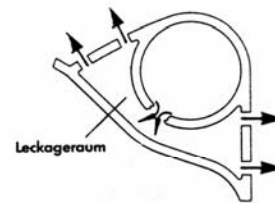
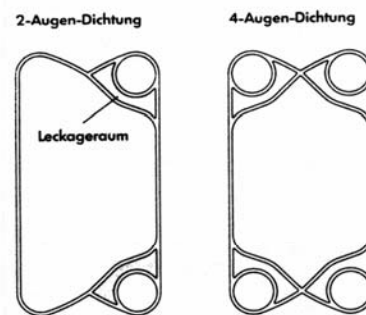
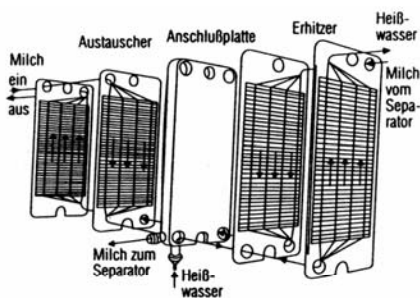
- Einfluss auf den Pasteurisierungseffekt nehmen:
 - Fettgehalt (Isolation) in geringem Maße
 - Turbulenz (Reynold'sche Zahl) in deutlichem Maße

- Behälterpasteure

Einfachste Form, nur für Dauererhitzung sinnvoll
 Gefäßbeheizung meist mit Doppelmantel, aber auch andere Lösungen anzutreffen

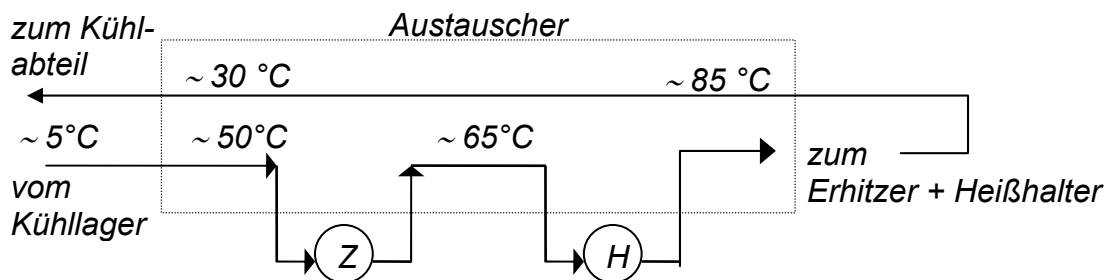
Kritische Aspekte: Reinigbarkeit allfälliger Einsätze, Entfernung von Belägen ("Milchstein")

- **Plattenpasteure** (auch: Plattenapparat, Plattenerhitzer, Plattenwärmetauscher)
 Die dzt. meist verbreitete Form der Milchpasteurisierungstechnologie!
 - Aufbau aus Lamellenpaketen aus profilierten Edelstahlplatten, mit Dichtungen auf Abstand gehalten, durch entsprechende Zu- und Ablaufschaltung abwechselnd mit Heiz- oder Kühlmedium bzw. Milch durchflossen



Plattenpasteur (Aus: Kessler, 1996)

- Funktion ist in 4 Abteilungen (Plattenpakete) differenzierbar:
 1. Austauscher (regenerative Wärmerückgewinnung): Bereits erhitzte Milch fließt - meist im Gegenstrom - gegen kalte Milch; Massenstromverhältnis im Austauscher 1:1; ein- oder zweimalige Abzweigung (Vorwärmer I, II) mittels Anschlussplatten für zwischenzeitliche Zentrifugation (Z) und ggf. Homogenisierung (H) möglich. Austauschfläche bestimmt den Wirkungsgrad



2. Erhitzer: Vorgewärmte Milch fließt gegen Heißwasser (ein eher kleines Paket) $\sim 65^\circ\text{C} \rightarrow \sim 72^\circ\text{C}$

Spezifische Wärme der Medien wichtig:

Heißwasser mit $\Delta T \sim 3^\circ\text{C}$ ($75 / 88^\circ\text{C}$)

(für 72°C oder 85°C Milchttemperatur)

3. Heißhalter: 15 - 30 Sek.; als Fließstrecke, z.B. auch nur in Form einer isolierten Rohrschlange konzipiert

4. Rückkühlung: Meist in 3 Schritten, z.B.:

- Nutzung des Austauschereffektes (kalte Milch) $\sim 85^\circ\text{C} \longrightarrow \sim 30^\circ\text{C}$

- Kühlteil I (Kaltwasser) $\sim 30^\circ\text{C} \longrightarrow \sim 20^\circ\text{C}$

Natürliche Wasserquelle z.B. mit 15°C als Kühlmedium.

Resultierendes Lauwasser für andere Verwendung

brauchbar oder Rückkühlung im Kreislaufsystem

Bei Massenstromverhältnis von 2:1 steigt die

Wassertemperatur von z.B. 15°C auf 20°C , wenn

Milchttemperatur von 30°C auf 20°C absinkt

- Kühlteil II (Eiswasser oder Sole) $\sim 20^\circ\text{C} \longrightarrow < 6^\circ\text{C}$

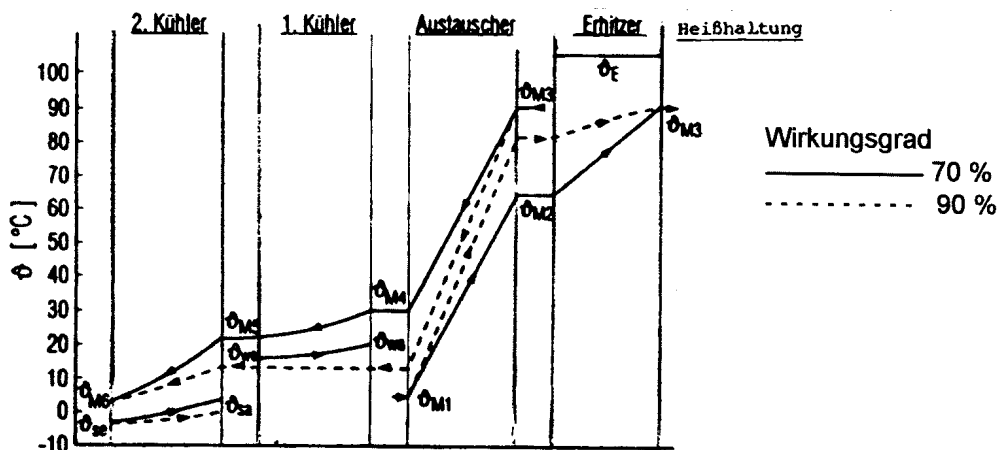
Bei Massenstromverhältnis von 3:1 steigt

die Kühlkreislaufumtemperatur von

z.B. -3°C auf $+2^\circ\text{C}$ ($\Delta 5 \times 3 = 15^\circ\text{C}$)

Anm.: Eiswasserbereitung und -vorrat ist ein technisch und ökonomisch wichtiger Aspekt!

• Temperaturverlauf:



- Vergleich des Flächenbedarfs in den Abteilungen eines Plattenpasteurs bei unterschiedlichen Wirkungsgraden des Austauschers:

Wirkungsgrad	(%)	70	90
Austauscher	(m ²)	20	80
Erhitzer	(m ²)	5	2
Kaltwasserkühlung	(m ²)	10	-
Eiswasserkühlung / Sole	(m ²)	20	10

D.h.: Wenn das regenerative Austauscherabteil einen hohen Wirkungsgrad bietet, entfällt die Rückkühlung mittels Kaltwasserabteil !

• Sicherheitseinrichtungen:

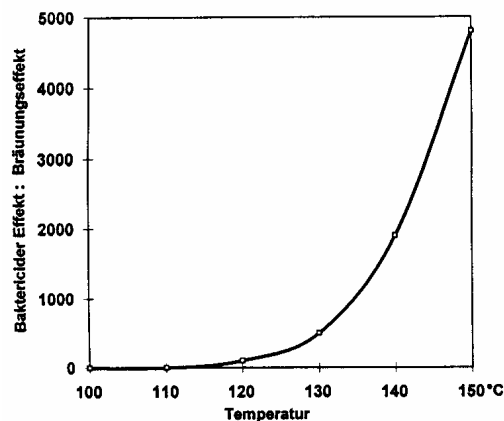
- Automatische Umlaufschaltung (plus Warnsignal) bei Systemstörungen

bzw. Unterschreiten der vorgenannten Kriterien: Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit (Rücklaufindikation am Schreiber)

- Druckdifferenz im Austauscher (mind. +0,5 bar auf past. Milchseite) - mittels Boosterpumpe im Rücklauf - soll Vermischung von noch nicht ausreichend erhitzter mit pasteurisierter Milch bei Undichtigkeiten verhindern (Schreiber!)
- Periodische Überprüfung auf Dichtheit (Farbstoffe, U-Schallsensoren u.a.)
- Reinigung:
Periodische Entfernung von Milchstein (im Erhitzer) und Eiweiß-/Biofilmen im Austauscher essenziell - wird heute aber meist mittels "CIP-System" gelöst
- Röhrenpasteure (Rohrbündelwärmetauscher)
Für Pasteurisierung eher selten im Einsatz, häufiger für Temperaturen > 100 °C (siehe *Ultrahocherhitzung*)

* Ultrahocherhitzung (UHT)

- Ziele sind die Ausschaltung der gesamten Keimflora (inklusive Sporen) pro Packungseinheit bei relativ weitgehendem Erhalt der Wertigkeit der Milch
Möglich bei hohen Temperaturen für sehr kurze Zeit, weil bakterizider Effekt und chemische Auswirkungen (z.B. Bräunung) nicht parallel verlaufen



- Erhitzungsbedingungen (für sterilisierte Trinkmilchsorten):

- Sterilisationsformen / Produktdeklarationen:

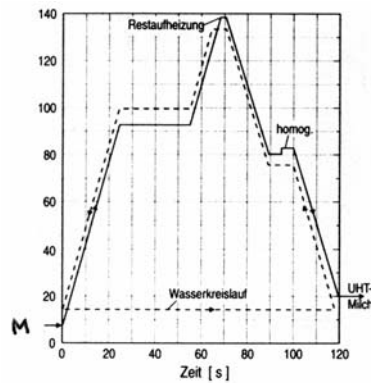
	Temp.	Zeit	Alternat. Bezeichnung
° Ultrahocherhitzung	≥ 135 °C	> 1 Sek	Momenterhitzung, UHT
° Sterilisation	110 - 125°C	> 15 Min	Autoklavierung

- Sterilisationseffekt:

- ° UHT
 - ° Sterilisation
- > 10 dezimale Reduktionsschritte von der Ausgangskeimzahl sollten erreicht werden;
Konkrete Restkeimzahlen (x / Volumen) naturgemäß abhängig von Ausgangsmilchkeimzahl und dem Gehalt an (besonders) hitzeresistenten Sporen in der Rohmilch

- Einfluss auf den Effekt: Analogie zu Kapitel "Pasteurisierung"

- Temperaturverlauf



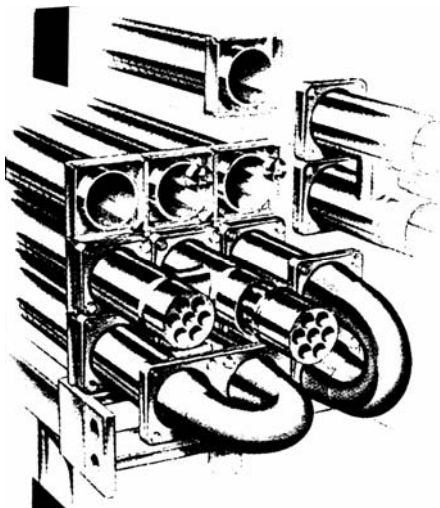
- Plattenultrahocherhitzer / Röhrenultrahocherhitzer (indirekte UHT-Erhitzer)

Platten-Ultrapasteure sind funktionell mit konventionellen Pasteuren vergleichbar, jedoch für höhere Drücke und Temperaturen ausgelegt (140 -170°C / 4 - 8 bar) auf der Heißwasserseite. Je höher °C vom Heizmedium, umso kleiner die Heizfläche (aber nicht unproblematisch)

Röhren-Ultrapasteure sind vom Funktionsprinzip (Abteilungen) den Plattenapparaten analog, jedoch erfolgt Wärmetausch über Doppelrohrschlangen.

Konzepte mit besonderen Rohrausformungen ("SpirafLOW") und geringen Milchrohrradien ("Turbo") möglich → Hohe Reynold'sche Zahlen

Auch Kombinationen von Plattenwärmetauscher plus Röhrenerhitzer sind möglich



Vorteil Röhrenerhitzer: Kaum Dichtigkeitsprobleme, druckfester

Nachteil Röhrenerhitzer: Schlechtere Zugänglichkeit bei Störungen

Vorteile indirekter UHT-Erhitzung: Vertraute Technologie, energetisch günstiger

Nachteile indirekter UHT-Erhitzung: Gefahr der Belagbildung im Hoherhitzerabteil, weniger schonend als direkte UHT-Erhitzung

- Dampfinjektion in Milchstrom / Milchinfusion in Dampfraum (direkte UHT-Erhitzer)

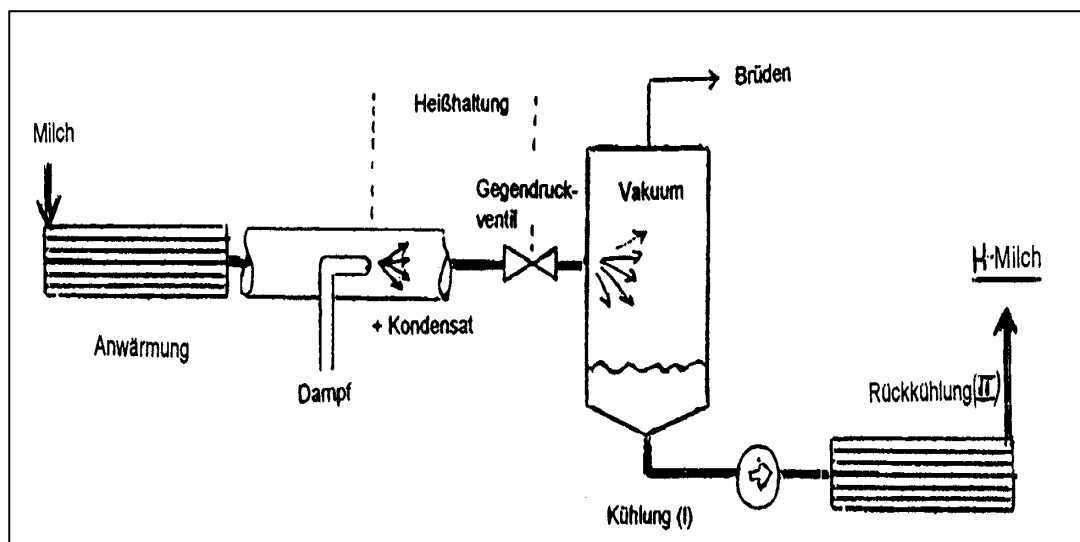
Nach Vorerhitzung der Milch - dies geschieht im Allgemeinen mittels üblicher indirekter Wärmetauscher - erfolgt Einleiten von Dampf (Trinkwasserqualität) mit z.B. 4 bar/145°C, direkt in den Milchstrom oder - umgekehrt - Einleiten der Milch in einen Dampfraum (letzteres wird auch als „FSH®-System“ angeboten)

Anm.: Der Millisec®-Prozess arbeitet mit Dampfmenigen, die nicht mehr komplett kondensieren. Die verbleibenden Dampfblasen ermöglichen Strömungsgeschwindigkeiten, die zu Erhitzungszeiten von nur wenigen msec führen

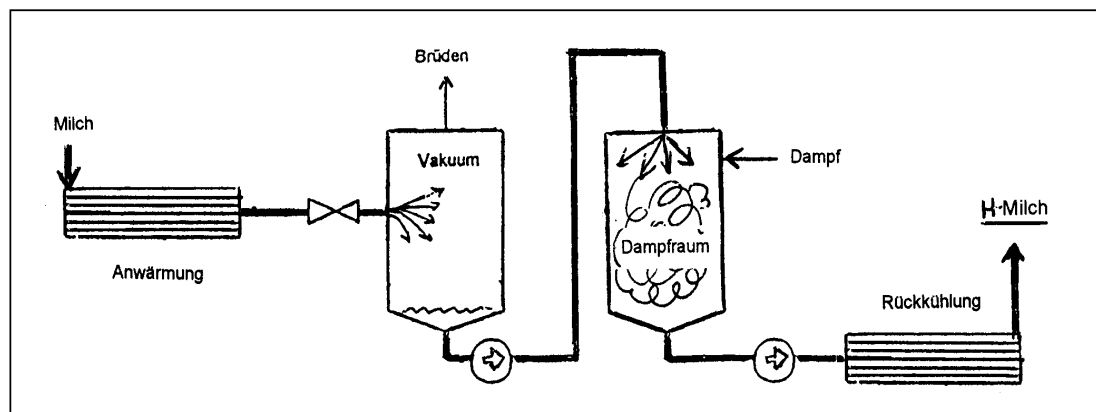
Die Entfernung des entsprechenden Kondensatanteiles erfolgt mittels einem oder mehrerer vor- oder nachgeschalteter Entspannungsgefäße (Brühdampf wird mittels Vakuumpumpe abgesaugt)

Vorteil direkte UHT-Erhitzung: Schonendes Verfahren

Nachteile direkter UHT-Erhitzung: Energieaufwändiger (am deutlichsten bei einstufigen Entspannungsgefäßkonzepten), Verwässerungsgefahr im Endprodukt bei Betriebsstörungen)



Direkt-UHT-Erhitzung: Dampfinjektion in den Milchstrom



Direkte UHT-Erhitzung: Milchinfusion in den Dampfraum

• Anmerkungen zu beiden Verfahren:

- Alle Stationen nach dem UHT-Erhitzer (z.B. Homogenisator, Armaturen, Pumpen, Tanks, Füllstation) müssen in Sterilausführung vorliegen, d.h.:
 - Pumpen stopfbüchsenfrei,
 - Tanks Sterilluft-beaufschlagt,
 - Rührwerkswellen mit besonderen Abdichtungen (z.B. mit Dampfsperren),
 - Aseptik-Abfüllanlagen (Abpackung in keimfreien Sterilluftkabinen in separat entkeimten Verpackungsmaterialien)
 - sehr unterschiedliche Detaillösungen bei differenten Fabrikaten (insbes. bei der Rückgewinnung von Energie im Zuge der Rückkühlung)
- Technologie Autoklavieren
 Nach Verschluss der Einheiten (Dosen, Flaschen) erfolgt Autoklavieren bei 110 - 121 °C / 20 - 3 Minuten, respektive.
 In Mitteleuropa aber nicht mehr für Trinkmilch, da am wenigsten schonend, schon aber bei Kondensmilch geläufig

Sonstige Sporenreduktionsverfahren

Diese waren bisher insbesondere für die Vorbehandlung von Käseemilch und ggf. von Milch für Trockenmilchherstellung von Interesse, relativ jung ist die Idee, auch pasteurisierte Trinkmilch im Sinne der Reduktion von Bakteriensporen vorzubehandeln. Genauerer hiezu *siehe Kapitel Gereifte Käse!*

- Mikrofiltrieren
 Modernes Membrantrennverfahren mit Alu-Oxid-Keramik-Membranen (Porendurchmesser von ~ 1 µm), meist in Multi-Röhrenform (Röhrenmodule), oder aber in Form aufgerollter Platten (Wickelmodule).
 Milch wird mit Pumpendruck im rechten Winkel zur Strömungsrichtung (cross flow) durch die Membranflächen geschoben, ein keimreiches / eiweißreiches Konzentrat (Retentat) fällt als Nebenprodukt an
- Keimzentrifugieren
 Im Aussehen ähnlich der Reinigungszentrifuge, aber funktionell so ausgelegt, dass "schwerere" Teilchen (inkl. Bakteriensporen) abgeschieden werden. Auch hier fällt keimreiches/eiweißreiches Konzentrat ("Bactofugat") als Nebenprodukt an
- Kombinierte Verfahren
 Hochpasteurisierungsverfahren unter Verwendung von Direktdampfsystemen – gegebenenfalls auch von zentrifugalentkeimter oder keimfiltrierter Milch – verbunden mit Aseptik-Abfüll-Linien liefern Trinkmilch mit relativ geringen, Kurzzeitpasteurisierungs-ähnlichen Auswirkungen aber deutlich verbesserter Haltbarkeit bei Kühlung (auch „**ESL**“-Produkte für „Elongated shelf life“)
- Andere Keimreduktionsverfahren
 Erst in Erprobung (für Milch): **Hochdruck, Elektropuls**
 Probleme mit Inaktivierung von Sporen und/oder Viren sind möglich
 Anm.: Vor Einsatz solcher neuer Verfahren wäre die Novel Food-Verordnung zu beachten und die Form der Prozessdeklaration zu überlegen

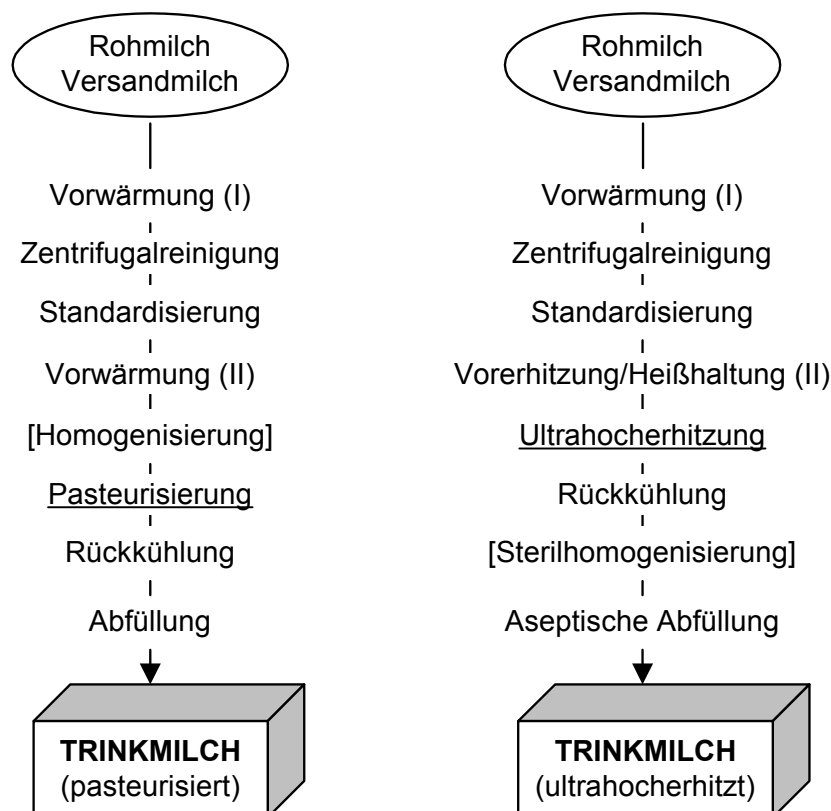
TRINKMILCH UND MILCHMISCHERZEUGNISSE

TRINKMILCH

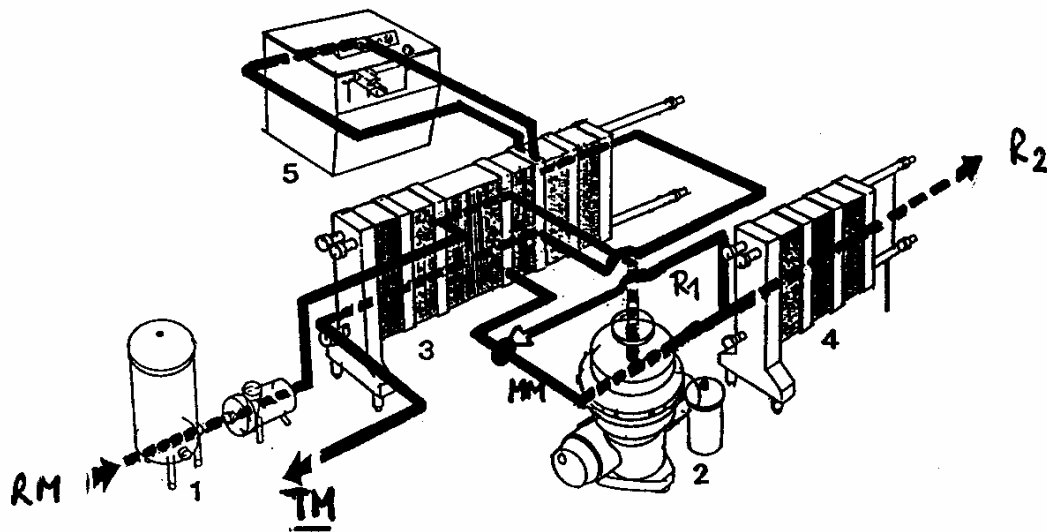
Standardprodukte

- **Trinkmilch / Konsummilch:** Verschiedene Sorten infolge von Differenzen bei:
 - Rohmilchqualität
 - Fettgehalt
 - Erhitzungsintensität
 - Verpackungsform
 - Mineralstoff-, Vitamin-, Eiweißanreicherung (optional)
 - Laktosereduktion (optional)
 - Alternative Milcharten (Schaf, Ziege - in Westeuropa aber von eher geringer Bedeutung)
 - Bes. Kennzeichnungselemente (z.B. „frisch“, „bio“, best. Herkunft, bes. Haltbarkeit)

Produktionsstufenschema von Trinkmilch



Symbolschema Trinkmilchlinie



(Aus: Alfa-Laval Handbuch)

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1 Vorlaufgefäß und Pumpe | RM Rohmilch |
| 2 Separator | MM Magermilch |
| 3 Milchpasteur | R1 Standardisierungsrahm |
| 4 Rahmpasteur | R2 Überschussrahm |
| 5 Homogenisierung | TM Trinkmilch |

Anmerkungen zur Technologie von Trinkmilch

• Rohmilch / Versandmilch

Eine Übernahme kann erfolgen von:

- Rohmilch
- thermisierter oder wärmebehandelter Milch (als Werkmilch bzw. Versandmilch) von anderer Molkerei oder entsprechend ausgerüsteter Sammelstelle

• Standardisierung des Fettgehaltes

Entscheidet wesentlich über die Bezeichnung der Trinkmilchsorte:

- | | | |
|--|--------------------|----------------------------|
| • Vollmilch | ($\geq 3,5 \%$) |] EU-Verordnung |
| • Teilentrahmte Milch | ($1,5 - 1,8 \%$) | |
| • Entrahmte Milch | (< $0,5 \%$) | |
| • Milch mit natürlichem Fettgehalt („mind. $3,5 \%$ “) | |] in Ö zusätzlich am Markt |
| • Extra-Vollmilch | ($\geq 4,5 \%$) | |

Anm.: **Eiweiß**standardisierung bei Trinkmilch nicht erlaubt

- Sporenreduktionsverfahren (Entkeimungszentrifuge, Keimfiltration)
nicht klar geregelt aber für länger haltbare Milch sinnvoll

• Homogenisierung (optional)

- nicht bei mageren Sorten
- wenn, dann wird überwiegend als Teilhomogenisierung durchgeführt

- **Anreicherungen von Inhaltsstoffen** außer Fett (optional)

Bei entsprechender Deklaration sind möglich:

- Vitaminierung (insbes. bei fettarmen Milchsorten mit A, D)
- Mineralstoffzusätze (insbes. Calcium)
- Eiweißanreicherung (mind. aber auf 4 % Eiweiß)

- **Laktosereduktion** (optional)

In Mitteleuropa eher schwach nachgefragt. Enzymatische Laktosehydrolyse und/oder Membranverfahren sowie verschiedene Hydrolysegrade stehen zur Disposition

- **Keimfiltration / Mikrofiltration** (optional)

Ein Membranverfahren zur Reduktion der Gesamtkeimzahl um mind. 99% - inkl. der durch Pasteurisationsverfahren nicht beeinflussbaren Sporenbildner (zur Haltbarkeitserhöhung kühlpflichtiger Trinkmilch)

- **Wärmebehandlung**

- Entscheidet über Deklaration der physikalischen Behandlung und
- bestimmt die Haltbarkeitsfristen / Lagerungsbedingungen des Endproduktes:

<i>Wärmebehandlung</i>	<i>Deklaration</i>	<i>haltbar bei:</i>
° Pasteurisierung	„pasteurisiert“	} ≤ 6°C
° Hoherhitzung	„hochpasteurisiert“, „hoherhitzt“	
° Ultrahoherhitzung	„ultrahoherhitzt“, „ultrapasteurisiert“	ungekühlt

- **Rückkühlung**

- pasteurisierter Trinkmilch auf 3 - 5°C
- H-Milch auf Raumtemperatur
- Haltbarkeit bei Kühlung
Bei im Bereich unter 100°C pasteurisierten Produkten ~ 6 -12 Tage, bei "hochpasteurisierten" Produkten über 100 °C (meist dann in Verbindung mit einem zusätzlichen Sporenreduktionsprozess) auch deutlich länger ("ESL"-Milch)

- **Abfüllung / Abpackung**

- Lose Trinkmilch / Milchabgabeautomaten

- Materialien
 - Stahlcontainer bis Kunststoffsäcke als Vorratsbehälter bei der Milchabgabestelle anzutreffen
 - Diverse Materialien im Falle von kundeneigenen Gefäßen bzw. Glas- oder Kunststoff bei systemspezifischen Mehrweggebinden

- Abfüllung

Unterschiedlich, von sehr einfachen Ausführungen (Niveaufüllprinzip) bis zu anspruchsvolleren Konzepten

* Abgepackte Trinkmilch

▫ Mehrweggebinde

- Glasflaschen: Heute Leichtglasflaschen, im Regelfall transparent eingefärbt, etikettiert, öffnungsgesichert, wiederverschließbar (Schraub- oder Stülpedeckel)
- Kunststoffflaschen (meist Polycarbonat): besonders leicht, sonstige Eigenschaften analog zur Glasflasche; ggf. Reinigbarkeitsprobleme bei Alterung

Befüllung

Nach Waschen, Trocknen und Inspektion - im Falle von „Glas-Aseptik“ auch chemischer Desinfektion - erfolgt, meist im Karussellprinzip, Befüllung mittels:

- Vakuum-Niveaufüller
- Kolbendosierer
- Anderer Konzepte: Z.B. Niveaufüller mit Schaum-unabhängiger Röntgenstrahlvermessung der Füllmenge (InScan[®]-Technik), induktive Durchflussmesser, Wägefüller u.a.

• Anmerkungen zu Mehrwegsystemen

Vorteile:

- bei hohen Umlaufzahlen ökonomischer und umweltschonender als Einwegsysteme
- Glas- und Deckelmaterial rezyklierbar
- weitgehend inert (Glas) in bezug auf sensorische Beeinflussung von Füllgut
- akzeptabler Lichtschutz möglich

Nachteile:

- relativ hohes Eigengewicht der Verpackung (Glas)
- Splittergefahr
- nicht eng stapelbar (Glas)
- Leergutmanipulation und Leergutreinigungsaufwand
- hohe Investitionskosten bei Wiedereinführung des Systems (inkl. Leergutflaschenwaschanlage und Flaschenträgerreinigung)

▫ Einweggebinde

- Glasflaschen: als verlorene Einheiten bei Trinkmilch selten
- Kunststoffflaschen / -becher: (Polypropylen, Polycarbonat oder Polystyrol) Vorgefertigt, im Spritzgussverfahren aus Granulat vor Befüllung hergestellt, tiefgezogen aus Folien oder aus Preformen endgeformt
Verschluss mit heißsiegelfähig-lackierten Platinen oder Kunststoffverschlüssen (div. Schraub- oder Stülpedeckel mit Öffnungssicherung)

Befüllung mit Glasflaschen-analogen Systemen

- Kunststoff-Schlauchbeutel: (meist Polyethylen, PE)
Sehr preiswert, aber ohne Hilfsmittel schlecht handhabbar
Neueres Konzept: standfeste Schlauchbeutel

Befüllung eines Endlos-Schlauches aus Folienbahn geschweißt, Quernähte unter Milchniveau abgeschweißt, danach Packungen getrennt

- Kunststoffbeschichtete Papiere / „Kartonverpackung“: 3- oder 5-lagige Papiere (Papier + 2 Polyethylenbeschichtungen oder Papier + Alufolie + 3 PE-Beschichtungen)

Papier heute ungebleicht; außen bedruckt

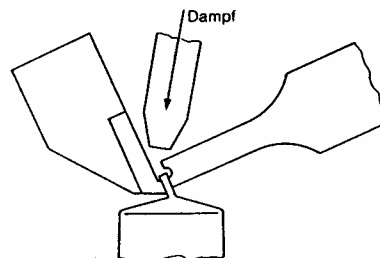
Polyethylenbeschichtung schafft Wasserdichtigkeit und ist Basis für Verschweißen (i. d. R. U-Schall-Schweißung) bzw. Formgebung der Packungen

Befüllung von Kartonverpackungen erfolgt im wesentlichen unter Nutzung von 2 differenten Systemen:

- Papierbahnen (in Rollen, mit Falzprägung)
 - Endlos-„Schlauch“-Formung (Rechteckquerschnitt) mittels kontinuierlicher Längsnahtverschweißung, wobei Milchbefüllungsformrohr als Matrice dient
 - Kontinuierliche Befüllung des entstehenden Schlauches und Quernahtverschweißung (Oberkante der einen und Unterkante der nächsten Packung) unter Milchniveau
 - Trennung der Packungen durch Querschnitt zwischen zwei Schweißnähten
 - Quader-Formung mittels Faltungswerkzeuge entlang der Prägungslinien und Ansigelung der Ecken an die Boden - und Deckelfläche
- *Packung „ohne Luft“*

- Zuschnitte (schon längsverschweißt, in Stapeln)
 - Entnahme vom Stapel
 - Auffalten zu 4-Kant-Rohr
 - Bodenteil formen, Ecken einschlagen und ansiegeln
 - Befüllungsprinzip analog zur Flaschenabfüllung (aber kein Vakuum)
 - Giebelformung mit entsprechende Eckenansiegelung
- *Packung mit Kopfraum*

- Spezielle Formen von Einwegpackungen
 - Kombinationen aus Papierpackung und Kunststoffdeckel
 - Spezielle Ausgießvorrichtungen bei Papierpackungen
Kunststoff-Ausgießer werden erst im Zuge ihres Einsetzens in die Papier-Stanzöffnung aus Granulat mit Spritzgussmaschinen geformt
 - Spezielle Formen der Befüllung
Mit Dampfstoßtechnik:



- Entkeimungsmöglichkeiten von Verpackungsmaterialien (für H-Milch)
 - thermisch (Dampf / IR), vorwiegend für Glas
 - UV / Elektronenstrahlen, vorwiegend für Becher
 - chemisch / H_2O_2 , für Papier, Schlauchbeutel, Becher
- } und Kombinationen
- Beispiel Karton-Aseptik: Papierbahn von Rolle durch H_2O_2 -Bad ziehen und nach Abpressen der Restflüssigkeit abtrocknen (IR-Strahler)

- Anmerkungen zum Einwegsystem

- Vorteile:

- geringes Transportgewicht
 - keine Leergutmanipulation, keine Leergutreinigung
 - sehr guter Lichtschutz möglich
 - lärmarme Distribution, eng stapel- und palettierbar

- Nachteile:

- als verlorene Packung Umweltschutzaspekte provozierend
 - ggf. negative (z.B. sensorische) Beeinflussung des Füllgutes
 - ggf. problematisch zu öffnen

- Für alle Systeme gilt

- Innerbetrieblich Kunststoff-Transportkisten und -Paletten zirkulieren und werden periodisch gereinigt
 - Karton-Trays und Palettenwicklermaterial sind als verlorene Packungen nur extern sammel- und wiederverwertbar
 - Auf richtige Produktkennzeichnung achten

MILCHMISCHERZEUGNISSE (nicht fermentierte)

Standardprodukte

Die Sachbezeichnungen kombinieren (im Regelfall) den Begriff des Milcherzeugnisses mit jenem des zugemischten Lebensmittels, z.B.:

- **Fruchtmilch**
- **Kakaomilch / Schokolademilch**
- **Andere** Kombinationen

Technologie Kakaomilch (exemplarisches Beispiel, auch andere Lösungen möglich)

- Einmischen
 - von Prämix (Eigenzubereitung)
 - von Kakao- oder Schokoladezubereitung (Zukauf)
- Herstellung „Prämix“
 - Kleinerer Teil Milch (molkereimäßig vorbehandelt)
 - Kakaopulver (mind. 1,2 % Magerkakao)
 - Zucker (~ 5 % Saccharose)
 - Stabilisatoren zur Minimierung der Kakao-Sedimentation, z.B.:
 - Carrageen, Lecithin
 - verdickende Lebensmittel (z.B. Stärke)
 - Natürliche Aromastoffe (bei Deklaration zulässig)
- Homogenisierung
- Pasteurisierung oder UHT-Erhitzung (bei H-Kakao)
- Rückkühlung
- Abfüllung (analog zur Trinkmilchsorten)

FERMENTIERTE MILCH UND MILCHMISCHERZEUGNISSE

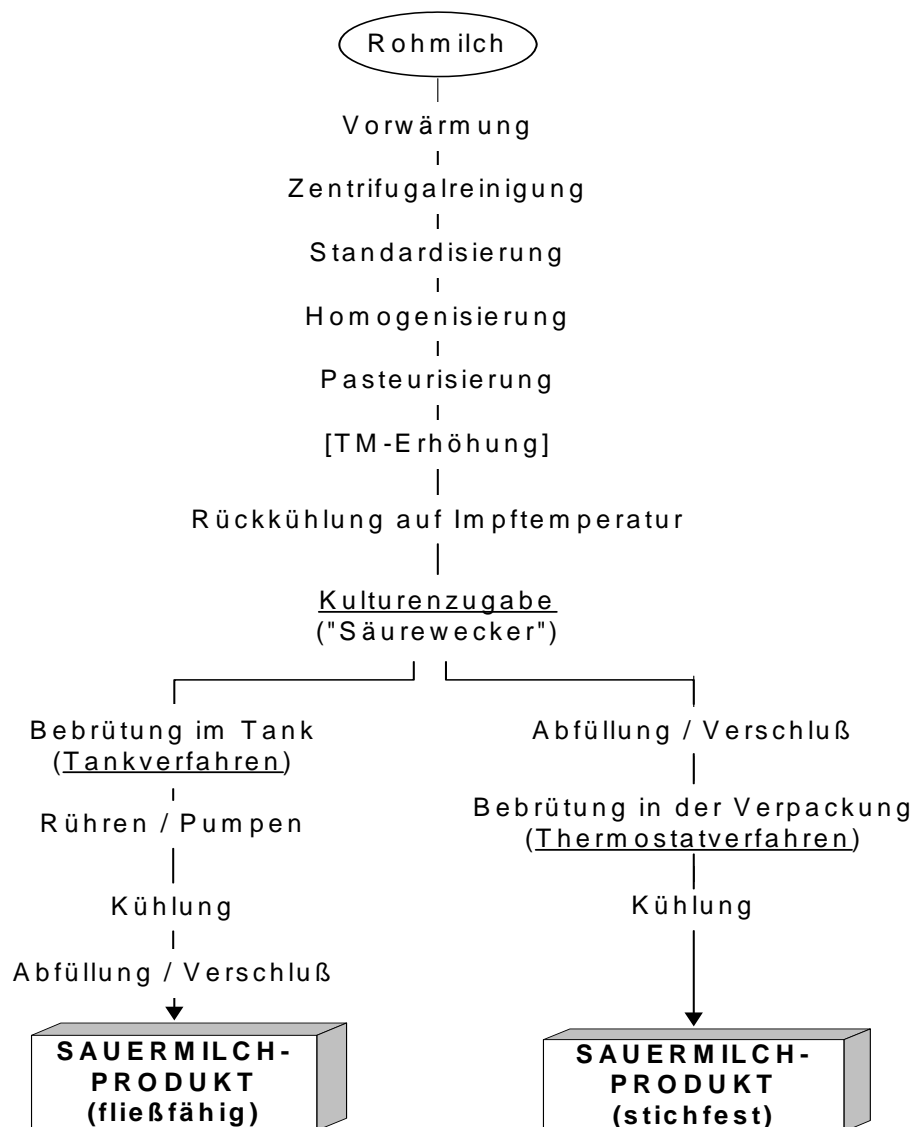
FERMENTIERTE MILCHERZEUGNISSE

Hier sind nur flüssig fermentierten Produkte subsumiert. Die Endprodukte können aber differente Textur aufweisen: dünnflüssig, dickflüssig, cremig, fadenziehend, gelatinös

Standardprodukte

- **Sauermilch / Sauerrahm**
- **Joghurt**
- **Buttermilch** (*saure*)
 - Echte Buttermilch: Ein Nebenprodukt der Buttererzeugung (*siehe dort*)
 - Buttermilch: Kann auch aus Magermilch bzw. teilentrahmter Milch (d.h. ohne Butterungsprozess) hergestellt werden
- **Kefir, „Probiotika“** u. a. Spezialsauermilcherzeugnisse

Produktionsstufenschema von Sauermilchprodukten



Anmerkungen zur Technologie von Sauermilch / Joghurt

- **Rohmilch** Einwandfreie Qualität, insbes. hemmstofffrei
- **Standardisierung des Fettgehaltes**
 Produktspezifische Einstellung wie z.B.:
 0 - 10 % bei Sauermilch / Joghurt (überwiegend aber um ~ 3%)
 ≤ 1 % bei Buttermilch
 ≥ 10 % bei Sauerrahm
- **Trockenmasse- bzw. Eiweißgehaltserhöhung**
 Nicht obligat, bei stichfesten Produkten aber texturförderlich
 Anhebung der fettfreien TM von ~ 9 % → ~11 % durch:
 - Zusatz von:

<ul style="list-style-type: none"> - Magermilchpulver *) - Caseinat / Molkeneiweißpulver *) - Ultra- oder Nanofiltrations-Retentate 	}	vor Homogenisierung *) Für Bio-Joghurt nur mit Bio-Pulver
--	---	--
 - Eindampfen der Joghurtmilch: Da aber nur geringfügiger Konzentrierungsgrad erforderlich, reicht u.U. auch nur Vakuumentspannung nach Wärmebehandlung
 - Ultra- oder Nanofiltration von Joghurtmilch
 - Enzymatische Quervernetzung mit Transglutaminase
- **Wärmebehandlung**
 Milch / Rahm für Sauermilch- und Joghurterzeugnisse wird im allgemeinen intensiv erhitzt, um:
 - möglichst geringe Keimzahl vor Beimpfung zu erreichen
 - Molkeneiweiß bewusst zu denaturieren (texturförderlich!)Hochpasteurisierungsformen, z.B.:
 - 90°C / 20 Minuten
 - 100°C/ 5 Minuten
 - 130°C/ 5 Sekunden
- **Homogenisierung**
 Im Regelfall im Zuge der Anwärmphase inkludiert (~ 200 bar), außer bei mageren Sorten
- **Rückkühlung** (auf Bebrütungstemperatur)
 Deren konkreter Wert ist abhängig von:
 - produktspezifischer Kultur (mesophil / thermophil)
 - betriebsspezifischem Fermentationsrhythmus
 Anm.: Man kann ggf. auch zuerst stärker abkühlen und später wieder anwärmen
- **Kulturenzugabe** („Säurewecker“)
 Verschiedene Gattungen und Arten von - insbesondere - *Milchsäurebakterien*, einzeln oder im Gemisch, stehen in Abhängigkeit vom gewünschten Endprodukt zur Wahl.
 Bei Spezialprodukten auch Mitverwendung von *Bifidobakterien* oder *Hefen*
 Primäre Stoffwechselleistung ist die *Milchsäuregärung*, aber auch sekundäre Eigenschaften (*zusätzliche Leistungen*) können von Bedeutung sein

➤ Beschreibung der Keime

Die taxonomische Zuordnung ist in den letzten Jahren zwar eindeutiger, die Bezeichnungen aber verwirrender geworden!

Arten / Unterarten	Kurzbezeichnung (ehemaliger Name)	Zusätzliche Leistungen
<p>▪ <u>Lactococcus</u> (Lc.): Gram(+) Coccen, microaerophil,^{*)} mesophil, homofermentativ; L(+)MS, stark säuernd, frühere Bezeichnung: Streptococcus (Sc.)</p>		
• <i>Lc. lactis ssp. lactis</i>	(Lc. lactis)	
• <i>Lc. lactis ssp. lactis biovar. diacetylactis</i>	(Lc. diacetylactis)	Diacetyl
• <i>Lc. lactis ssp. cremoris</i>	(Lc. cremoris)	Konsistenz-erhöhend
• <i>Lc. lactis ssp. hollandicus</i>	(Lc. hollandicus, Lc. filant)	- ebenso -
<p>▪ <u>Streptococcus</u> (Sc.): Gram(+) Coccen, microaerophil, thermophil, homofermentativ, L(+)MS, stark säuernd</p>		
• <i>Sc. (salivarius) thermophilus</i> /	(Sc. thermophilus)	Synergismus mit Lb. bulgaricus
<p>▪ <u>Leuconostoc</u> (Ln.): Gram(+) Coccen, microaerophil, heterofermentativ, D(-)MS, schwach säuernd, mesophil</p>		
• <i>Ln. mesenteroides ssp. cremoris</i>	(Ln. cremoris) (Ln. citrovorus)	Diacetyl und etwas CO ₂
• <i>Ln. mesenteroides ssp. dextranicum</i>	(Ln. dextranicum)	Konsistenz-erhöhend
• <i>Ln. mesenteroides ssp. mesenteroides</i>	(Ln. mesenteroides)	Konsistenz-erhöhend
<p>▪ <u>Lactobacillus</u> (Lb.): Gram(+) Stäbchen, anaerob oder microaerophil. Eine heterogene Gattung mit meso- und thermophilen, homo- und heterofermentativen sowie D- und L-MS-bildenden Arten</p>		
• <i>Lb. delbrueckii ssp. bulgaricus</i>	(Lb. bulgaricus): [thermophil, homoferm., D(-)MS, stark säuernd] **)	Acetaldehyd, Synergismus mit Sc. thermophilus
• <i>Lb. acidophilus</i> [mesophil, homoferm., DL(±)MS, mäßig säuernd]	(Lb. acidophilus)	darmphysiologisch („probiotisch“)
• <i>Lb. casei ssp. casei</i>	(Lb. casei)	
• <i>Lb. casei ssp. rhamnosus</i> [mesophil, homoferm., L(+)MS, schwach säuernd]	(Lb. rhamnosus)	
• <i>Lb. reuteri</i> [heteroferm., mäßig säuernd]	(Lb. reuteri)	

*) Trotz microaerophilen Wachstums bleibt Gärung dominant
 **) Säuerungsaktivitäten bei der Mehrzahl der Stämme

- Bifidobacterium (Bb.): Gram(+) unregelmäßige Stäbchen, strikt anaerob, mesophil bis thermophil, heteroferm., aber ohne Gas, L(+)MS, anspruchsvoll; eher schwach säuernd, weil Milch kein ideales Medium ist
 - Bb. bifidum
 - Bb. longum
 - Bb. andere species oder ssp.
- Hefen: Eine Reihe von Gattungen und Arten möglich — Alkohol + CO₂
 - Saccharomyces
 - Candida
- Propionibacterium sp. — ggf. "Schutzflora"-Komponente

Anm.: Der Einsatz genetisch-veränderter Mikroorganismen (GVO) für Sauermilcherzeugnisse ist bei österreichischen Konsumenten/Medien bislang verpönt und unüblich

➤ Beschreibung der Stoffwechselleistungen

° Milchsäuregärung (MS-Gärung)

- MS ist charakteristisches Stoffwechselprodukt aller Sauermilchprodukte
 - primäre Geschmackskomponente
 - bedeutungsvolles Bakteriostatikum

• Die Gärform kann sein:

- homofermentativ (im Regelfall!)
 - Laktoseabbau in zwei Variationen möglich:
 - 1 Mol Lactose → 4 Mol MS
 - 1 Mol Lactose → 2 Mol MS + 1 Mol Galactose
- heterofermentativ (selten, z.B. bei Kefir)
 - 1 Mol Lactose → MS + CO₂ ± Galactose

• MS-Konzentration erreicht (wenn homofermentativ):

- ~ 0,6 - 1,0 % (Ø 0,8 %)
 - ~ 4,4 - 4,2 pH
 - ~ 45 SHZ (1 SHZ = 0,0225 % MS)
- Anm.: Bei fettreichen Produkten, SHZ auf „fettfreies Plasma“ beziehen!

• MS-Konfiguration ist Milchsäurebakterienarten-spezifisch:

L(+) / D(-) / DL(±)

° Spezielle Aromastoffbildung

- | | | |
|--------------------------------------|-------------|---|
| • Diacetyl (Biacetyl) | bis 100 ppm | Buttereikulturen / saure Buttermilch |
| • Acetaldehyd | bis 10 ppm | Joghurtkulturen |
| • Flüchtige Säuren (z.B. Essigsäure) | bis 10 ppm | Heterofermentativer MS-Gärungen |
| • Mikrob. gebildete Fruchtaromen | | Spekulation bei Joghurtkulturen: genetische Manipulation möglich? |

° Alkoholische Gärung

Durch Lactose-positive Hefen im anaeroben Milieu (außer bei Saccharosezusatz): Lactose → Ethanol und CO₂. Hat bei einzelnen Spezialmilchprodukten Bedeutung

° Cholesterinreduktion (in Erprobung)

° Schleimbildung

Die Konsistenzcharakteristika bakterieller Polysaccharid-"Schleime" reicht von "cremig", "verdickend" bis "fadenziehend"

Letzteres ist bei Sauermilchprodukte in Abhängigkeit länderspezifischer Konsumentenerwartungen erwünscht oder unerwünscht

° Antagonismus gegenüber unerwünschten Keimen

Eine Reihe sogen. "Schutzkulturen" schon verfügbar oder in Entwicklung

➤ Zusammensetzung produktspezifischer Säureweckerkulturen

Kurzbezeichnungen

Lc. lactis / Lc. cremoris (mesophil) — Sauermilchkultur

Lc. lactis / Lc. cremoris Lc. diacetylactis cremoris]	(mesophil)	}	<u>Buttereikultur</u> (Details <i>siehe Sauerrahmbutter-</i> Herstellung). Kulturen aber auch für „Buttermilch“ aus fettreduzierter Milch sowie für Sauerrahm verwendbar
--	---	------------	---	---

Sc. thermophilus Lb. bulgaricus]	(thermophil)	}	<u>Joghurtkultur</u>
------------------------------------	---	--------------	---	----------------------

„Kefirkörner“ (Originalkultur) enthalten ver- schiedene homo- und heterofermentative, mesophile bis thermophile MS-Bakterien, („Lb. kefir“), Essigsäurebakterien und Lactose-pos. Hefen auf geronnenem, mikrobiell verdickten Casein Bei der industrieller Kefirherstellung meist nur hievon abgeleitete Kulturen	}	<u>Kefirkultur</u>
--	---	--------------------

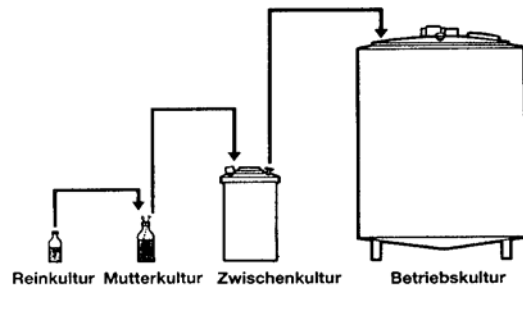
Lb. acidophilus sp., Lb. casei ssp., Bb. bifidum oder longum o.a. Species meist in Kombination mit traditionellen Kulturen, wie z.B. Joghurtkulturen	}	„ <u>Probiotika</u> “-Kulturen (Oft eingetragene Schutzmarken, z.B. Bioghurt [®] , Biogarde [®] , LA1 [®] LGG [®])
---	---	--

➤ Kulturenbereitung / Kulturenbeschaffung / Dosierung

★ Mutterkulturenkonzept (selbst hergestellter, flüssiger "Starter")

- Kleine, besonders sorgfältig bereitete Produktmenge (in gesondertem Produktionsbereich!) zur Beimpfung größerer Chargen.
Regelmäßige Prüfung auf allfällige Infektionen und Säuerungsaktivität (Phagen?)
Bei Überimpfungsschritten beträgt die Impfmenge 1 % bis max. 5 %
Große Produktionsmengen erfordern somit die Herstellung sogenannter Zwischen- und Betriebskulturen

Anm.: Bei eigener Anzucht sind niedrigere Temperaturen ~ 20°C (obwohl mesophile Charakteristik) erfahrungsgemäß günstiger, weil Kultur dann "vitaler"



Mutterkulturenbereitung

★ Gefriergetrocknete Kulturen

- Von Kulturenerzeugern angebotene, lyophilisierte Kulturen-Konzentrate, in Säckchen oder Dosen erhältlich.
Werden zur Beimpfung von meist nur 1 Zwischenkulturen verwendet. Erübrigen somit die Mutterkulturenbereitung. Größere Sicherheit vor *Bakteriophagen*!
- Bei Probiotika-Herstellung auch möglich: Zugabe von Lyophilisat erst nach abgeschlossener herkömmlicher Fermentation, um das allfällige Risiko der Inaktivierung während Säuerungsphase zu vermeiden

★ Gefrostete Kulturen / "Direktstarter"

Konzentrate ($\leq 45^\circ\text{C}$) in Dosen oder gefrostete Granula (durch Ultra-freeze-Pelletierung bei -196°C) in Kartonverpackung. Dosenware wird vor Zugabe aufgelöst/aufgetaut, Pellets sind unmittelbar in die Produktcharge dosierbar. Versand in Styroporboxen unter Trockeneis, bei -45°C einige Monate haltbar

Anm.: Um Probleme mit Phagenbefall zu vermeiden werden meist mehrere Stämme in Mischung eingesetzt und die Stammmuster periodisch gewechselt ("Stammrotation")

★ Dosierung

Kulturenzugabemengen abhängig von:

- Kulturentyp / Aktivität der Kultur
 - Mutterkultur ~ 1 - 3 %
 - Direktstarter ~0,01 –0,1 %
- Bebrütungsbedingungen der Charge

Höhere Dosierungen auch dann, wenn sich (z.B. probiotische) Keime in der Milch nicht vermehren können

• Kulturenzusatzform / Bebrütung / Rückkühlung

• Fließfähige Produkte

Hiezu wird die Charge zu fermentierender Milch mit Kultur versetzt, bebrütet, gerührt und rasch abgekühlt (steiler Temp.-Gradient!). Alle 3 Schritte erfolgen in:

- temperierbaren Tanks (Doppelmantel) mit Rührwerken (kleinere Chargen)
- in isolierten Tanks, jedoch kombiniert mit Umpumpen über Platten-Wärmetauscher zur Einstellung der Bebrütungstemperatur und danach der Kühltemperatur (größere Chargen)

Infolge mechanischer Belastung der Gallerte resultieren fließfähige Produkte: Trinkjoghurt, Joghurt „gerührt“, „geschlagene“ Buttermilch u.ä.

Zur sicheren Vermeidung von Klumpenbildung erfolgt ggf. noch zusätzlich „Glattstreichen“ der Gallerte durch:

- Siebeinsätze
- Rohrquerschnittsverengungen / Leitstrahlmischer
- Dispergiermaschine („Joghurt-Stretching“)

Vor oder nach Rückkühlung:
Warm- oder Kaltrührverfahren

- Stichfeste Produkte

Erhält man durch Bebrütung in der Verpackung

Daher erfolgt hier Kulturenzugabe unmittelbar vor Abfüllung in die entsprechenden Einheiten, Verschluss, Palettierung, und möglichst erschütterungsfreie Bebrütung und Rückkühlung in den Einzelpackungen

Dies geschieht in:

- Bruträumen, mit Warm- und Kaltluft beschickbar (diskontinuierlich).
Oder - als Alternative - nach dem Brutraum direkt in Kühlraum verbringbar
- Bebrütungstunnel / Kühltunnel (kontinuierlich)
- Bebrütungs- und Rückkühlungsbedingungen
 - Bebrütung mesophiler Sauermilch- und Probiotikakulturen:
~ 20°C/15 Std oder ~ 30°C/8 Std
 - Bebrütung thermophiler Joghurtkulturen:
~ 42°C/3 Std („Kurzzeitfermentation“) oder
~ 30°C/15 Std („Langzeitfermentation“)
 - Rückkühlung erfolgt in jedem Falle auf <10°C, meist aber 5°C.
Muss auch hier so rasch erfolgen, dass auch bei großen Produktionen der angestrebte Säuregrad nicht unterschritten wird.
Z.T. aufwändige Lösungen erforderlich (z.B. Kühltunnel für Einzelbecher)

- Abfüllung / Abpackung / Kühllagerung

- Prinzipielles:

- Stichfester Produkte

Die Abfüllung der beimpften Milch erfolgt naturgemäß mit zur Trinkmilch völlig analoger Technologie in Abhängigkeit von der Verpackungsform

- Fließfähige Produkte

Werden ebenfalls mit analogen Technologien abgefüllt, jedoch adaptiert auf dickflüssige Produkte (z.B. spezielle Pumpen)

- Packungsformen und -materialien:

Im Vordergrund stehen Einwegverpackungen der Art:

- Mit Platinen verschlossene Kunststoff-Becher verschiedenster Dimension bis zu (wiederbefüllbaren) Eimern oder aber Karton-Kunststoffkombinationen
Anm.: Kompostierbare Materialien sind erst im Versuchsstadium
- Glas- oder Kunststoffflaschen
- Kartonverpackungen verschiedenster Dimensionen

- Befüllung:

- Kontinuierliche Volumenfüller im Karussell- oder Tunnelprinzip für Becher, Flaschen, Zuschnittkartons oder im Füllrohrprinzip bei Papierverpackung von der Rolle bzw. bei Schlauchpackungen
- Möglichst keimarme Abpackung durch Kapselung mit Sterilluftkabine, separater Packstoffentkeimung (Rekontaminations-Vermeidung)

- Kühllagerung:

Die Lagerung / Auslieferung der Endprodukte erfolgt bei $\leq 6^{\circ}\text{C}$.

Dadurch erreicht man aber auch eine gewisse „Stabilisierung“ der Gallertenkonsistenz

FERMENTIERTE MILCHMISCHERZEUGNISSE

Produkte, die durch Zumischung von anderen Lebensmitteln zu fermentierten Milcherzeugnissen entstehen (mit Einschränkungen)

Standardprodukte

Die Sachbezeichnungen kombinieren (im Regelfall) den Begriff des fermentierten Milcherzeugnisses mit jenem des zugemischten Lebensmittels, z.B.:

- **Fruchtjoghurt, Fruchtbuttermilch** u.a. Kombinationen
- **Müsli-Joghurt** u.ä. zusammengesetzte Erzeugnisse

Anmerkungen zur Technologie von Fruchtjoghurt

- **Herstellung der Gallerte** („weiße Masse“) in fließfähiger Form
- **Fruchtzubereitung**: Werden heute in Containern als meist fertig konditionierte "Marmeladen" (Frucht + Zucker + ggf. andere Zutaten), pasteurisiert oder hochdruck-behandelt, Kopfraum mit Sterilluft/Stickstoff beaufschlagt. Von darauf spezialisierten Firmen geliefert und im Lager vorrätig gehalten (ggf. Eingangskontrolle auf CO₂-Druck)
Betriebseigene Abmischungen aber auch möglich, z.B. betreffend Zuckerzusatz oder Frischfruchtverwendung (plus Schutzkultur)
Früchte sind sortenrein oder Mischungen und dürfen - bei Deklaration - auch „natürlich aromatisiert“ sein
Zucker ist i.d.R. Saccharose, aber auch andere Variationen sind gängig:
 - Anderen Zuckerarten, „Fruchtsüße“, Honig
 - "zuckerreduziert " bis "ohne Zuckerzusatz" , jedoch dann meist:
 - Zuckerersatzstoffe
 - Süßstoffe für Diät-Produkte sind heute i.d.R. keine Kohlenhydrate, sondern Polyole (z.B. Dulcitol) oder Dipeptide (z.B. Aspartam®)
 - Alternative Idee: Lactosehydrolyse!Anderen Zutaten: z.B. Stabilisatoren, Vitamine, Mineralstoffe, färbende Lebensmittel
- **Anschluss Fruchtzubereitungs-Container** an die Mischstation erfolgt mittels dampfsterilisierbarer Schläuche.
Bei Wiederverwendung nicht-restentleerter Container muss An- und Abschluss unter möglichst keimfreien Bedingungen erfolgen!
- **Zumischung** der Fruchtzubereitung: Sollte mengenmäßig möglichst exakt und die Verteilung in der weißen Masse - bei durchmischten Erzeugnissen - homogen sein
- **Technologische Variationen bei der Zudosierung**:
 - Einmischen/Einrühren der Fruchtzubereitungsmenge in die Gallerte noch im Tank, unmittelbar nach der Fermentation und noch vor Rückkühlung (Chargenverfahren, *Warmrührverfahren*)
 - Zumischung mit Dosierpumpe und Verteilung mittels
 - statischem Rohrmischer oder
 - dynamischer Mischeinrichtung in die bereits rückgekühlte Gallerte unmittelbar vor Abfüllung (Online-Verfahren, *Kaltrührverfahren*)
 - Fruchtzubereitung und weiße Masse getrennt abfüllen („Zweikammerbecher“)
 - Sequentielle Abfüllung (Unterlegen, Auflegen) der Fruchtzubereitung unter oder auf die (stichfesten) Gallerten



Statischer Rohrmischer

- Der Fruchtanteil im Endprodukt muss (österreichischer Codex):
 - $\geq 7\%$ sein, außer bei
 - Zitrusfrüchten (mind. 2%)
 - sehr geschmacksintensiven Früchten („Geschmack deutlich erkennbar“)

- **Abpackung / Kühlagerung**

Analogie zu fermentierten Milcherzeugnissen, jedoch höhere Variationen bei Becherformen und Bezeichnungskonzepten

Durch Zuckergehalt in bezug auf Rekontaminationen noch empfindlicher, daher gilt auch hier die Anforderung an:

- möglichst keimarme Abfüllung (Einsatz von Sterilluftfiltern)
- keimfreies Verpackungsmaterial (Packstoffentkeimungsprozesse)
- möglichst geschlossene Kühlkette (empfohlen $\leq 6^\circ\text{C}$) bis zum MHD
- Fremdstoffprüfung (z.B. Elektromagnete, Röntgenanlagen)

Spezielle Technologien bei fermentierten Milchemischerzeugnissen

- **Wärmebehandlung** nach Inkubation

Ein technologischer Schritt zur Erhöhung der Haltbarkeit fermentierter Milchemischerzeugnisse (bis zu einigen Wochen in ungekühltem Zustand) durch Inaktivierung allfälliger Rekontaminationskeime

Die nochmalige Wärmebehandlung kann infolge des tieferen pH-Wertes bereits relativ mild sein (z.B. $55-60^\circ\text{C}$). Zusatzstoffe (Texturstabilisatoren) sinnvoll. Obwohl Heißabfüllung auch möglich, ist Kaltabfüllung aber besser für die Qualität. Im Regelfall (nicht grundsätzlich!) werden dabei auch produktspezifische Keime inaktiviert, was Konflikte bei der Bezeichnung („Wärmebehandelter Joghurt“) schaffte

Technologische Möglichkeiten der Erhitzung:

- Nur der Fruchtzubereitung und Mischung mit der kalten Gallerte
- Nur der Gallerte und Mischung mit der Fruchtzubereitung
- Der bereits gemischten Masse
- Bei fließfähigen Produkten mittels:
 - Plattenapparaten (mit entsprechende Prägetiefe für stückige Früchte)
 - Röhrenerhitzer
- Bei stichfesten Produkten durch Wärmebehandlung der abgepackten Ware in:
 - Tunnelerhitzungsanlagen
 - Thermostatisierten Räumen
- **Tiefkühlung** nach Inkubation

Gefrostete Joghurtherzeugnisse erfreuen sich insbes. in den USA steigender Beliebtheit (Übergangsprodukt zu *Speiseeis*)
- **Aufschäumen:** Mit Mixer, N_2 -Aufschlagmaschinen oder Membranen (Übergangsprodukt zu *Desserts*). Auch **Carbonisierung** möglich (Übergangsprodukt zu *Joghurtdrinks*)
- **Kontinuierliche Fermentation** ("Bioreaktoren" erst im Versuchsstadium)

RAHM

Unter Rahm wird fettangereicherte Milch ($\geq 10\%$ Fett, als o/w-Emulsion) verstanden
 Eine Unterteilung von (Süß)Rahmerzeugnissen gelingt nach effektiven Fettgehalten, vorwiegenden Verwendungsformen, thermischer Belastung und Konsistenz

Anm.: Sauerrahm wird sinnvollerweise bei fermentierten Milcherzeugnissen subsumiert

Standardprodukte

➤ Erzeugungsziele / Anfallmöglichkeiten

• Endprodukt:

- Kaffeeobers / -rahm / -sahne
 - Schlagobers / -rahm / -sahne
 - Creme Obers
 - Fruchtrahm
 - „Streichrahm“
- } **Rahmmischerzeugnisse**

• Zwischenprodukt:

- für Butter / Molkenrahmbutter ⇒ Butterungsrahm
- für div. andere Milchprodukte ⇒ Standardisierungsrahm, *)
- mit höherem Fettgehalt, wie z.B. Überschussrahm
- Kondensmilch und Milchpulver
- mit hohem Fettgehalt

➤ Thermischer Behandlung

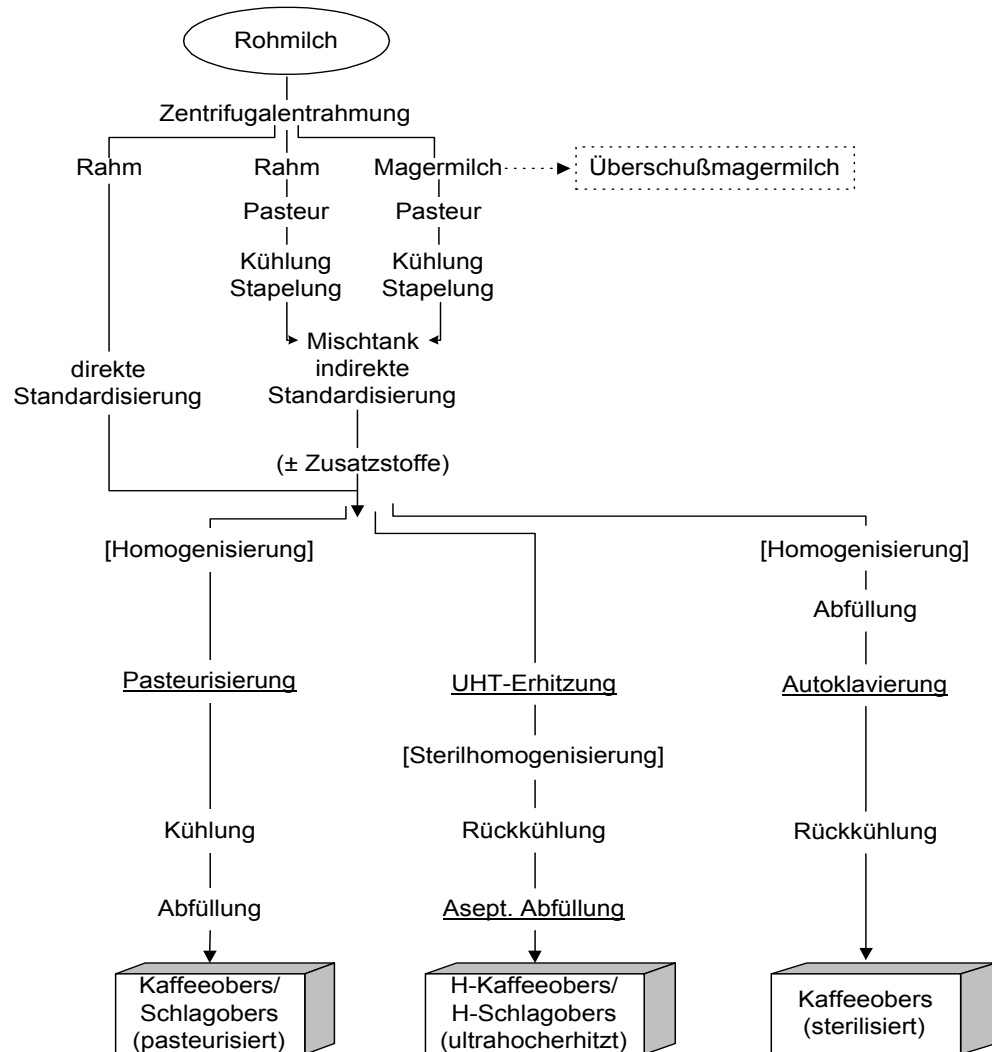
- keine (ggf. bei Ab-Hof-Produkten oder bei Rahm-Anlieferungen an Molkereien) ⇒ Rohrahm
- pasteurisiert ➔ Pasteurisierter Rahm
- sterilisiert
 - autoklaviert ➔ Sterilrahm / -obers / -sahne
 - UHT-erhitzt ➔ H-Rahm / -obers / -sahne

➤ Ausgangsmaterial:

- Milch ⇒ Milchrahm
- Molke ⇒ Molkenrahm
- Auflösen von Rahmpulver ⇒ Rekonstituierter Rahm
- Re-emulgieren von Butter in Magermilch ⇒ Rekombinierter Rahm

*) Wenn nicht im dem Maße gebraucht, wie anfallend, dann in gekühlte Form - z.B. für Buttererzeugung - gesammelt

Produktionsstufenschema von Rahm



Anmerkungen zur Technologie von Rahm

• Rohmilch

Einwandfreie Qualität erforderlich; insbesondere ist Vorsicht vor Lipolyse und lipophilen Fehlgeschmackscomponenten angebracht

Hartes Fett (niedrige Jodzahl) ist für Schlagobersherstellung günstiger, sofern Wahlmöglichkeit besteht

• Milchvorbehandlung

Zentrifugierung und Fettstandardisierung wie üblich

Die effektiv einzustellenden Fettgehalte sind nach Produktbezeichnung sind länderspezifisch recht different.

In Österreich geläufige Produktbezeichnungen und Mindest-Fettgehalte (Wert in Klammer für Haltbarprodukte):

- Kaffeeobers / -sahne: 15 % (10 % Fett)
- Schlagobers / -sahne: 36 % (32 % Fett)

• Mögliche Zutaten / Zusatzstoffe (bei Deklaration)

- Erhöhung der Milch-TM (z.B. mit Milcheiweißprodukten)
- Zulässige Verdickungsmittel (z.B. Carrageen, Alginate, CMC), jedoch nur für pasteurisierten Rahm mit hohem Fettgehalt
- Phosphate, für alle Rahmerzeugnisse

- **Homogenisierung**

Bei Kaffeeobers generell durchgeführt, bei past. Schlagobers selten, bei H-Produkten nur unter milden Bedingungen und in Form einer nachgeschalteten Homogenisierung

Ziele allfälliger Homogenisierung:

- Aufräumungsminimierung (hat aber geringere Bedeutung bei höherem Fettgehalt und relativ kurzer Haltbarkeit der Erzeugnisse)
- Verbesselter Geschmack
- Verbesserte Kaffeeweißkraft
- Höhere Viskosität
- Verbesserung der Flockungsstabilität im Kaffee

- **Wärmebehandlung**

Einmalige Wärmebehandlung unmittelbar nach direkter Fettstandardisierung, zweimalige Wärmebehandlung nach indirekter Fettstandardisierung mit zwischenzeitlicher Rahmstapelung

- ° Pasteurisierter Rahm:

75°C / 15 Sek] für ~ 15%igem Rahm
85°C / 15 Sek]

95°C / 5 Sek] für höherprozentigem Rahm
105°C / < 5 Sek*)]

*) gleichbedeutend mit „ohne Heißhaltung“

- ° UHT-erhitzer Rahm:

Direkte oder indirekte Verfahren.

Übliche Vorerhitzungsphasen zur Eiweißstabilisierung (z.B. 95°C / 5 Min) sind vorgeschaltet, dann 145 -150°C / einige Sek

- ° Autoklavierter Rahm: hat kaum mehr Bedeutung

115-121°C / > 10 Min

- **Rückkühlung**

- H-Kaffeeobers auf ~ 20°C
 - past. Schlagobers auf < 10°C
 - H-Schlagobers, wird vorher für mind. 24 Std kühl gehalten (Fettrekrystallisation) und Lagerung über Zimmertemperatur sollte vermieden werden
- Da Schlagobersschaum ein Fettschaum ist, jedenfalls vor Aufschlagen: Abkühlen!

- **Abfüllung**

Mit herkömmlicher Technologie für Flüssigerzeugnisse in:

- Kunststoffbecher, Flaschen, Kartons, Tuben, Dosen
- Druckgasdosen (im Falle von „convenience“-Produkten)
- Kunststoffkübeln (für Großverbraucher)

Bei aseptischer Abfüllung von H-Rahm ist selbstverständlich eine Packstoffentkeimung inkludiert (analog zur H-Milch)

• **Spezielle Technologien bei Rahm** (optional)

★ Spezielle Homogenisierungs- und Erhitzungskonzepte zur Erhöhung der Flockungsstabilität von Obers bei Zugabe zu Kaffee

★ Verdicken von ‚süßem‘ Rahm bis zur stichfesten Konsistenz.
Gelingt mit folgender Prozessschritte, einzeln oder in Kombination:

- hoher Fettgehalt
- intensive Homogenisierung
- starke Erhitzung (Molkeneiweißfällung)
- Zugabe von verdickenden Lebensmitteln (inkl. Milcheiweiß)
- Hochdruckbehandlung (*neue Verfahrenstechnik*)
- Inklusion einer Labgerinnung
- Inklusion einer Säuregerinnung (*siehe Kapitel Fermentierte Milch*)

★ Herstellen von Schlagobersschäumen

Ein Fettschaum wird in der Kälte ($< 10^{\circ}\text{C}$) durch limitierte mechanische Belastung eines Rahmes mit mind. 22 % Fett (mit Zusatzstoffen auch noch geringer) erzielt

Dabei bilden sich nach teilweisem Aufbrechen der Fettkügelchenmembranen Lamellen aus festem Fett und durch Einarbeiten von Luft Schaumbläschen

Aufschäumungstechnologien:

- Mixer (verschiedenste Ausführungsformen)
- Entspannung von Treibgas (N_2O) über Sprühdüse
Flaschen plus Treibgaskapsel oder Treibgas-gefüllte Druckdosen
- Sahneaufschlagmaschinen
- Gaseinblasen in UF-Rohrmodul von der Permeatseite her
Im Rohrinnein wird flüssiges Schlagobers gepumpt, bei Austritt aus dem Druckkreislauf entsteht Schaum (*neues System in Erprobung*)

BUTTER

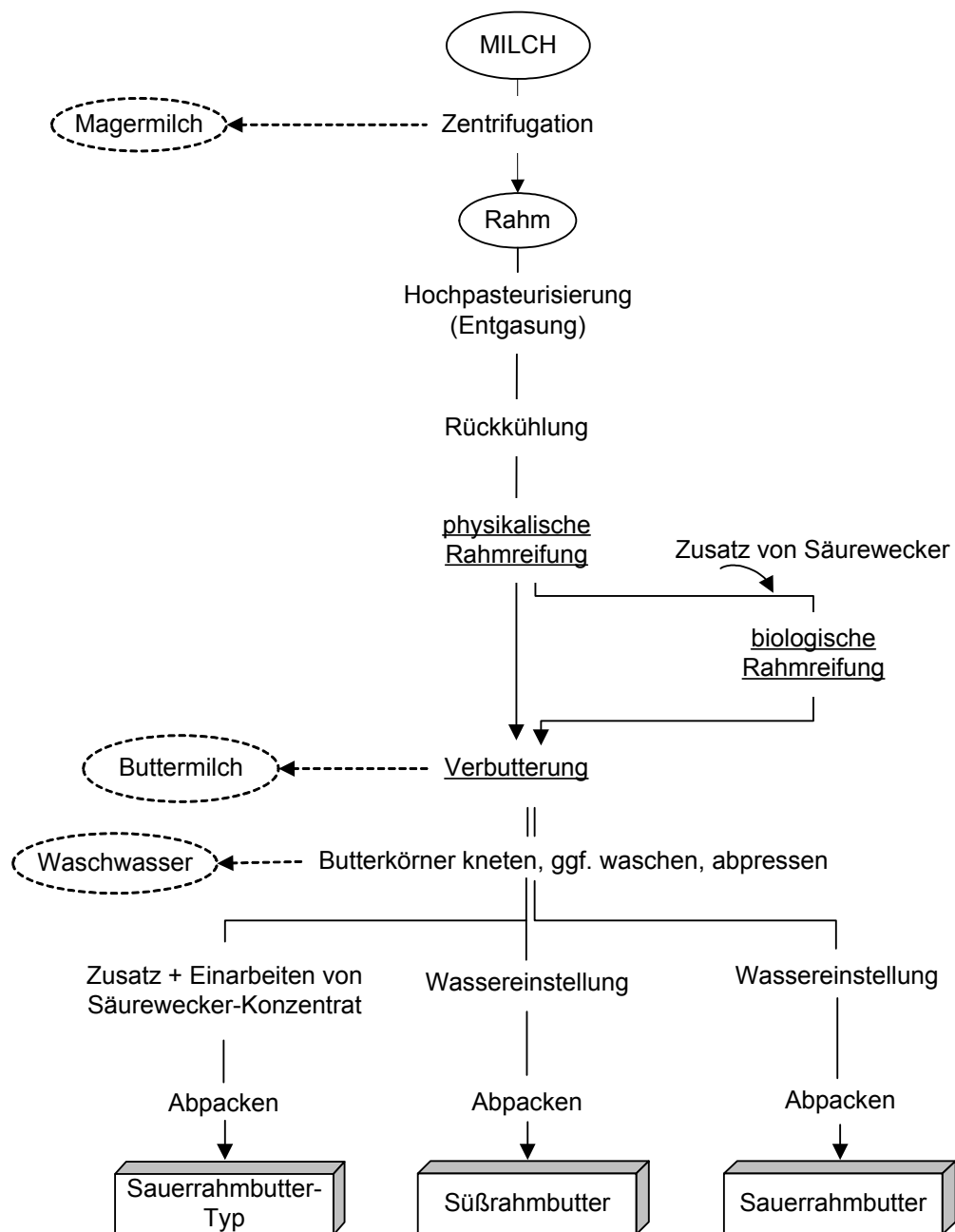
Butter ist ein aus Rahm (aus Milch oder Molke, gesäuert oder ungesäuert) mittels Verbutterungsprozesses (Umkehrung o/w- in w/o-Emulsion) hergestelltes Milchstreichfett mit folgender Spezifikation:

	Ö	EU	
Milchfett	$\geq 82 \%$	80 - 90 %	(Ausnahmen siehe unten)
Wasser (Butterserum)	$\leq 16 \%$	$\leq 16 \%$	
Fettfreie Trockenmasse	$\leq 2 \%$	$\leq 2 \%$	

Standardprodukte

- **Süßrahmbutter** Aus nicht gesäuertem, past. Milchrahm ("Süßrahm");
pH-Wert im Butterserum 6,4 - 6,8
- **Sauerrahmbutter** Aus mit Säureweckern gesäuertem past. Milchrahm
pH-Wert im Butterserum $\leq 5,1$.
Nur L(+)Milchsäure, Diacetylgehalt (=charakt. Aroma) ~2 ppm
Alternativ: Fertige Süßrahmbutter wird mit spezieller Technologie plus "Zusatzstoffen" zu Butter vom Sauerrahmtyp umgearbeitet (Patente: NIZO-Verfahren/NL, IBC-Verfahren/DK).
In der BRD wird solche Butter als „Mild gesäuerte Butter“, in Ö wird als Sauerrahmbutter aus past. Rahm bezeichnet.
pH im Butterserum ist in der BRD zwischen 5,2 - 6,3 ("mild") festgelegt, in Ö nach unten nicht mit 5,2 begrenzt.
Hier ist auch D(-)Milchsäure möglich, der Diacetylgehalt mit Butter aus Sauerrahm vergleichbar
- **Gesalzene Butter** Aus past. Milchrahm; nur $\geq 80\%$ Fett
 $\geq 0,1\%$ NaCl in der Wasserphase
- **Teebutter, Tafelbutter, Kochbutter**
Nach Ö Codex-RL die Bezeichnungen für 1., 2. und 3. Qualität (letzte sind Produkte mit noch akzeptablen aber schon merkbaren Geschmacksfehlern)
- **Molkenrahmbutter** Aus Molkenrahm gewonnene Butter
- **Landbutter** Nach Ö Codex-RL aus Rohrahm erzeugte Butter
- **Dreiviertelfettbutter / Halbfettbutter** Nach EU-Milchstreichfett-Verordnung mit 60 - 62 % bzw. 39 - 41 % Fett
Anm.: In Österreich früher „Milchleichtfette“
- **Butterzubereitungen** Mischungen von $\geq 75\%$ Butter mit anderen Lebensmitteln
Die geläufigste Form ist *Kräuterbutter*, bei der aber - ausnahmsweise - ein Mindestfettgehalt von nur 62 % zulässig ist. Die Kräuter dürfen (Deklaration!) bestrahlt sein
- **Rekombinierte Butter** Mit spezieller Technologie aus reinem Milchfett und MM
Hat heute kaum Bedeutung
- **Butterfetterzeugnisse** Z.B. Ausgeschmolzene Butter ("Butterschmalz")

Produktionsstufenschema von Butter (Agglomerationsverfahren)



Anmerkungen zur Technologie von Butter:

- Rohmilch / Rohrahm

Beste Qualität erforderlich, insbes. auch von Rohrahm, der gelegentlich direkt vom Erzeuger oder von anderen Molkereien übernommen wird

- Rahmgewinnung und -behandlung

Nach Zentrifugation von Milch resultieren Rahmfettgehalte von ~35 - 40%, je nach Jahreszeit und Betriebsspezifika

Mindestfettgehalt für Rahm zur traditionellen Herstellung von Butter: 10%

- Rahmfrostung (nicht mehr aktuell)

Wenn Sommerrahm für die Wintersaison aufbewahrt werden sollte, war das die Methode der Wahl. Heute wird alternativ fertige Butter gefrostet, daher hat diese Methode nur historische Bedeutung!

2 Verfahrensweisen waren gängig:

- Rahm in PE-Beutel abfüllen und im Plattenfroster frieren → Rahmeisplatten
- Rahm vom Walzenfroster abschaben, in PE-Säcke füllen → Rahmeisflocken

- Pasteurisierung

Intensivere Erhitzungsbedingungen (analog zur Rahmerzeugung als Endprodukt), z.B. ~ 100°C / einige Minuten.

Führt auch zu Merkaptan-Freisetzung aus Eiweiß, die Cu-Ionen binden (günstig!)

- Entgasung (nicht obligat)

Unterdruckkammer, zur Entfernung allfälliger flüchtiger Fehlgeschmackskomponenten

- Rahmreifung

Umfasst einen oder zwei Prozessschritte, je nach Erzeugung von:

- *Süßrahmbutter* → nur physikalische Reifung
- *Sauerrahmbutter* → (meist) physikalische *und* biologische Reifung

- Physikalische Rahmreifung

- Ziele dieser „Reifung“:

- Partielles Rekristallisieren von ~ 2/3 des Milchfettgehaltes (konkrete Werte sind von der Fettqualität bzw. Jahreszeit abhängig)
- Optimierte Verteilungsform fester Triglyceride in der flüssigen Butterölphase

- Technologisch entspricht diese Reifung einer Rahmstapelung bei relativ tiefer Temperatur (~ 6°C / ~ 3 Std)

Danach soll das Milchfett so weit gehärtet sein, dass:

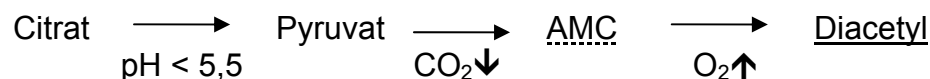
- eine unmittelbare Verbutterung zu Süßrahmbutter (bei ~ 12°C) möglich ist
- eine biologische Rahmreifung für Sauerrahmbutter sich anschließen könnte

- Biologische Rahmreifung (sofern erwünscht und in traditioneller Form angewandt)

- Ziel dieser Reifung:

Erhalt eines aromatischen Sauerrahms durch Milchsäure- und Diacetylbildung

- Milchsäure aus Lactose (wie üblich)
- Diacetylbildung aus Citrat (ab pH-Werten < 5,5) über Acetylmethylcarbinol (AMC):



- Technologisch entspricht diese Reifung einer Bebrütung mit Buttereikultur

Bebrütungstemperaturen sind relativ niedrig, um den Effekt der physikalischen Reifung nicht zu egalisieren (15 -2 0°C) - Bebrütungszeiten entsprechend länger

Konkrete Temperaturprogramme werden in Abhängigkeit von der Fetthärte (Iodzahl, IZ, g Iod/100g Fett) und damit von der Saison (Alpenraum!) gestaltet

- Warmsäuerungsverfahren (bei sehr weichem Sommerfett, IZ ~35 - 40)

Nach Rückkühlen des past. Rahms auf ~ 20°C erfolgt Zusatz des Säureweckers und Fermentation für mehrere Stunden bis zur Erreichung von pH ~ 5,3, danach weiteres Abkühlen auf Butterungstemperatur von ~ 10°C. Durch diese Rahmtemperaturführung wird weiche Butter fester (Durchhärtungseffekt), die Gefahr des Fehlgeschmackes "oxidativ" ist jedoch erhöht!

- Kalt-/Warm-/Kaltsäuerungsverfahren (bei sehr hartem Winterfett, IZ ~28 - 34)

Nach einer Kaltphasen (~ 6°C für ~ 3 Stdn.) erfolgt vorsichtiges Anwärmen auf Bebrütungstemperatur, Kulturenzusatz und Inkubation bis zur Erreichung von pH ~5,3, danach weiteres Abkühlen auf Butterungstemperatur von ~ 12°C. Während der Abkühlung (in einem Rahmreifer) von Bebrütungs- auf Verbutterungstemperatur sinkt der pH-Wert noch auf angestrebte ~ 4,8. Die tatsächliche Bebrütungstemperatur richtet sich nach dem effektiven Ölsäuregehalt im Milchfett als Indikator für dessen Schmelzverhalten. Diese Kenntnis erhält man indirekt mittels Iodzahlbestimmung oder Fettkristallisationscomputer - oder aber sie beruht auf saisonalen Erfahrungswerten.

Basis für die exakte Bestimmung ist die Ermittlung der (saisonal sich ändernden) Erstarrungs- und Schmelzmaxima der Milchfett-Triglyceride. Erster könnten z.B. bei 17° und 12°C liegen, letztere bei 18° und 25°C.

Nach der Bebrütungstemperatur wieder richtet sich die Bebrütungszeit und der Säureweckerzusatz (~1 - 5%).

Diese "Rahmtemperaturführung" macht harte Butter mittels „Kugellagereffekt“ etwas weicher

• Buttereikulturen

- Traditionelle:

Säureweckertyp	Säurebildner Lc. lactis/cremoris	Säure- und Aromabildner Lc. diacetylactis	Aromabildner Ln. mesenteroides (Ln. citrovorum)
D		+	
L	+		+
DL		+	+

- Spezielle Kulturen: Z.B. Probiotische Kulturen

• Rahmreifungsgefäße

- Silotanks: Ein bis mehrere Tanks werden mit Rahm befüllt und mittels Plattenapparaten im Umwälzverfahren entsprechend temperiert. Kontinuierliche Arbeitsweise, für große Erzeugungen heute der Regelfall

- Rahmreifer: Mittels Doppelwandung temperierbarer (Kühlen, Erwärmen) Kessel, mit Schaberührwerk und Deckel.

Traditionelles System für chargenweises Arbeiten

Aber:

Diese aufwändigen Rahmreifungsverfahren, die optional angewandt werden können, erübrigen sie bei industrieller Erzeugung in zunehmenden Maße, auf Grund der Herstellung von Butter vom "Sauerrahmbuttertyp"!

• Verbutterung

Prinzipiell 3 Verfahren mit unterschiedlicher und Bedeutung in Mitteleuropa:

• Fettkonzentrationsverfahren:

Süßrahm mit 80 % Fett wird von 60°C auf 10°C abgekühlt, dabei erfolgt Phasenumkehr o/w in w/o; kaum in Europa

• Butteröl-Emulgierv Verfahren:

Einhomogenisieren von 80% Butteröl (*siehe später*) in eine wässrige Phase
Daher auch als „*Rekombinierte Butter*“ bezeichnet

Für reguläre Butter selten, jedoch Basis für Spezialbutterarten

(z.B. „Butter“ aus fraktioniertem oder aber aus cholesterinreduziertem Milchl fett)

• Fettagglomerationsverfahren:

Bedeutendste Technologie für Buttermassengewinnung!

Die o/w-Emulsion des Rahms wird durch Agglomeration der partiell erstarrten Fettkügelchen - nach mechanischer FKM-Zerstörung durch Aufschäumung - zur w/o-Emulsion „Butter“ konvertiert

Dies geschieht bei relativ niedrigen Temperaturen (*Butterungstemperatur*, je nach Jahreszeit und Fettqualität zwischen 10 und 14°C) mit:

- Butterungsmaschine (kontinuierlich, hohe Kapazitäten, Methode der Wahl)
- Butterfertiger (diskontinuierlich, limitierte Leistung, überholt)

➤ Butterungsmaschine

* Butterkornbildung erfolgt im *Butterungszylinder*:

ein waagrecht liegender, gekühlter Vollmantelzylinder mit innen rotierender Schlägerwelle (500 - 2.000 U/Min). Rahmzuführung unter Pumpendruck, in nur 3 - 5 Sek entstehen *Butterkörner* und *Buttermilch*

* Trennung von Butterkorn und Buttermilch im *Nachbutterungszylinder*:

ein waagrecht oder leicht schräg aufwärts liegender Siebzylinder (5 - 50 U/Min), ggf. mit Einbauten zur Butterkornauflockerung und Weiterbeförderung

Der Nachbutterungszylinder kann auch als *Wascheinrichtung* dienen:

mittels Sprühdüsen wird Butterkorn mit Kaltwasser abgebraust

(auch möglich: kalte Magermilch)

VT: - Verringerung der fT_M, speziell Lactose und Vit B₂ in jedem Falle, der Phospholipide der FKM im Falle von MM (→ bessere Haltbarkeit)

- Abkühlung der Butterkörner

NT: - Austausch billigerer fT_M gegen Fett (bei Waschen mit Wasser)

- Gefahr des Aromaverlustes (Bei traditioneller SR-Butter)

- Hoher Kältebedarf

* Kneten der Butterkornmasse zur einheitlichen Buttermasse

erfolgt bei gleichzeitiger Förderung in Richtung Butterstrangaustrag im *Vorkneten* oder *Abpresser*:

Eine schräg aufwärts stehende, gekühlte Schneckenfördereinrichtung mit 2 gegenläufigen Knetschnecken (ggf. auch zweistufig). Dabei erfolgt:

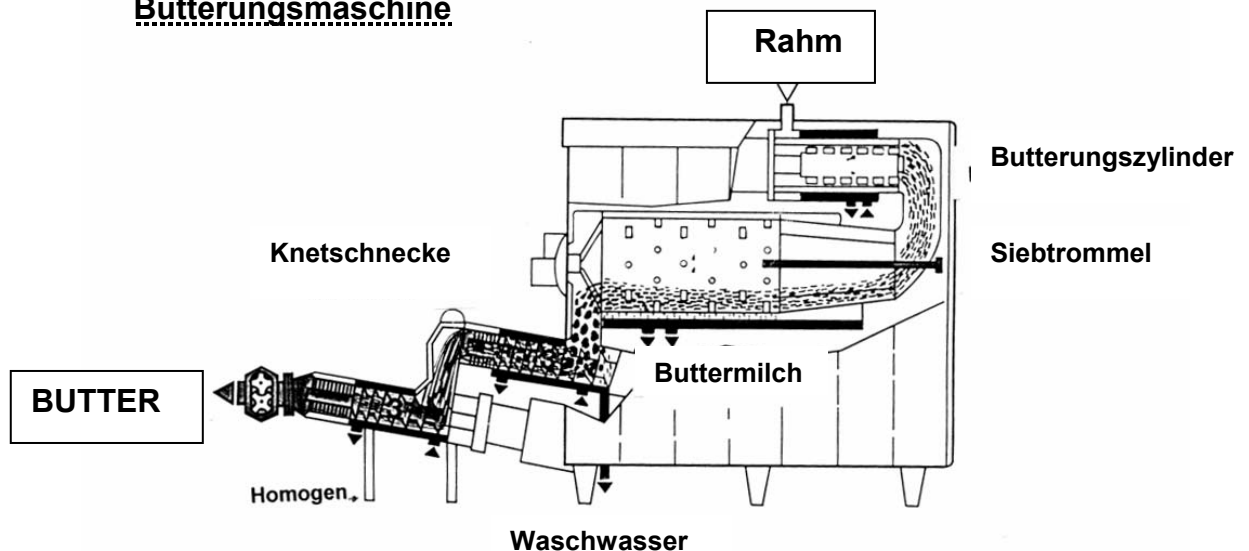
- ° Weiterbeförderung (aufwärts) der Buttermasse durch Mischkopf
- ° Abpressung der Wasserphase auf ein Minimum ("Grundwassergehalt")
- ° Verdrängung von Lufteinschlüssen (insbes. beim *Vakuumkneten*, der mit Drosselschieber abgedichtet ist)

* Homogenisieren der Buttermasse und Wassergehaltsjustierung im Mischkopf:
Eine abwechselnde Anordnung von Lochscheiben und rotierenden Flügelmessern (20 - 30 U/Min)

Die Wassergehaltseinstellung und Feinverteilung erfolgt mittels Hochdruckinjektor (auch andere Flüssigkeiten zudosierbar, wie z.B. von Kochsalzlösung) auf der Basis kontinuierlicher Leitfähigkeitsmessungen

* Buttermilch und Butterwaschwasser (sofern letzteres anfällt) werden in separaten Tanks aufgefangen

Butterungsmaschine



➤ Butterfertiger („Butterfass“)

Ein zentrisch gelagerter Behälter unterschiedlicher Form (\pm Schlagleisten innen) wird zu etwa der Hälfte mit Rahm befüllt

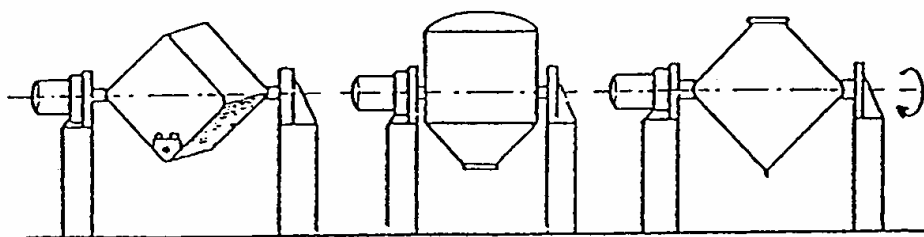
Nach 30 - 40 Min Rotation des Fertigers bricht die o/w-Emulsion und es entstehen Butterkörner in Buttermilch

Nach Ablassen der Buttermilch erfolgt Rotation des Fertigers zum Kneten der Butterkörner zur Buttermasse

Ein „Waschprozess“ zur Entfernung der Restbuttermilch kann inkludiert sein

Die Einstellung des korrekten Wassergehaltes ist ebenfalls durch Kneten (Einkneten oder Auspressen) erreichbar

Schließlich erfolgt Austrag der Buttermasse (Luke) und Beförderung zur Abpackung



Butterfertiger

(Aus: Kessler, 1996)

• Butter vom "Sauerrahmbuttertyp" / „Mild gesäuerte Butter“

Alternatives Verfahren zur Herstellung von „Sauerrahmbutter“ ohne Anfall saurer Buttermilch, die ein schwerer zu verwertendes Nebenprodukt darstellt

Nach Absenken des Grundwassergehaltes in der (gewaschenen) Buttermasse durch starke Abpressung auf ~14 % erfolgt Einarbeitung von in Σ ~3 % bis zur max. Grenze von 18% (= Wasser + TS) zweier Komponenten als Säure- und Aromakonzentrat:

★ Buttereikultur / Säurewecker / Aromakultur pH ~ 4,5 ~10-15 % TM

★ Kulturenpermeat (meist von *Lb. helveticus*) pH ~ 3,0 ~ 25 % TM
(Milchsäure - alternativ oder zusätzlich - bis Erreichung vom gewünschten pH möglich)

Das Kulturenpermeat wird im Regelfall zugekauft (in PE-Containern oder Big bags), die Kulturenkomponente wird oft im Betrieb selbst vorbereitet aus Säurewecker-Lactococcen und ggf. auch speziellen Aromabildnern (damit Permeat einsparbar)

Hierbei eröffnet sich aber auch die Möglichkeit, "Probiotika"-Keime einzuarbeiten

Permeat wird zuerst in der Kultur zugemischt, dann diese Mischung der Butterungsmaschine zugeführt

Somit erfolgt gleichzeitig:

- Wassergehaltseinstellung
- Ausnützung der ffTM-"Freigrenze"
- Erzielung der Sauerrahmbutter-Charakteristik:
 - ° pH-Senkung / Milchsäure
 - ° Diacetyl (~ 2 - 3 ppm)
 - ° Vitale Säureweckerflora

Anm.: Das "Aromakonzentrat" ist so lange nicht deklarationspflichtig, als es auf Milchbasis durch Fermentation gewonnen wird, ein Zusatz von Milchsäure/E 270 allerdings schon. Heute sind auch Mittel zur pH-Korrektur (Phosphaten und Carbonate) zulässig

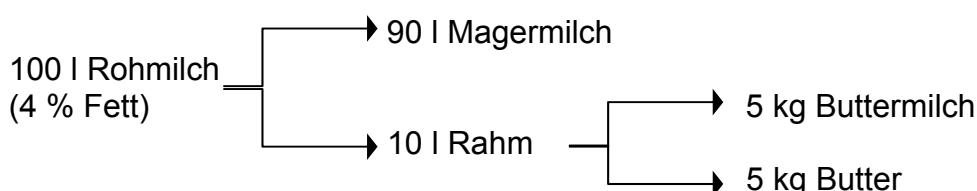
Zur analytischen Differenzierung der Buttersorten dient heute vorwiegend der pH-Wert plus (Rest)Citronensäuregehalt

• Butterausbeute

Wird beeinflusst von:

- Fettgehalt Rohmilch ~ 4,0 %
- Fettgehalt Magermilch ~ 0,2 %
- Fettgehalt Buttermilch ~ 0,5 %
- Verluste ~ 0,1 %
- Fettgehalt Butter ≥ 82,0 %
- Analysengenauigkeit ± 0,1 %

• Übersichtsschema Mengenfluss



• Butterabpackung

➤ Frisch erzeugte Butter

Der aus der Butterungsmaschine austretende Butterstrang gelangt im Regelfall in einen Lagerbehälter (*Buttersilo*) und von dort mittels Schneckenförderung zur automatischen Abpackstation

Von Fertignern anfallende Butter wird meist mit Wägen zur Abpackung transportiert

Je nach Ziel (Tiefkühleinlagerung oder Endverbraucherpackungen) sind sehr differente Dimensionen möglich

- Blockbutter (früher auch Stampfbutter) / Vorratsbutter
Meist in Kartons zu 25 kg, zum Tiefkühllagern (vorwiegend Sauerrahmbutter) oder für Großkunden/Weiterverarbeiter
- Verbraucherpackungen
 - * Quader in Alu-kaschierten Papieren („Buttereinwickler“)
 - * Rollen (Buttereinwickler oder Kunststoffschläuche)
 - * Becher (mit Papierauflage und Stülpdeckel)
 - * Kleinstpackungen in Tiefziehbechern oder in Alu-Einwicklern („Hotelbutter“)
 - * Offene Butter (vorwiegend bei Ab-Hof-Abgabe)

➤ Butter nach Tiefkühllagerung

- Tiefgefrorene Butterblöcke werden aufgetaut
 - Umgebungstemperatur
 - Auftautunnel

Danach meist in geeigneten Maschinen (Butterhomogenisator, „Mikrofix“) umgearbeitet (Passieren, Kneten)

- Ggf. auch Einkneten von Markierungsmitteln (z.B. Vanillin, Carotin, Önanthensäure), im Falle der verbilligten, zweckgebundenen Abgabe
- Das Butterhomogenisieren kann Tiefkühllagerungs-bedingte Gefügefehler ausgleichen und macht die Butter wieder relativ gut streichfähig (positive Effekte der Rahmreifung wurden bei Tieftemperatur egalisiert!)
- Mischen von Sommer- und Winterbutter sowie Butter verschiedener Herkunft - sofern Qualität übereinstimmt - ist hier auch möglich

➤ Packstoffe für Butter

Müssen das Produkt schützen vor:

- Licht und Sauerstoff
- Kontaminationen
- Austrocknung
- lipophilen Fremdaromakomponenten

Aber auch umgekehrt, die Umgebung muss vor Fettaustritt geschützt werden
Dichtes Anliegen der Verpackung hilft darüber hinaus Schimmelinfectionen zu verhindern

KONDENSMILCH / EINGEDICKTE MILCH

Kondensmilcherzeugnisse werden aus pasteurisierter Milch unterschiedlichen Fettgehaltes durch Konzentrieren (mind. 2 : 1), im Regelfall mittels Eindampfung, hergestellt

Als Überbegriff für diese Produktgruppe ist daher auch "Eingedickte Milch" geläufig. Die Konzentrate werden entweder durch Sterilisation oder durch Zugabe von Zucker („Gezuckerte Kondensmilch“) haltbar gemacht (→ Dauermilchprodukte)

Im Vordergrund stehen Erzeugnisse für den Endverbraucher, Konzentrate werden aber auch als Zwischenprodukte benötigt

„Milchkonzentrate“ sind ein österreichisches Codex-Spezifikum für Produkte, die nur zwischen 1,5 - 2 : 1 eingedickt werden

Standardsorten

➤ Endprodukte

	<i>Milchtrocken- masse</i>	<i>Fett</i>	<i>Saccharose</i>
□ Kondensvollmilch	≥ 25 %	≥ 7,5 %	
□ Teilentrahmte Kondensmilch	≥ 20 %	1 - 7,5 %	
□ Kondensmagermilch	≥ 20 %	< 1,0 %	
□ KM mit hohem Fettgehalt	≥ 26,5 %	≥ 15 %	
□ Gezuckerte Kondens(voll)milch	≥ 28 %	≥ 8 %	≥ 40 % *)
□ Gezuckerte, teilentrahmte KM	≥ 24 %	1 - 8 %	≥ 40 %
□ Gezuckerte Kondensmagermilch	≥ 24 %	< 1 %	≥ 40 %

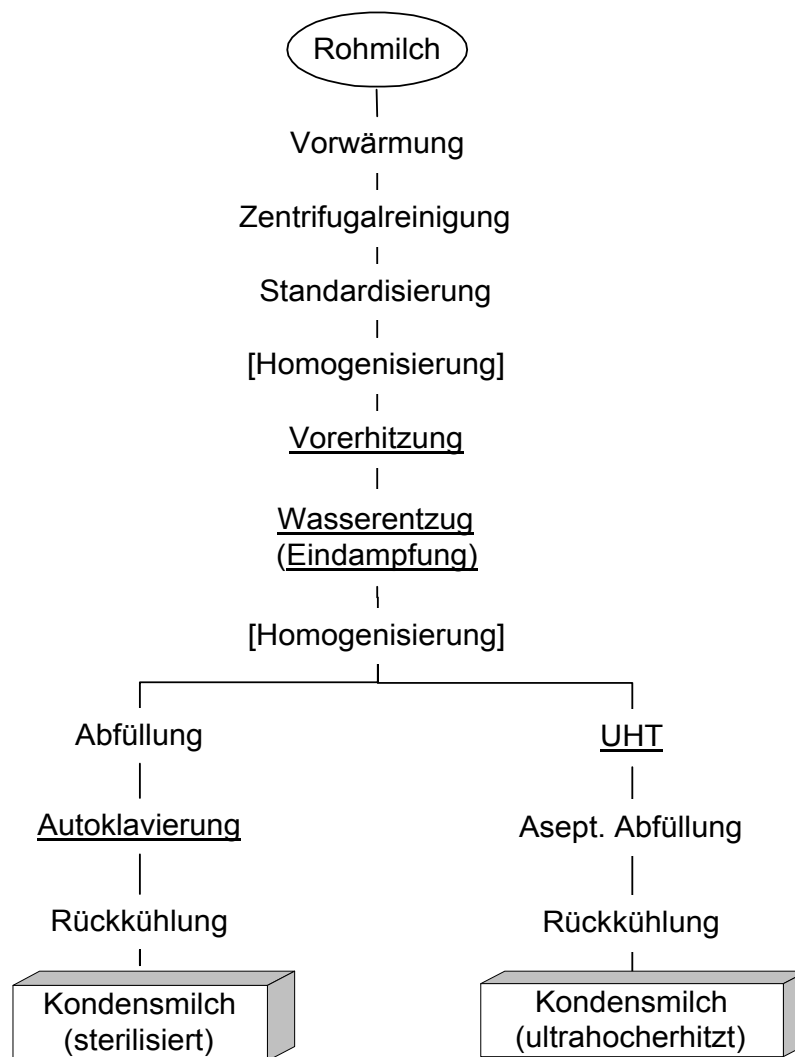
Diese Tabelle ist dem letzten Verordnungsentwurf (2004) angeglichen

*) Der Saccharosegehalt ist nicht %-mäßig vorgeschrieben, dieser Wert entspricht aber der Praxis

➤ Zwischenprodukte

- Für Trockenmilchherstellung
- Als Zutat für diverse Lebensmittel
- Zum kostengünstigeren Transport von Milch-TS (Tankwägen)

Produktionsstufenschema von Kondensmilch



Anmerkungen zur Technologie von Kondensmilch

• Rohmilch

Einwandfreie Qualität erforderlich

Zusätzliche Anforderung für sterilisierende Produkte: hohe Hitzestabilität

• Milchvorbehandlung / Zutaten

- Zentrifugalreinigung und Fettstandardisierung wie üblich
(Verhältnis Fett : Milch-TM beachten!)
- Pasteurisierung in Form von Hoherhitzung (100 - 115°C / einige Min bis Sek)
als „Vorerhitzung“ zur „Eiweißstabilisierung“
- Homogenisierung vor oder nach Eindampfung, zur:
 - Verzögerung der Aufrahmung (außer magere Erzeugnisse)
 - Erhöhung der „Kaffeeweißkraft“
 - Zerteilung von Bei Erhitzung / Eindampfung ggf. entstandenen Eiweißflocken

- Zusatzstoff-Zugabe möglich (bei Deklaration), wie beispielsweise:
 - Phosphate: Typen und max. zulässige Phosphatzusätze (berechnet als P_2O_5), sind lebensmittelrechtlich geregelt
 - Citrate, Hydrogencarbonate (als pH-Stabilisierungsmittel)
 - Carrageen (als Verdickungsmittel)

- **Wasserentzug**

- Eindampfen / Unterdruckkochen (bei Temp. deutlich $< 100^\circ\text{C}$)

Prinzipielle Möglichkeiten:

- Diskontinuierlich mit Kocher (nur für kleine Produktionschargen)
- Kontinuierlich mit Verdampfer
 - In Milchverarbeitungsbetrieben werden vorwiegend 1 bis 3-stufige Röhren-Fallstromverdampfer (oder Fallfilm) eingesetzt
 - Durch Temperatur- und Unterdruckabstufung energiesparendes Konzept (für 1 kg Wasserverdampfung benötigt man im allgemeinen nur mehr 0,3 kg Frischdampf)
 - Beispiel für Temperatur-/Vakuum-Bedingungen eines 3-stufigen Fallstromverdampfers für Milchkonzentrierung:

Stufe:	1.	2.	3.
Siedepunkt $^\circ\text{C}$:	70	55	40
Unterdruck bar:	0,3	0,2	0,1

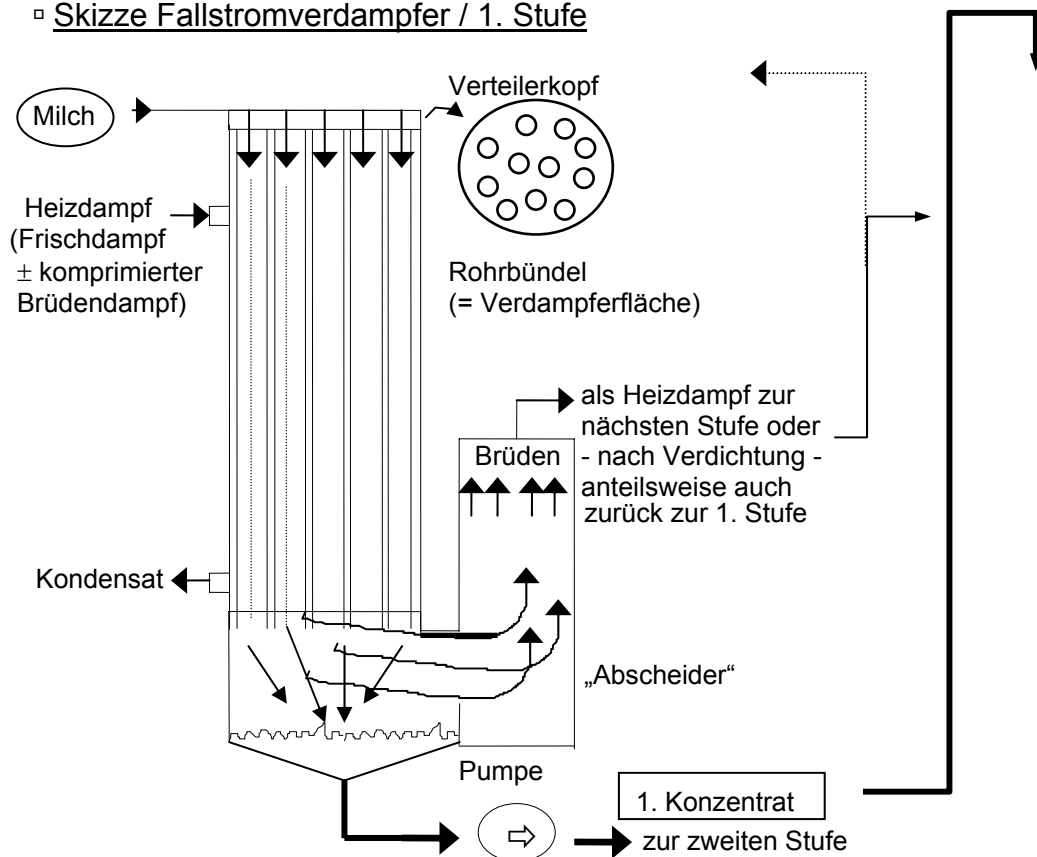
- Die Beheizung der 1. Stufe erfolgt mit Frischdampf (\pm Brüdenrückführung nach Verdichtung), die folgenden Stufen werden mit dem Brüdendampf (= Produktdampf) der jeweiligen Vorstufe beheizt, ggf. auch hier noch Zumischung von komprimierten Brüdendampf der ersten Stufe (*Skizze nächste Seite*)
- Zur Evakuierung der Anlage am Betriebsbeginn sowie zum Absaugen von nicht-kondensierbaren Gasen während des Betriebes dienen Vakuumpumpen (z.B. Dampfstrahlpumpe)
- Die Aufrechterhaltung des Vakuums während des Betriebes erfolgt durch Kondensation des Brüdendampfes der letzten Stufe, meist durch Mischen mit Kaltwasser
- Die Baugröße eines Verdampfers wird von der Verdampferleistung („Wasserentzug /h“) und von der Stufenzahl bestimmt
- Die Anlagen müssen implosionsfest gefertigt sein, bestehend aus den Hauptkomponenten Heizrohrbündel + Abscheider, in dem sich durch tangenciales Einspeisen Konzentrat und Produktdampf optimal trennen

- Umkehrosmose

Ein alternatives, nicht thermisches Konzentrierungs- bzw. Wasserentzugsverfahren auf Basis von Nanofiltrationsmembranen

Für Milchkonzentrierung aber noch kaum im Einsatz, schon vereinzelt aber für Molken(vor)konzentrierung (*siehe Nebenproduktverwertung*)

▫ Skizze Fallstromverdampfer / 1. Stufe



• Sterilisation / Abpackung

Analog zur Herstellung sterilisierter Trinkmilchsorten sind auch hier 2 Wege möglich

* UHT-Erhitung (analog zu Trinkmilch - Technologie *siehe dort*)

* Autoklavierung

Nach Abfüllung (Flaschen, Dosen) und Verschluss erfolgt Druckkochen, in:

▫ kontinuierlich

• Tunnelautoklav (Turmautoklav, hydrostatischer Autoklav)

Endloskette mit Hüllen (z.B. Flaschenkäfigen) zieht das zu sterilisierende Gut durch Vorwärm-, Autoklavier- und Rückkühlzone.

Der Autoklavieraum ($\sim 112 - 121^\circ\text{C}$, Heißdampf, ~ 1 bar) wird durch beidseitig anliegende, entsprechend hohe Wassersäulen gedichtet.

Die Kerntemperatur in der Packung soll 15 - 20 Min. einwirken, jedenfalls aber sollte $F_0 > 3$ sein, insbes. wenn mit hohe Sporenzahlen in der Rohmilch

VT: Relativ schonende Temperaturübergänge, große Durchsatzleistungen

NT: Relativ geringe Bewegung im Sterilisiergut, relativ lange Wärmeeinwirkung

• Trommelautoklav

Rotierender Rohrkessel mit spiralförmig angeordneten Führungsleisten an der Innenwand. Kontinuierliche Auf- und Abgabe der Dosen durch Zellenradschleusen.

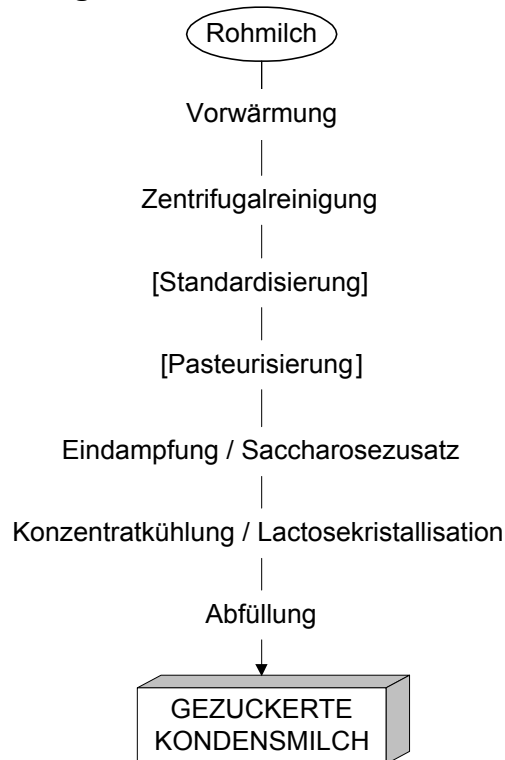
Mehr Bewegung im Füllgut, aber relativ kleine Durchsatzleistung

▫ diskontinuierlich

• Pendel- oder Rotationsautoklav

Entsprechend ausgerüsteter Heißwasser- oder Dampfdruckkessel mit chargenweiser Beschickung und Entleerung. Bewegung im Füllgut gegeben

Produktionsstufenschema von gezuckerter Kondensmilch



Anmerkungen zur Technologie von gezuckerter Kondensmilch

- **Rohmilch** Einwandfreie Qualität erforderlich
- **Milchvorbehandlung**
Zentrifugalreinigung und Pasteurisierung (Hoherhitzung) wie üblich;
Homogenisierung im allgemeinen nicht erforderlich
- **Eindampfung / Saccharosezusatz**
Da der Absatz dieses Produktes relativ gering ist, wird vielfach mit diskontinuierlichen *Kochern* (70 - 80°C, Vakuum) eingedickt. Während des Eindickungsvorganges erfolgt Einzug einer Auflösung von Saccharose (Weißzucker, Halbweißzucker) im erforderlichen Ausmaß, ggf. auch von Zusatzstoffen. „Kochprozess“ bis zur Erreichung der gewünschten Trockenmasse (~ 70 %). Die Saccharosekonzentration (c_z -Wert) erreicht in der Restwasserphase ≥ 64 %, entsprechend einem a_w -Wert von $\sim 0,83$

$$c_z(\%) = \frac{\text{Saccharosegehalt } \%}{100 - \text{Milch-TM } \%}$$

- **Konzentratkühlung**
Nach Ablassen des $\sim 75^\circ\text{C}$ igen Konzentrates in Rührtank erfolgt nach Zugabe von geringen Mengen ($\leq 0,03$ %) „Impflaktose“ rasches Abkühlen auf 20°C . Ziel ist eine großen Zahl kleiner Kristalle ($< 15 \mu\text{m}$) im Zuge der Lactosekristallisation
- **Abfüllung**
Die auf 20°C abgekühlte, dickflüssige Gezuckerte Kondensmilch wird für den Einzelhandel vorwiegend in Tuben abgefüllt
Fettgehalt (außer bei Magermilch) und fettfreie Trockenmasse werden deklariert

TROCKENMILCH

Milcherzeugnisse mit nur geringem (Rest)Wassergehalt, aus Milch unterschiedlicher Vorbehandlung (insbes. Pasteurisierungsform, Fetteinstellung) durch Wasserentfernung mittels Eindampfung und nachfolgender Trocknung des Konzentrates hergestellt

Standardprodukte

- **Vollmilchpulver (VMP)**
- **Magermilchpulver (MMP)**
- **Teilenträhmte Milchpulver**
- **Milchpulver mit hohem Fettgehalt (Rahmpulver)**
- **Sonstige Trockenmilcharten**
- **Trockenmilchzubereitungen**

➤ Spezifikationsbeispiele:

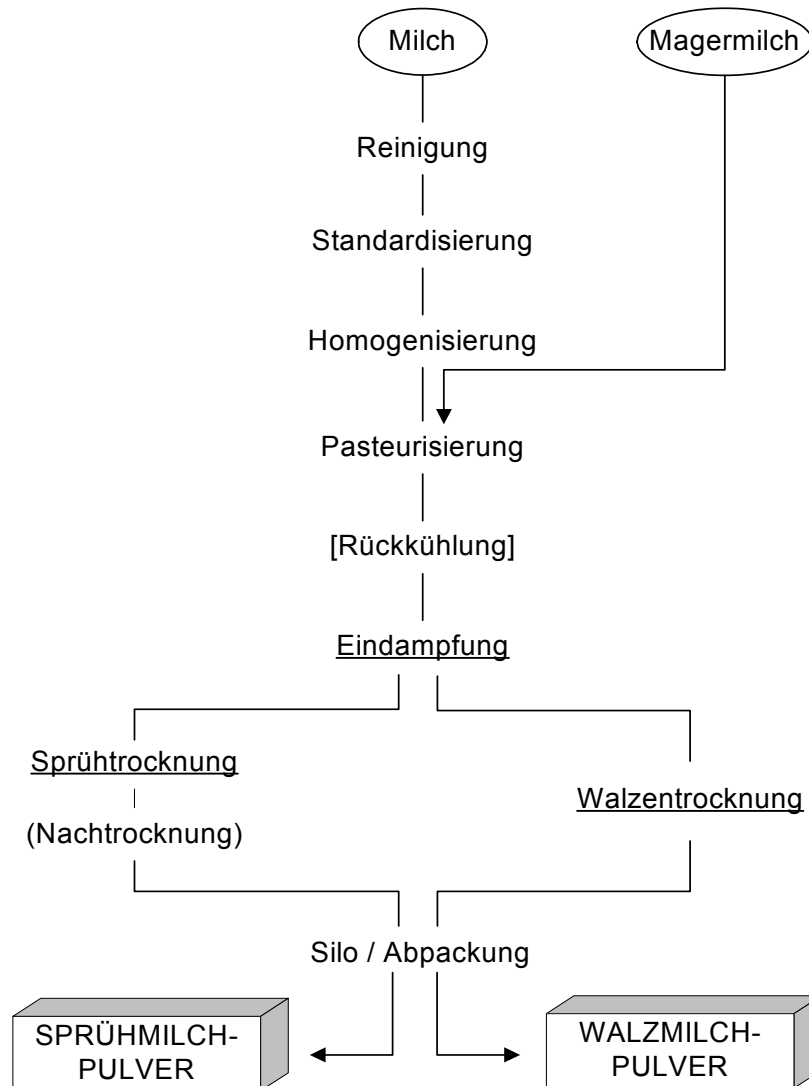
	<i>Vollmilch- pulver (VMP)</i>	<i>Magermilch- pulver (MMP)</i>	<i>Rahm- pulver</i>
Wasser ^{*)}	≤ 5 %	≤ 5 %	≤ 5 %
Trockensubstanz	≥ 95 %	≥ 95 %	≥ 95 %
Fett	≥ 26 %	≤ 1,5 %	≥ 42 %
Eiweiß	~ 26 %	~ 36 %	~ 12 %
Lactose	~ 36 %	~ 50 %	~ 18 %
Salze	~ 6 %	~ 8 %	~ 3 %
Konzentrierungsfaktor	~ 7,5	~ 10,5	~ 7,0

^{*)} ohne Hydratwasser bei Lactose

➤ Milchpulvertypen nach thermischer Belastung:

<i>Pulvertyp</i>	<i>Pasteurisierungs- bedingungen (Ausgangsmilch)</i>	<i>Udenaturierter Molkenprotein-N (mg/g)</i>
„low heat“	Kurzzeit	> 6
„medium heat“	Hoherhitzung (< 100°C)	1,5 - 6
„high heat“	Hoherhitzung (> 100°C)	< 1,5

Produktionsstufenschema von Trockenmilch



Anmerkungen zur Technologie von Trockenmilch

• Milch / Magermilch

Meist Anlieferung von bereits pasteurisierter Überschussmilch / Magermilch
seltener von Rohmilch

Bio-Trockenmilch erfordert natürlich Biorohmilch

In jedem Fall einwandfreie Qualität erforderlich, Fehlern unterliegen
Anreicherung. Routinemäßige Prüfung auf Verwässerung

• Milchvorbehandlung / Zusätze

- Nur im Falle von Rohmilchübernahme, Zentrifugalreinigung, wie üblich
- Fettstandardisierung (z.B. 3,5 % für VMP, Entrahmen für MMP)
- Eiweißstandardisierung (z.B. 34 % für MMP)
Anm.: Alternativ auch trockene Zumischung von z.B. Lactose zum fertigen Pulver möglich
- Homogenisierung im allgemeinen nur bei fetthaltiger Milch.
 Die Nachschaltung nach der Eindampfung günstig im Sinne einer Zerteilung
 auch bis dahin entstandene Eiweißflocken
- Pasteurisierung von Milch für Trockenmilcherzeugnisse hat nicht nur hygienische Ziele, sondern beeinflusst auch die Eigenschaft des Endproduktes:
 - Low heat-Pulver:
 Erhalt des nativen Charakters der Milch (Löslichkeit, Labgerinnungsfähigkeit).
 Für rekonstituierte Milch und "Milchaustauscher"
 - Medium heat-Pulver:
 Zwischen low und high heat
 - High heat-Pulver:
 Gute Hitzestabilität nach Rekonstitution, beste antioxidative Eigenschaften,
 geringste Restkeimzahl
- Zumischungen von Zusatzstoffen vor der Eindampfung, wie z.B. Hydrogencarbonate, Citrate, Phosphate, Ascorbinsäure, Carrageen optional möglich
 Im Falle von Trockenmilchzubereitungen sind naturgemäß noch viele andere Zutaten (z.B. Lactose, Vitamine, Milcheiweiß, Kakao) aktuell

• Eindampfen

- Die Gewinnung von Konzentraten ist der erste und sehr ökonomische Schritt der Wasserentfernung im Rahmen der Trockenmilcherzeugung
- Die Verdampfertechnologie ist weitgehend identisch mit jener bei der Kondensmilcherzeugung (*siehe dort*)
- Die erforderlichen Verdampferleistungen sind naturgemäß umso höher, je niedriger die TM der Ausgangssubstrate
- Konkret sind die zu erzielende Eindickungsverhältnisse abhängig vom:
 - nachfolgenden Trocknungsverfahren
 - zu konzentrierenden Substrat

<i>Pulvertyp</i>	<i>TM-Anreicherungsfaktor im Konzentrat</i>
- Sprühvollmilchpulver	~ 3,5 x
- Sprühmagermilchpulver	~ 5 x
- Sprührahmpulver	~ 2,5 x
- Walzmilchpulver	~ 5 x

• Trocknen

Konzentrat wird durch Film-, Schaum- oder Tröpfchenbildung in große Oberfläche übergeführt, die (Rest)Wasserverdampfung erfolgt durch Heißluft oder im Kontaktverfahren

Trocknungstechnologien:

- ★ Konzentrat in zylindrischem Raum („Sprühturm“) im Heißluftstrom vernebeln
→ Sprühtrocknung / Zerstäubungstrocknung
- ★ Konzentrat als Film auf Oberflächenverdampfer auftragen
→ Walzentrocknung
- ★ Andere Trocknungsverfahren

Sprühtrocknung

• Prinzip

- Milchkonzentrat wird im *Sprühturm* in einem turbulenten Heißluftstrom vernebelt, dadurch Feinsttröpfchenbildung (→ Milchpulver mit globuläre Struktur) und Vergrößerung der Oberfläche um $f = \sim 1000$:
 1 l Milch (als kompaktes Volumen) $\sim 0,05 \text{ m}^2$
 1 l Milch (in Form von 50 μm -Tröpfchen) $\sim 50 \text{ m}^2$
- Partikeltemperatur infolge kurzer Einwirkzeit ($< 1 \text{ Sek}$) und des Verdunstungseffektes relativ niedrig ($< 100^\circ\text{C}$), somit produktschonend, aber Restfeuchte bei Austritt aus dem Trocknungsturm i.d.R. noch $\sim 8 \%$, somit meist *Nachtrocknung* erforderlich, in Form von:
 - separater Nachtrocknungseinrichtung („zweistufige“ Trocknung)
 - im Turmboden integrierten Nachtrocknungseinrichtung

• Beschreibung und Arbeitsweise eines Sprühturmes

(mit separaten Nachtrockner)

- Turmform, -dimensionierung
- Heißluftzuführung
- Konzentratzerstäubung
- Abluftabzug und -reinigung
- Trockenmilchautrag
- Nachtrockner

ad Form:

Isolierter Zylinder aus rostfreiem Stahl bildet die Trocknungskammer; meist kegelförmiger Bodenteil mit Zellenradschleuse oder aber ebener Bodenteil mit speziellen Räumeeinrichtungen; seitlich außen angeordnete „Klopfräumer“ oder heiße „Spülluft“ im Inneren sollen Anhaften von Trockenmilchteilchen an der Innenwandung verhindern
Explosionsschutzvorkehrungen

Einspeisung von Konzentrat - vom Verdampfer kommend - an der obersten Stelle des Turmes.

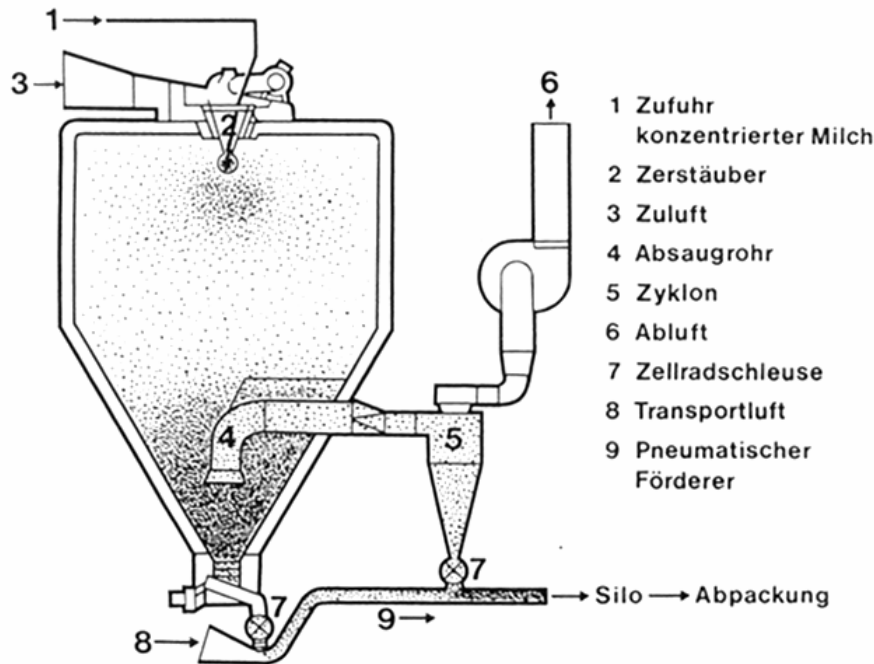
Partikel mit erwähnter Restfeuchte sedimentieren am Bodenteil, ein kleinerer Teil wird mit Abluftstrom mitgenommen

ad Heißluftzuführung:

Meist Zuführung im Gleichstromprinzip (parallel zur Konzentrateinspeisung) mittels Druckgebläse und Verteilerkanäle

Temperaturbereich 170 - 250°C, Aufheizung möglich mit:

- Dampf (~ 20 bar oder noch höher)
- indirekter Gas- oder Ölbefuerung
- elektrischem Heizregister



Trocknungsturm - Funktionsschema

ad Konzentratzerstäubung:

Zwei gängige Versionen:

• Zentrifugalzerstäuber

Rotierenden Flügelradscheibe (5.000 - 25.000 U/Min) wird mit Konzentrat beaufschlagt

→ *Spiralnebel*

Anm.: Diese Technologie ist auch für dickflüssige Substrate und die Rückführung von Pulverfeinteilchen geeignet

• Düsenzerstäuber

Konzentrat wird mit Pumpendruck (\pm Hilfsmedium) durch Düse(n) gedrückt

→ *Sprühkegel*

Mehrere konstruktive Detaillösungen möglich:

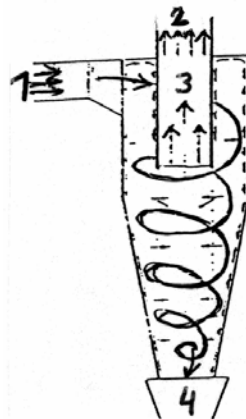
- Eine oder mehrere Einstoffdüsen (Düsenkranz) als Hochdruckzerstäuber (50-300 bar)
- Zweistoffdüsen mit Pressluft oder - seltener - Dampf als Niederdruckzerstäuber (2-3 bar)
- Mischdüsen (2 oder 3 Substrate gleichzeitig versprüht) für on-line Herstellung von Milchpulverzubereitungen

ad Abluftabzug und -reinigung:

Feuchte, entsprechend abgekühlte Abluft wird über „Tauchrohr“ mit Saugventilatorunterstützung abgezogen

Reinigung der Abluft von Pulverresten mittels Zyklons/Fliehkraftabscheiders und Gewebefilter, ggf. zusätzliche Feinreinigung mittels „Nasswäscher“

Nach Wärmetausch (gegen Zuluft) gelangt sie ins Freie
(Ablufttemperatur muss so sein, dass Kondenswasserbildung in Rohren unmöglich)



- 1 Abluft
- 2 gereinigte Abluft
- 3 Tauchrohr
- 4 Restpulverteilchen

Skizze Zyklon

ad Trockenmilchaustrag:

- Nachrutschen zum konisch geformten Turmboden
- Besenräumer/Flügelräumer bei ebenem Turmboden

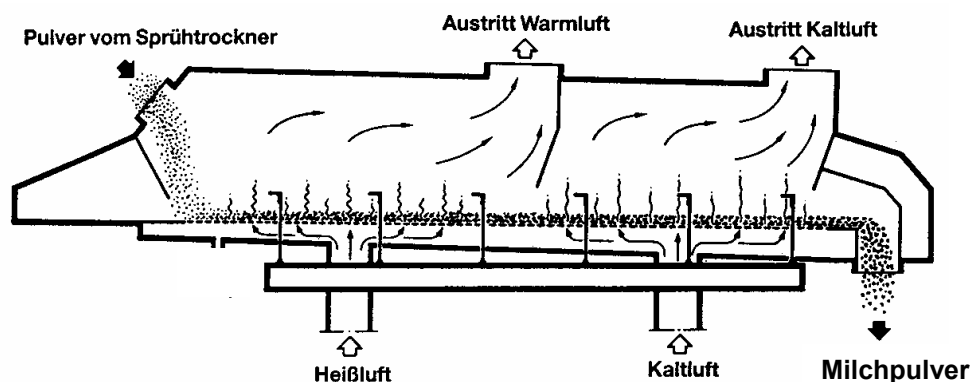
In beiden Fällen Abdichtung der Austragsrohre mit Zellenradschleusen

ad Nachtrocknung (mit Wirbelschichttrockner):

Nicht obligat, weil auch andere Konzepte möglich!

Wirbelschichttrockner:

Schüttelrinne aus Siebblech, auf Federn gelagert, wird mittels Exzenter in Vibration versetzt. In Zonen unterteilt, strömt zuerst Heißluft, dann Kaltluft von unten durch das Siebblech. Pulver kommt unmittelbar vom Turm (Schleuse) und „fließt“ auf diesen Luftkissen in Richtung Absackung („Fließbettrockner“). Auch hierbei resultiert pulverhältige Abluft, die erneut mit Zyklonen gereinigt wird



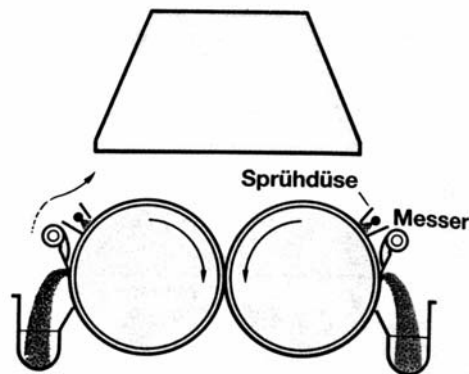
Wirbelschichttrockner (Aus: Alfa-Laval-Handbuch)

Walzentrocknung

- Walzentrockner sind im Prinzip kontinuierliche Oberflächenverdampfer
- Milchkonzentrat wird auf mit Dampf innenbeheizte (115-130°C), rotierende Stahlwalze(n) aufgetragen
- Angetrocknete Milchschiene wird nach ~ 3/4 Umdrehung (2 - 3 Sekunden) mit Schabemesser abgenommen
- Brüdenabzug erfolgt mittels Haube und Ventilator-Unterstützung ins Freie
- Trockenmilchfilm (0,1 - 0,5 mm) fällt ohne Nach Trocknungserfordernis in Förderschneckenentrog und wird während des Transportes zerrieben (→ schuppige Struktur des Pulvers)

Walzentrocknungsanlagen unterscheiden sich nach:

- Walzenzahl:
 - Einwalzentrockner
 - Zweiwalzentrockner
- Milchkonzentrataufbringung:
 - Eintauchen in Nassguttrog (einfach, aber hat Nachteile)
 - Auftragen mittels Nassgutwalzen, Sprühdüsenrechen oder Sprühscheiben



Zweiwalzentrockner mit Konzentrataufsprühung
(Aus: Alfa-Laval-Handbuch)

VT: Geringere Investitionskosten und platzsparender
Hoher Freifettanteil bei Walz-VMP
Gute Wasserbindungseigenschaften bei Walz-MMP } für bestimmte LM

NT: Deutlich höhere Hitzebelastung - somit weniger produktschonend

Heute vergleichsweise geringer Produktionsumfang, aber für Spezialprodukte eben doch sinnvoll:

- für Futtermittel
- für spezielle Lebensmittel

• Lagerung / Abpackung

- Die Förderung von Milchpulver zum Vorratssilo und von dort zur Abpackstation erfolgt im Regelfall pneumatisch, ggf. nach Passage eines Sichters zur Trennung von Grob- und Feinteilchen
- Vorratssilo sind Behälter aus Stahl oder Spezialgewebe mit konischem Auslauf und Einrichtungen gegen Zusammenpacken:
 - Luftdüsenkranz am Konus
 - Mechanische Mischvorrichtung
- Liefer- und Abpackformen - je nach Menge - sehr variabel:
 - Silowagen
 - Großbinde (bis zu 1 t) in „big bags“ aus Perlongewebe + PE-Innensack
 - Papiersäcke (25 kg) mit PE-Innensack (verschweißt) und mehrlagigen Papiersackschichten (vernäht).
Konkrete Sackformen auch abhängig von Pulvertype / Rieselfähigkeit
Befüllung mittels automatischer Abwage
Säcke werden auf Paletten gestapelt
 - Kleinpäckungen / Portionspackungen
 - * PE-Säckchen + Überkarton
 - * Gläser
 - * Dosen (lichtdicht, evakuierbar und/oder mit inertem Gas befüllbar; teuer)
- Bei Milchpulverlagerung gilt generell, dass Außeneinflüsse möglichst abgeschirmt werden müssen, wie:
 - Wasser- oder Luftfeuchtigkeitszutritt
 - Ungeziefer
 - überhöhte Temperaturen
Vor allem bei Vollmilchpulver kritisch: Nicht wesentlich > 20°C,
da sonst Gefahr des „Ausölen“ und von Oxidationsgeschmack

Anm.: Bei Trockenmilchpulver zur Wiederauflösung muss das Verdünnungsverfahren auf der Packung angeführt werden

Eine beachtliche Menge an Magermilchpulver wird nicht unmittelbar in der Lebensmittelverarbeitung benötigt, sondern zur Produktion von "Milchaustauscher" (=Futtermittelbereich)

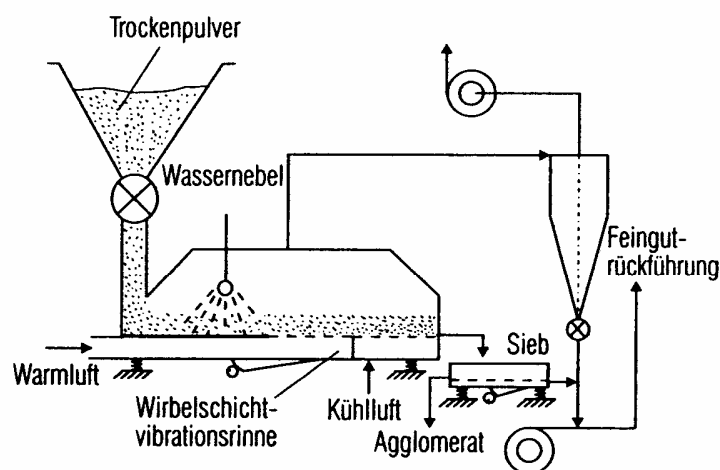
Sonstige Trockenmilcharten

□ **Schnelllösliche Trockenmilch** („Instantmilchpulver“ / „Automatenmilchpulver“)

Bezeichnet Trockenmilchprodukte, die sich durch hohe Benetzbarkeit und Sinkgeschwindigkeit sowie Selbstdispersierbarkeit auszeichnen

Erzielbar durch:

- Niedrigeren Fettgehalt (z.B. < 20 %)
- Aufsprühen von Lecithin (~ 0,5 % gelöst in Butteröl) auf Pulverschichte; z.B. mittels Förderbandtransportes oder Einsprühen in Pulverstrom
- Zusatz von Antioxidanzien (bis 200 ppm Butylhydroxianisol bei Trockenmilch für Verkaufsautomaten zulässig)
- Herstellung hoch agglomerierter Teilchen (\varnothing einige mm) mittels besonderer Technologie bei Sprühtrocknung; hoher Porenanteil in den Partikeln kompensiert die hydrophoben Eigenschaften durch "Kapillareffekt"
- Technologische Möglichkeiten:
 - Einweg-Instantisierung
 - Pulver mit Restfeuchte von ~ 8 % ausgetragen, dadurch Zusammenpacken
 - Agglomerate mittels Fließbettrockner endtrocknen
 - Feinteilchen aussieben
 - Zweiweg-Instantisierung (unabhängig vom Trockenmilchherstellungsprozess)
 - Fertiges Pulver (vom Silo) neuerlich mit Dampf befeuchten
 - Nachtrocknen am Fließbettrockner
 - Feinteilchen aussieben



Agglomeration mit Befeuchtung

Zweiweg-Instantisierung

(Aus: Kessler, 1996)

- **Joghurtpulver, „Probiotika“-Pulver** u.a. getrocknete Sauermilcherzeugnisse
Schonende Formen der Trocknung erforderlich, da Aroma und Lebensfähigkeit der spezifischen Keime erhalten werden sollten

- **Milchzuckermodifizierte Milchpulver**
 - Milchzucker-angereichert
 - Milchzucker-hydrolysiert
- **Eiweißangereicherte Milchpulver / Milcheiweißpulver / Molkeneiweißpulver**
Aus Magermilch oder Molke mittels UF im Eiweißgehalt aufkonzentrierte pulverförmige Erzeugnisse (*siehe Nebenproduktverwertung*)
- **Molkenpulver** Größte Menge hiervon geht aber in die Futtermittelproduktion (*siehe Nebenproduktverwertung*)

Trockenmilchzubereitungen

Ergeben sich durch Mischung von Trockenmilch (≥ 51 %, lt. österr. Codex-RL) mit anderen Lebensmitteln

- **Kakaomilchpulver**
Im Regelfall vor Trocknung flüssig gemischt und als Instant-Milchpulver erzeugt. In diesem Falle ist die Verwendung von bereits lecithiniertem Kakaopulver angezeigt, um die Kaltlöslichkeit des Endproduktes zu gewährleisten
- **Säuglingsnahrungsmittel**
Bedeutendste Vertreter diätetischer Lebensmittel auf Basis von Trockenmilch
Anm.: Normale, nicht adaptierte Trockenmilcharten sind zu deklarieren als:
"Nicht als Nahrung für Säuglinge unter 12 Monate bestimmt"
Angleichung der Kuhmilch - insbesondere bei den Hauptinhaltsstoffen - an Muttermilch erforderlich; z.T. schon vor dem Trocknen, z.T. erst nachher (Abmischung verschiedener Pulvertypen)
Differente Arten von Säuglingsnahrungsmitteln erhältlich: „volladaptiert“, „teiladaptiert“. Die Angleichungen beziehen sich im Regelfall nur auf die Makrokomponenten Lactose, Fett und Eiweiß, primär in quantitativer, sekundär in qualitativer Form
Beachtliche Differenzen bestehen aber bei den Minorkomponenten, wie Vitaminen, Spurenelementen, NPN-Substanzen, Oligosacchariden, Immunglobulinen, Enzymen u.a. spezifischen (alle schon bekannt?) Inhaltsstoffen, die großteils nicht angleichbar sind „Hypoallergene“ Säuglingsnahrungsmittel enthalten entweder kein Milcheiweiß oder solches in teilhydrolysierter Form

Vergleichstabelle für Säuglingsnahrungsmittel:

		Muttermilch	Kuhmilch
Gesamt-Trockenmasse	(%)	12,5	12,5
Fett	(%)	4,0	4,0
Linolsäure	(%)	0,4	0,1
Lactose	(%)	7,0	4,8
Salze	(%)	0,2	0,8
Calcium	(mg/100 ml)	30	120
Eiweiß	(%)	1,1	3,4
Casein	(Relativ-% Eiweiß)	35	80
Molkeneiweiß	(Relativ-% Eiweiß)	65	20
β -Lactoglobulin	(Relativ-% Molkeneiweiß)	0	10
α -Lactalbumin		45	6
Rest-Molkeneiweißkomponenten		20	4

UNGEREIFTE KÄSE

Erzeugnisse, die - ausgehend von Milch, standardisierter Milch, Magermilch oder Buttermilch - auf vorwiegend mit Milchsäurebakterien (ggf. unter Zugabe von etwas Lab) säuregefälltem, nur bei wenigen Sorten ausschließlich durch Lab gefälltem *Casein*, meist unter Einschluss von *Milchfett* und gelegentlich auch unter Anreicherung mit *Molkeneiweiß*, basieren.

Nach mehr oder weniger forcierter Abscheidung - ggf. auch Auswaschung - der Molke, ist die verbleibende, z.T. sehr wasserhaltige Masse unmittelbar danach verzehrsfertig

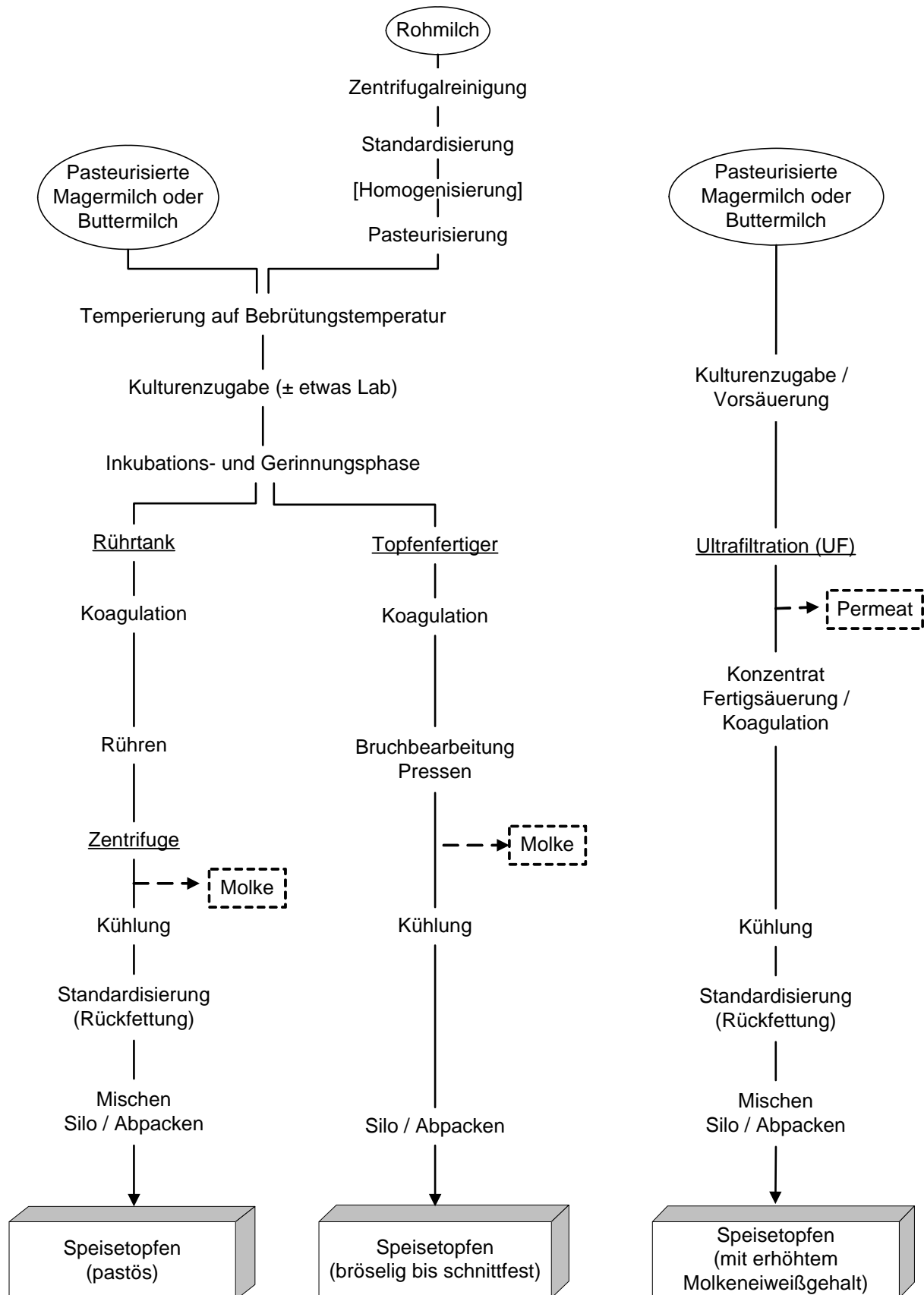
Unter dieser Produktgruppe werden eine Reihe charakteristischer Erzeugnisse subsumiert, die sich vorwiegend im Fettgehalt (FiT= Fett in der Trockenmasse), damit korrespondierenden Trockenmassegehalt, der Konsistenz/Struktur und allenfalls auch im Gehalt an Molkeneiweiß, unterscheiden. Kochsalz kann zugegeben werden.

Eine vitale Milchsäurebakterienflora im Endprodukt ist bei einigen Sorten Spezifikum

Standardprodukte

- **Frischkäse:** Oberbegriff und/oder alternative Bezeichnung für eine Vielzahl ungeriefer Weichkäse.
- **Speisetopfen** (Quark): Bedeutendste Vertreter der Frischkäse.
Weitere Differenzierungen aufgrund differenter Technologien, die zu charakteristischen Eigenschaften bzw. Konsistenzen (pastös bis schnittfest) und zu entsprechenden Zusatzbezeichnungen führen, wie: „Bröseltopfen“, „Zentrifugentopfen“, „Thermotopfen“, „Ultrafiltrationstopfen“, Buttermilchtopfen, Topfen „mit erhöhtem Molkeneiweißgehalt“
- **Gervais:** In Österreich traditionellerweise ein pastöser Frischkäse mit hohem FiT
- **Cottage cheese:** Frischkäse in typisch granulierter/körniger Form
- **Mozzarella:** Lab-gefällter Frischkäse in typisch „plastifizierter“ (gekneteter) Form
- **Industrietopfen:** Bezeichnung für Topfen als Zwischenprodukt zur Herstellung von Sauermilchkäse, Margarineaufstrichen („*Margarinestreichkäse*“ lt. Österr. Codex) und Schmelzkäse
- **Labtopfen:** Lab-gefällter Topfen (gering nachgefragt)
- **Topfencremen:** In Österreich Bezeichnung für Topfenerzeugnisse, die auch Zusatzstoffe / Texturstabilisatoren beinhalten können
Damit fließender Übergang zur Produktgruppe 'Desserts auf Milchbasis'
- **Wärmebehandelte Frischkäse / Ungereifte Käse** (z.B. Thermisierte Speisetopfen)
- **Frischkäsezubereitungen:** Mischungen aus Topfen / Frischkäse ($\geq 51\%$) mit anderen Lebensmitteln. Z.B.: Streichkäse, Kräutertopfen, Früchtetopfen,
Damit fließender Übergang zur Produktgruppe 'Desserts auf Milchbasis'
- **Molkeneiweißkäse (Ricotta, Mascarpone u.a.):** Spezialfälle von „Ungereiften Käsen“, weil Grundmasse hier überwiegend aus Molkeneiweiß besteht, das durch Ultrafiltration und/oder thermischer Koagulation gewonnen wurde.
Anm.: "**Molkenkäse**" ist ein Produkt, das mit "Käse" im engeren Sinne nichts zu tun hat!
- **Cream cheese:** Ein "Grenzfall", weil "Mindesteiweißgehalt" u.U nicht erreicht wird

Produktionsstufenschema von ungereiftem Käse (Speisetopfen)



Anmerkungen zur Technologie von ungereiftem Käse (Speisetopfen)

• **Rohmilch / Magermilch / Buttermilch**

Im Regelfall aus pasteurisierten Nebenprodukte der Molkereien erzeugt.
Ein Zusatz von Phosphat (2 g/kg) wäre zulässig

• **Standardisierung / Homogenisierung / Zutaten**

- Fettsteinstellung in der Kesselmilch (direkt oder indirekt) erfolgt in Abhängigkeit vom Caseingehalt und dem angestrebten FiT-Wert / Fettgehaltsstufe

Nicht erforderlich oder zielführend bei:

- Mageren Sorten oder wenn Magermilch vorher UF-aufkonzentriert wird
 - Verwendung Topfenzentrifuge
 - Cottage cheese
- } Hier erfolgt Fettstandardisierung erst nachträglich

- Homogenisierung (milde) bei Milch für Käse mit hohen Fettstufen sinnvoll
- Eiweißeinstellung ist ökonomisch, EW-Anreicherung aber sorten-/zulassungsabhängig.
Mit UF oder (nur Casein) mittels Microfiltration (MF)
- Sonstige optionale Zutaten (auf Ebene der Kesselmilch), z.B.:
Quervernetzung mit Transglutaminase zur Texturverbesserung der späteren Gallerte
(Wäre möglich, zeigen Versuche: Analogie zur Joghurtkonsistenzhöhung, *Details siehe dort*)

• **Pasteurisierung**

Generell für molkereimäßig erzeugte Produkte, nicht obligat bei Ab-Hof-Produkten.
Wenn Molkenprotein im Rahmen der Technologie mittels UF gewonnen wird, ist eine Hoherhitzung angebracht, damit β -Lactoglobulin denaturiert (besser für Konsistenz)

• **Inkubations- / Gerinnungsphase**

- Säureweckerzusatz plus etwas Lab (aber deutlich weniger, als bei der Labkäseherzeugung - *siehe später*)
Die Säureweckerbereitung erfolgt analog zu jener bei Sauermilcherzeugnissen
Vielfach wird mit Buttersäurewecker über Nacht / $\sim 20^\circ\text{C}$,
seltener mit Joghurtkultur oder mit Spezialkulturen (Probiotika) inkubiert
Angestrebter pH-Wert: etwas $< 4,6$
- Direktsäuerung: z.B. durch Zusatz von Citronensäure, Glucono-delta-Lacton (GDL) oder sogar von HCl (Lebensmittelqualität) in manchen Nicht-EU-Ländern geläufig

• **Bruchbereitung / Bearbeitung / Entmolkung**

Dieser technologische Abschnitt entscheidet wesentlich über die letztlich resultierende Frischkäsekonsistenz (cremig, schnittfest, granuliert)

Bruchbearbeitung und Synäresförderung in der Wanne - wie bei Weichkäseherstellung üblich (*siehe später*), ggf. aber auch Anwärmen ("Nachwärmen") bis zu 48°C

• **Topfenfertiger / Topfenwannen**

- **„Schulenburg“-Fertiger**

Ehemals viel verwendetes System, heute sind aber bereits Alternativen verbreitet!
Das Gerinnsel kann in den Wannen auch bearbeitet (= geschnitten) werden, was die anschließende Entmolkung fördert. Pressung des Bruches für einige Stunden erfolgt durch Gewicht einer Siebwanne, die sich bei Absenken mit der aus der Topfenmasse gepressten Molke füllt und den Pressdruck auf die darunter liegende Topfenmasse dadurch kontinuierlich erhöht

- Fertiger plus Entmolkungstrommel

- Fertiger plus Vorpresswannen, wie in der Schnittkäserei üblich (*siehe später*)

Die Bruchpressung führt zu Topfen mit fester, ggf. sogar krümeliger Konsistenz: „*Bröseltopfen*“

Anm.: Stark gepresste, magere Topfen, die zur Weiterverarbeitung in der Lebensmittelindustrie bestimmt sind, werden in Österreich als „*Industrietopfen*“ bezeichnet

- Cottage cheese -Fertiger (Spezialfall)

- Liegende Tanks mit speziellen Rührereinrichtungen oder

- Offene Wannen mit Rührpaddeln (früher) für Käse vom Typ „*Cottage cheese*“

Das Charakteristikum dieser Käsesorte sind säuregefällte Casein-Granula (Milchsäurebakterien oder Genusssäuren) aus Magermilch, die durch Intensivierung der Synärese nach dem Bruchbearbeiten durch Erwärmen (bis 60°C / 30 Min) sowie nachfolgender Molkenauswaschung (Waschtrommel oder Waschbänder) bei schrittweiser Abkühlung auf ~ 20°C, erreicht werden

Anm.: Laut Ö-Codex nur Milchsäurebakterien

- Topfenzentrifuge

Ein Düsenseparator (seltener: Dekanter), dem gerührte saure Milch zufließt, trägt kontinuierlich Topfenmasse und Molke aus und liefert eine geschmeidig-pastöse Topfenkonsistenz („*Zentrifugentopfen*“)

Anm.: Der Separator würde auch Fett abscheiden, daher erfolgt bei Topfenseparator-Einsatz grundsätzlich nur die Verarbeitung von Magermilch zu Magertopfen mit anschließender Rückfettung zum gewünschten FiT-Gehalt (*siehe später*)

- **Standardisierung der Topfenmasse / Frischkäsemasse**

- Fettstandardisierung

- Rückfettung von aus Magermilch erzeugtem Magertopfen durch Einmischen von Rahm im für den gewünschten FiT-Gehalt erforderlichen Verhältnis

- Grundsätzlich bei Zentrifugentopfen und vielfach auch bei UF-Topfen

- Bei Cottage cheese werden die Bruch-Granula vor Abfüllen in Süß- oder Sauerrahm, der etwas Kochsalz enthält, suspendiert. Danach erfolgt eine Rastzeit, um das MilCHFett in die Casein-Granula „einziehen“ zu lassen

- Sonstige Ziele

- pH-Korrektur:

Ist mittels Milch-, Citronen- und Essigsäure (oder GLD) nur bei Cottage Cheese und Mozzarella zulässig, weil bei deren Koagulatgewinnung die Milchsäure stark ausgewaschen wird

- Keimanreicherung (produktspezifische Keime): Geschieht z.B. im Falle von Cottage cheese gleichzeitig mit der Zugabe von Sauerrahm im Zuge der Rückfettung / Standardisierung

- Phosphate (2 g/kg) als Zusatzstoffe bei Frischkäse, bei Deklaration, zulässig

- Sorbinsäure (1 g/kg)

- Verdickende Lebensmittel (Stärke, Gelatine,...) z.B. bei Topfencremen

- **Kühlung**

Pumpfähige Topfenmassen werden vor der Abpackung mittels Röhrenkühlers auf ~ 6°C rückgekühlt, andere erst nach Abpackung und Verbringung in den Kühllageraum

- **Abpackung**

Pastöse Produkte werden bevorzugt mit Kolbendosierern in Becher, Kunststoffbeutel oder Kunststoffkübel abgefüllt.

Schnittfeste Produkte werden in Kunststofffolien eingeschlagen

Topfen und Industrietopfen für Großabnehmer wird in entsprechenden Transportbehältern (früher auch Säcke!) geliefert

- **Spezielle Technologien / Spezielle Sorten von ungereiften Käsen**

- **Topfen „mit Molkeneiweiß angereichert“**

Ziele: Erhöhung der Ausbeute und eiweißfreier Molkenablauf (Permeat, Klarmolke)

Nach dzt. gültigem Österr. Lebensmittelbuch/Codex:

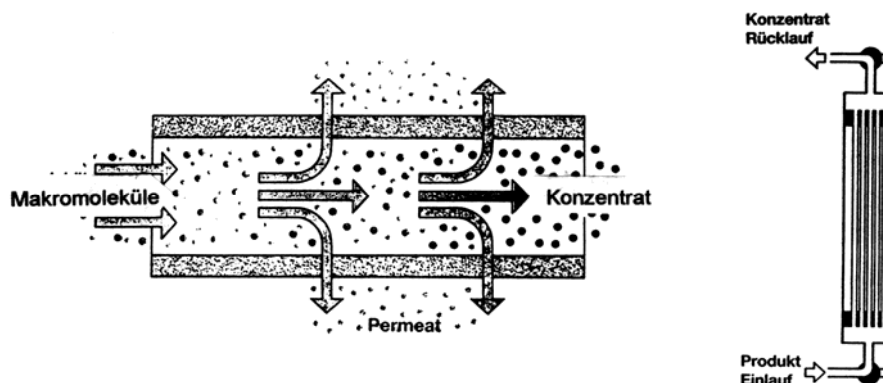
- Molkeneiweiß: Casein-Verhältnis im Fertigprodukt darf nicht höher sein, als es in Milch üblicherweise vorliegt.
- Gewinnung mit Membranverfahren (indirekte Forderung)
- Deklarationspflicht

2 Technologien sind zur Zeit international alternativ üblich:

- ★ **Ultrafiltration („UF-Topfen“)**

Die UF erfolgt mit Pumpendruck durch die Membranfilter (Röhren-, Flächen- oder Wickelmodule, Porendurchmesser ~ 0,1 µm, Querstromverfahren, ~ 50°C) durch:

- * UF-Vollkonzentrierung von Topfen: Aus Hocherhitzer, mit Kultur und etwas Lab versetzter und bei ~ 30°C vorinkubierter Milch (für pH↓). Daher: Permeat statt Molke
- * UF-Konzentrierung von Molkeneiweiß: Aus Molke, wie sie bei einem traditionellen Topfenverfahren anfällt (→ Retentat-Rückführung - *nicht im Schema ersichtlich*)



UF-Röhren-Modul (1 Element)

(Aus: Alfa-Laval-Handbuch)

- ★ **Thermokoagulation („Thermotopfen“)**

Die Hitzefällung des Molkeneiweißes erfolgt entweder:

- * in vorgesäuerter Milch oder Magermilch vor der Caseinfällung. Dadurch relativ niedrigere Temperaturen ausreichend, z.B. 60°C/15 Minuten. Danach gemeinsame Ausfällung mit Casein (im Prinzip ein „Copräzipitat“)
- * in Molke nach Caseinfällung mit anschließender Zentrifugation des denaturierten Molkeneiweißes und Rückführung zum Caseinkoagulat

- **Mozzarella**

Prozesscharakteristische Schritte für diese - original italienische - Käsesorte sind: Frische, past. Vollmilch wird mit Lab dick gelegt (~32°C) und der Bruch geschnitten. Nach kurzem absetzen lassen und Abzug des größten Teils der überstehenden

Molke wird einige Std. Bruch-gesäuert (pH → 5,5; Zeit saisonabhängig) und nachgewärmt durch Zurückführung eines kleinen Teils, auf 35 - 40°C angewärmter Molke. Danach wird der Bruch aus dem Fertiger ausgebracht und unter Heißwasser (~ 65 - 85°C/bis 15 Min = "Brühkäse") erweicht, zerkleinert und mittels Knetschnecken ("stretching") so behandelt bzw. geknetet/texturiert ("Pasta filata"- Käse), dass - bei gleichzeitiger Auswaschung der Molke - eine flexible, dehnbar bis schnittfeste Strangmasse, resultiert.

Nach Fraktionierung des Stranges und Formung (z.B. "Kugeln") erfolgt Tauchen bzw. Schwemmen in Kaltwasser für einige Minuten zur raschen Abkühlung/Härtung. Als alternative Lösung wird beschrieben: Auswaschung mit Ultra- plus Diafiltration. Abpackung erfolgt meist in Beuteln mit Salzwasser + Genusssäure zur pH-Senkung. Nisin als Zusatzstoff ist - bei Deklaration - zulässig.

Anm.: Mozzarella gibt es im Handel auch "gereift". Theoretisch dann kein Frischkäse mehr, aber z.Z. unklare rechtliche Situation in EU!

□ Wärmebehandelte ungereiften Weichkäse / „Thermisierter Topfen“

Sind im Gegensatz zu traditionellen Erzeugnissen auch ungekühlt haltbar (noch „Frischkäse“? Schon Schmelzkäse?), durch:

- Ausschaltung der produktgefährdenden Hefen sowie Schimmelpilzsporen
- Verhinderung der Nachsäuerung durch die produkteigene Flora (Geschmacksfehler, Molkenlässigkeit), die dabei inaktiviert wird

Anm.: • Ein Zusatz von Stabilisatoren (z.B. Carrageen) wird vielfach zur Erhaltung einer guten Konsistenz vorgenommen.

2 mögliche Vorgangsweisen:

- Pasteurisieren des Bruch-Molke-Gemisches vor der Zentrifugation mittels Plattenapparat (z.B. 60°C, bei pH 4,5) im Durchfluss. Anm.: Aber jedenfalls <70°C. Einfachere Technologie, aber mögliche Rekontaminationen während der Abfüllung werden nicht mit erfasst
- Pasteurisieren des fertig abgepackten Produktes (Heizraum / Temperiertunnel 55 - 60°C, einige Minuten). Technologisch aufwendiger, aber Rekontaminationskeime im Zuge der Abpackung werden mit erfasst

□ Molkeneiweißkäse

Molkeneiweiß (mit mehr oder weniger Restcasein) wird zusammen mit MilCHFett aus Buttermilch, Molke, Milch, Rahm bzw. Mischungen hiervon (± zusätzlicher Ansäuerung) gewonnen:

- durch Erhitzung (~ 90°C) koagulieren, danach abseihen oder abzentrifugieren
 - mittels Ultrafiltration aufkonzentrieren
 - Molken-/Molkeneiweißpulver zu Milch/Rahm, ansäuern, erhitzen, heiß abfüllen, kühlen
- Resultierenden Produkte sind nur Frischkäse-ähnlich, Bezeichnungen oft traditionell
- **Ricotta (IT), Schotten (AT), Zieger (CH)** (solange frisch verzehrt, hierher gehörend)
 - **Mascarpone (IT), Rahmschotten (AT)** (sind ggf. mit "Rahmaufstrichen" verwechselbar)

□ Frischkäsezubereitungen

Abmischungen von Frischkäs Massen mit den Zutaten in entsprechenden Mischgefäßen (Kutter-ähnlich - siehe Schmelzkäse). Meist verbunden mit einem Erhitzungsvorgang zur Keimzahlreduktion in den Zutaten

GEREIFTE KÄSE

Erzeugnisse, die - ausgehend von Milch, standardisierter Milch, Mager- oder Buttermilch auf säure- oder labgefälltem *Casein* basieren, meist unter Einschluss von *Milchfett*, selten auch unter Anreicherung von *Molkeneiweiß*

Nach mehr oder weniger geförderter Abscheidung der Molke, wird die verbleibende Masse, ggf. unter Pressen, geformt, gesalzen und unter Ausnützung vielfältiger mikrobiell-enzymatischer Prinzipien bis zur Erreichung der sortentypischen Sensorik gereift

Die Wasser-/Trockenmassegehalte sowie die Casein : Milchfett-Verhältnisse sind traditionelle Kennzeichen der verschiedenen Käsesorten

Anm.: - „*Molkenkäse*“ sind Erzeugnisse, die traditionellerweise als „Käse“ bezeichnet werden, die aber nicht in die oben aufgezeigte Definition passen, weil deren Grundmasse überwiegend aus Molkeneiweiß besteht und wo von Molke ausgegangen wird (*siehe Molkenverwertung*)

- Neue Technologien, die "Käse"-Massen durch starkes Aufkonzentrierung von Milcheiweiß plus Milchfett herstellen, machen die Einordnung in obige Definition problematisch

Standardprodukte / Sachbezeichnungen / Gruppenabgrenzung

Die Käsesortenvielfalt erklärt sich somit insbes. aus:

* Art der Caseinfällung ± Reifungsprozess ± technologische Besonderheiten

- **Labkäse** umfassen jene Sorten, bei denen die Caseinkoagulation *vorwiegend enzymatisch* (Lab und Labersatzenzyme) erfolgt und die anschließend einer Reifung von Tagen bis Jahren unterliegen

Hiezu zählen die meisten *Hartkäse*, *Schnittkäse*, *Weichkäse*

- **Sauermilchkäse** umfassen jene Sorten, bei denen die Caseinkoagulation *vorwiegend durch Säurefällung* erfolgt und die anschließend einer Reifung von Tagen bis Wochen unterliegen (*siehe separates Kapitel*)

* Milchart

- **Kuhmilchkäse** (in Mitteleuropa vorwiegend)
- **Schafmilchkäse** (steigende Bedeutung)
- **Ziegenmilchkäse**
- Büffelmilch
- Andere Milchsorten
- Mischmilch

} deklarationspflichtig

* Thermische Vorbehandlung der Milch

- Keine = ▫ **Rohmilchkäse**
- Thermisierung
- Pasteurisierung

* Fettgehalt

Angabe als **F.i.T.** (Fett in der Trockenmasse)

Insbes. korrelierend mit Kaloriengehalt, Konsistenz und Geschmack

In Ö andere Bezeichnung als in den Nachbarstaaten: Tabelle!

<i>F.i.T.</i>	<i>Tradit. Bezeichnung der Fettstufe (Ö)</i>	<i>F.i.T.</i>	<i>Tradit. Bezeichnung der Fettstufe (Ö)</i>
< 15 %	Mager	≥ 45 %	Vollfett
≥ 15 %	Viertelfett	≥ 55 %	Rahmstufe
≥ 25 %	Halbfett	≥ 65 %	Doppelrahmstufe
≥ 35 %	Dreiviertelfett		

Anmerkung:

- Bei F.i.T-Stufe ≤ der Halbfettstufe gilt in Österreich auch die Zusatzbezeichnung „light“ / „leicht“
- Die Fettqualität im Sinne der Fetthärte trägt wesentlich bei zur Geschmeidigkeit des Käseteiges

* Wassergehalt / Trockenmasse

Angabe als „Wff-Wert“ (Wassergehalt in der fettfreien Käsemasse).
Insbes. korrelierend mit der Härte des Käses.

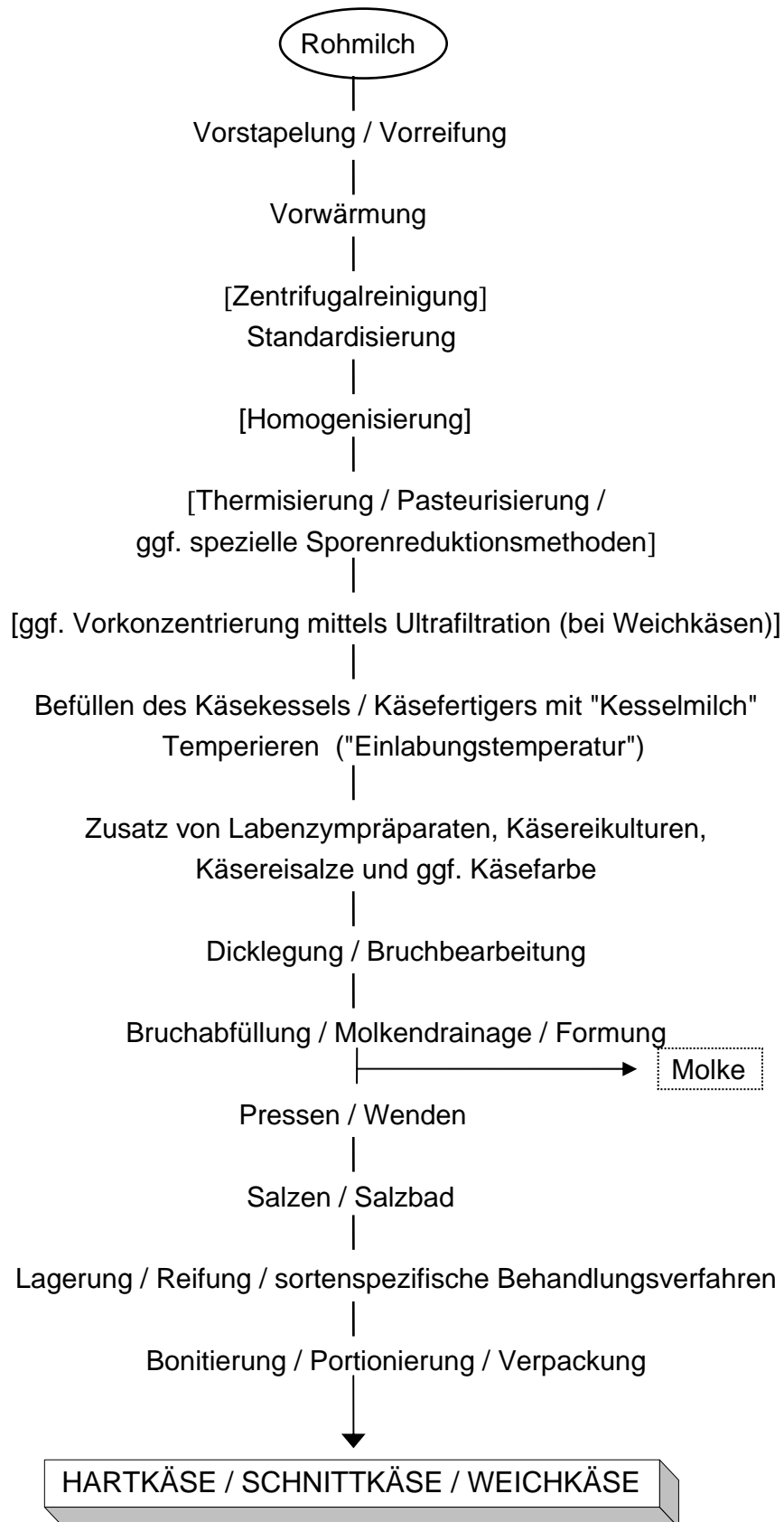
<i>Wff-Wert</i>	<i>Käsetypen-Bezeichnung</i>	<i>Typische Beispiele</i>
< 51 %	Extra Hartkäse	▫ Parmesan
49 - 56 %	Hartkäse	▫ Emmentaler ▫ Bergkäse
54 - 63 %	Schnittkäse	▫ Tilsiter ▫ Edamer
61 - 69 %	Schnittkäse (halbfest)	▫ Butterkäse ▫ Roquefort
> 67 %	Weichkäse	▫ Schloßkäse ▫ Camembert
[> 73 %	Frischkäse	▫ Topfen]

* Sonstige Kriterien / Subdifferenzierungsmerkmale

- Spezielle Reifungsaspekte, z.B.:
 - Differente Reifungszeiten und Reifungsörtlichkeiten
 - Oberflächenreifung mit differenten Bakterien oder Schimmelpilzen
 - Innenreifung mit differenten Bakterien oder Schimmelpilzen
- Differente Zusatz- und Hilfsstoffe, z.B.:
 - Konservierungsstoffe
- Differente Formen / Dimensionen / Oberflächen / Verpackungen, z.B.:
 - Kugeln, Laibe, Quader, andere Formen
 - 100 kg bis wenige Gramm
 - Naturrinde, Paraffinschichte, Kunststofffolien u.v.a. (auch spezifisch gefärbt)
- Anschnittbild / Lochung vom Käseteig, z.B.:
 - geschlossen
 - Bruchlochung
 - Gärlochung
- Sonstige technologische Besonderheiten, z.B.:
 - Besondere traditionelle Technologien
 - Inklusion von Sporenreduktionsprozessen.
- Geographische Besonderheiten, z.B.:
 - Der EU-Ursprungsschutz-Verordnung entsprechend
 - Phantasiebezeichnungen

Käsezubereitungen Sind Mischungen aus Käse mit anderen Lebensmitteln, wobei der Käseanteil aber überwiegt

Diese Lebensmittelzutaten werden - ausgenommen Kräuter und Gewürze - mengenmäßig angegeben

LABKÄSE**Produktionsstufenschema von Labkäse**

Anmerkungen zur Technologie von Labkäse

• Rohmilch

- Allgemeine Anforderungen
 - Gute bakteriologische Qualität
 - Möglichst hoher Eiweißgehalt
 - Möglichst geringer Mastitismilchanteil
 - Antibiotika-Freiheit
- Besondere Anforderungen (für Hartkäserei)
 - Überdurchschnittlich gute bakteriologische Qualität
Anm.: Zusatz von Hexamethylentetramin als Ausnahme bei Provolone möglich
 - Möglichst geringe Zahl an anaeroben Sporenbildnern (Clostridien),
z.B. durch Sammlung „silofreier“ Rohmilch
 - Einwandfreie Gerinnungsfähigkeit / Synäreseigenschaften
- Zusätzliche Anforderungen
 - Wenn Endproduktdeklaration darauf hinweist, wie z.B. für „Biomilch“

• Vorstapelung / Vorreifung

Zeitspanne von Übernahme der Milch vom Verarbeitungsbetrieb bis zur Verkäsung (wenige Stunden bis über Nacht). Temperierung

- in Richtung 6°C bei Käsen aus pasteurisierter Milch oder
- auf 12 -14°C bei Käsen aus Rohmilch

Ggf. auch Zugabe von wenig Milchsäurebakterienkultur, um leichten pH-Abfall in der Milch (Δ 0,3 - 0,4 pH wird meist angestrebt) bis zur Weiterverarbeitung zu induzieren

Anm.: Eine **Carbonisierung**, d.h. Zudosierung von CO₂, zur Absenkung des pH-Wertes bei kaum mikrobiell vorgereifter Milch ist möglich. **GDL** als Alternative ebenfalls (*siehe später*)

• Vorwärmung / Zentrifugalreinigung

Wie üblich, oder aber dieser Schritt entfällt (bei einzelnen traditionellen Hartkäse)

• Standardisierung

- Fetteinstellung
Erfolgt für gereifte Käse in der Kesselmilch, entsprechend der FiT-Stufen im Käse. Kenntnis des Eiweißgehaltes (Casein) hierzu wesentlich, im Regelfall ist Abrahmung erforderlich
- Eiweißeinstellung
Möglich, z.B. durch:
 - Zusatz von Trockenmilcherzeugnissen (→ Casein: MoEw bleibt nativ erhalten)
 - Aufkonzentrierung mit Kaskaden-MF oder Ultrafiltration (*siehe separate Punkte*)
 National differente Vorschriften in Bezug auf Technologie und maximal zulässigen Eiweißanreicherungsgrad (z.B. max. 0,3 % bei Standardkäsesorten)

• Homogenisierung

Im allgemeinen nicht erforderlich, wenn dennoch angewandt, dann nur in schonender Form (Niederdruck)

Wenn aber Lipolyse im Zuge der Käsereifung ein sortenspezifisches Ziel darstellt (*Blauschimmelkäse, Provolone* u.ä. Sorten), ist Homogenisierung obligat

Anm.: Eine Behandlung mit U-Schall der Milch soll die Ausbeute erhöhen

• Thermisierung / Pasteurisierung

Für Weich- und Schnittkäse war die Pasteurisierung in vielen Ländern Europas lange Zeit obligat, heute aber in der EU nicht mehr verpflichtend

Sofern angewandt, wird Käsereimilch zur Erhaltung guter Gerinnungsfähigkeit generell mit schonenden Verfahren erhitzt:

- Thermisierung (z.B. 50 - 65°C / 40 Sek)
- Kurzzeiterhitzung (*siehe Trinkmilch*)

Bei einigen Standardhartkäsesorten (z.B. Emmentaler) bzw. lokalen Käsespezialitäten wird traditionellerweise nur Rohmilch verwendet

Anm.: Die Herstellung von „Emmentaler“ aus pasteurisierter Milch ist jedoch möglich und liefert nach österreichischem Lebensmittelcodex z.B. „Hartkäse mit Rundlochung“

• Spezielle Sporenreduktionsverfahren

Insbesondere bei Hart- und Schnittkäse stellen *anaerobe Sporenbildner* eine qualitätsgefährdende Keimgruppe dar (Ursache für Fehlgärungen) Anstelle oder zusätzlich zur Sammlung silofreier Rohmilch sind folgende Verfahren einsetzbar:

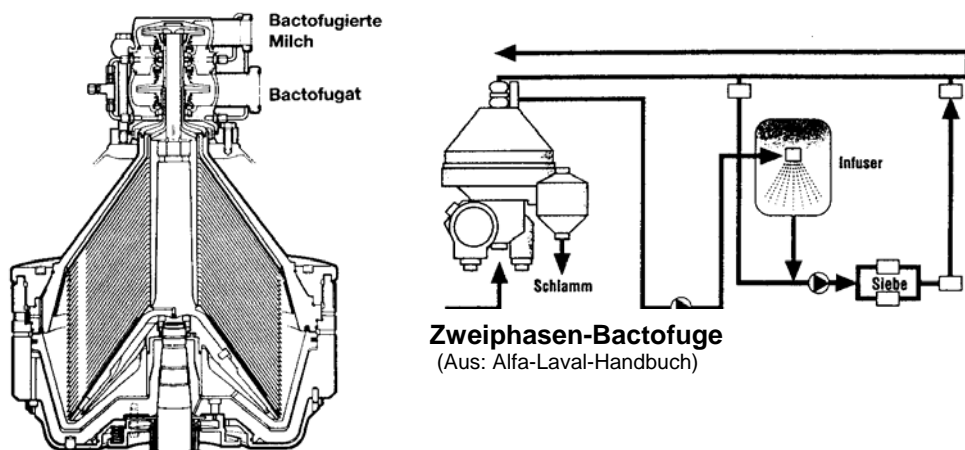
➤ Entkeimungszentrifugation (z.B. *Bactofuge*®)

Spezialzentrifugen mit hoher g-Zahl im Milchzulaufsbereich (Steigkanalanordnung!) ~ 90 % Bakteriensporenreduktion mit 1 Zentrifugation erreichbar, höhere Werte mit 2

Das Keimkonzentrat wird entweder als solches abgeschieden oder gelangt - nach Rückführung in den Zulauf - letztlich in den Zentrifugenschlamm

2. Systeme/Schaltungen:

- *Einphasen*-Entkeimungszentrifugen führen das (Keim)Konzentrat im Umlauf, sodass letztlich nur (periodisch zu entfernender) Schlamm resultiert
- *Zweiphasen*-Entkeimungszentrifugen liefern bis zu 3% (vom Zulauf) (Keim)Konzentrat („Bactofugat“), nach UHT verwertbar, plus wenig Schlamm



➤ Entkeimungsfiltration (Mikrofiltration, MF)

Milch wird unter Druck über Keramik-Filterschichten geleitet (z.B. *Bacto-Catch*®) mit 90-99 % Bakteriensporenabtrennungseffekt

Das (Keim)Konzentrat (= Retentat) in Menge bis 5% (vom Zulauf) kann analog verwertet oder rückgeführt werden, wie beim Anfall von Entkeimungszentrifugen

Anm.: Relativ neue Entwicklung, noch wenig verbreitet (eher bei Trinkmilch - *siehe dort*)

- Kaskadenfiltration: Molkeneiweiß ↓, dann UHT des Casein-Retentates (*siehe nächsten Pkt.*)
- Schutzkulturenkonzept: Nur zum Teil erfolgreich

- **Eiweißanreicherung** (Ultrafiltration/UF, Mikrofiltration/MF oder Kaskadenfiltration/KF) Different Systeme (Spiralplatten, Rohre) mit Membranen, die Gesamteiweiß (UF) oder aber auch nur Casein (MF/KF) zurückhalten. Im allgemeinen wird Milch oder MM filtriert (= eiweißangereichert) oder das Retentat von anderen Produktionslinie wird mit verwendet (letzteres ist aber nur eingeschränkt möglich). Aber noch nicht so verbreitet.

Anreicherungs faktoren umfassen eine breite Spanne: Von nur geringfügiger Anhebung des Eiweißgehaltes bis zur Vollkonzentrierung der Käsemasse (optional z.B. bei Feta)

Konsequenzen der Mitanreicherung von Molkeneiweiß:

- höhere Ausbeuten - insbes. bei Vollkonzentrierung - Vorteil
 - Konsistenzänderung
 - höhere Wasserbindung
- } im Käseteig - meist Nachteil

Daher bisher nur optional eingesetzt für:

- Weichkäse (hier recht gut möglich, z.B. für Camembert)
- Schnittkäse (im allgemeinen nicht, außer bei Feta)

Anm.: Für Ungereifte Käse aber bes. gut geeignet, *siehe sep. Kapitel - inkl. Skizze Rohrmodul*

• **Käsekessel / Käsefertiger / Koagulatoren**

Behälter bzw. technologische Einrichtungen zur Koagulation der „Kesselmilch“ („Dicklegung“, „Bruchbereitung“) sowie der anschließenden Bruchbearbeitung bei den erforderlichen Käsungstemperaturen

„Käsekessel“ waren traditionellerweise halbkugelförmig, später dann offene Wannen (Kupferblech) mit rundem oder ovalem Querschnitt

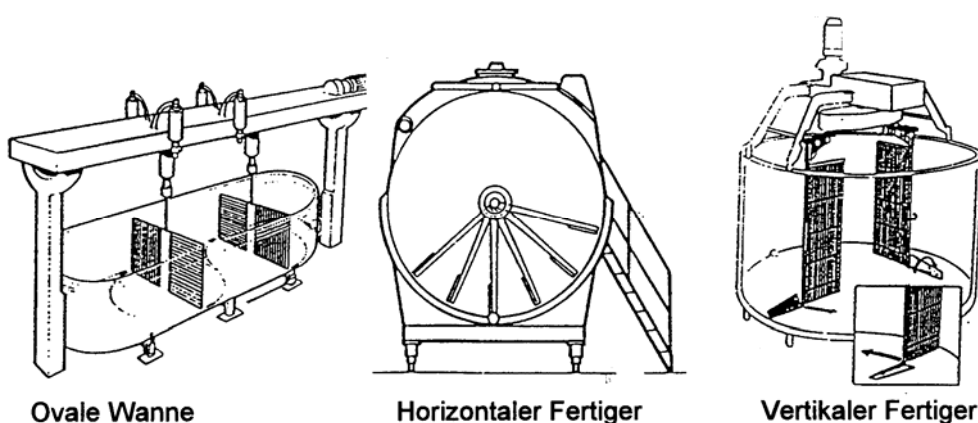
„Käsefertiger“ sind meist abgedeckt stehende oder liegende Tanks

Milchfassungsvermögen und Behälterdimension sind äußerst unterschiedlich

Temperierung des Inhaltes im Regelfall mittels Doppelmantel (früher - insbes. bei Hartkäsekessel - auch Direktbefeuerung charakteristisch)

Die Bruchbearbeitung erfolgt heute - abgesehen von bewusst traditionell arbeitenden Käsereien - generell mit mechanischen Bruchbearbeitungseinrichtungen (auswechselbare oder durch Rotationsumkehr funktionell veränderbare Schneide- und Rührwerkzeuge (*siehe „Bruchbearbeitung“*))

Anm.: Eine UF-Vollkonzentrierungen erübrigt den Käsekessel, weil Milch unmittelbar bis zur Käsemasse (= Retentat) aufkonzentriert wird (*siehe UF*), schafft aber Qualitätsprobleme



Käsefertiger (Aus: Kessler, 1996)

• Kesselmilchbehandlung

Kesselmilch wird auf Käsongstemperatur (Richtwert 30°C) eingestellt, entweder erst im Käsefertiger/-kessel oder mittels Wärmetauscher vor Einlauf in diesen

Die Zusätze zur Kesselmilch auf dieser technologischen Stufe sind:

- Kulturen (Säuerungskulturen, ggf. Spezialkulturen)
- Lab oder Labersatzenzyme
- Käsereisalze

Der Zusatz der Milchsäurebakterienkultur erfolgt etwa 15 - 20 Min vor der Labzugabe („Einlabung“) zur Erzielung eines schwach erhöhten Säuregrades /niedrigeren pH-Wertes in der Milch, der dem pH-Optimum des Labenzymen näher kommt

Anm.: Dieser Schritt kann entfallen, wenn die Vorsäuerung bzw. eine Kulturenzugabe bereits im Zuge der Vorstapelung / Vorreifung der Käsereimilch erfolgte

Nicht biologisch bedingte pH-Absenkung ist mit Glucono-Delta-Lacton (siehe später) möglich, in Mitteleuropa aber weniger geläufig

• Zusatzstoffe / Hilfsstoffe (zur Kesselmilch)

➤ Mikroorganismen-Kulturen

Betriebseigene Anzucht oder Zukauf von Kulturkonzentraten
(Analogie zur Sauermilchproduktion; *siehe dort*)

Die Kulturenzugabemenge bewegt sich zwischen 0,1 - 1 %, in Abhängigkeit vom Ausmaß einer ggf. erfolgten Vorreifung, der Kulturenform sowie betriebsspezifischen Einflüssen

▫ Milchsäurebakterien-Kulturen / „Starterkulturen“ / „Säurewecker“

Bewirken rasche homofermentative Milchsäuregärung (aus Milchzucker) sowie schwache Proteolyse (von Casein) im Zuge der Reifung der Käse (Innenreifung)

• Traditionelle Kulturen

- Joghurtkultur (bei 30°C sogen. „passive“ Kulturen; thermophile Streptococcen und Lactobacillen)

Überwiegend für Hartkäse, aber auch einige Schnittkäse

- Buttereikultur (bei 30°C sogen. „aktive“ Kulturen; mesophile Lactococcen)

Überwiegend für Schnitt- und Weichkäse

Anm.: Die Anzucht im Falle von Mutterkulturen erfolgt aber am besten bei etwa 20°C

- Käsereispezifische Lactobacillen (*Lb. casei*, *Lb. lactis*, *Lb. helveticus*)

Für viele stärker reifende Käse interessant

• Probiotische Kulturen

- *Lb. acidophilus*
- *Lb. rhamnosus*
- Bifidobakterien

} Bei Auslobung spezieller physiologischer Wertigkeit
(Details siehe bei Kapitel Sauermilchprodukte)

▫ Spezielle Käsereikulturen (keine komplette Aufzählung)

Nach besonderen Stoffwechselleistungen unterteilbar in:

• Mäßige Gasbildung (CO₂) plus spezifische Aromastoffe

- *Leuconostoc citrovorum* u.a. Species

Bewirken heterofermentative Milchsäuregärung (aus Milchzucker) und führen dadurch zu vereinzelter Lochbildung im reifen Käse sowie zur Diacetylbildung (aus Citronensäure) als Aromakomponente

Bei einigen Schnittkäsen (z.B. Edamer, Gouda)

• Kräftige Gasbildung (CO₂) plus spezifische Aromastoffe

- *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*

Bewirken heterofermentative Propionsäuregärung (insbes. aus Milchsäure), die Propion- und Essigsäure (Aromakomponenten) anreichert sowie Ursache für ausgeprägte Gärlochung ist

Bei Hartkäsen vom Typ Emmentaler und ähnlichen „Großlochkäsen“

• Starke Proteolyse und/oder Lipolyse

- *Penicillium roqueforti* (Konidiosporen)

Für „innengereiften“ Blauschimmelkäse (z.B. Roquefort, Gorgonzola)

- *Penicillium candidum* (Konidiosporen)

Für oberflächengereiften Weißschimmelkäse (z.B. Camembert, Brie)

- *Kombinationen*

Bei diversen „Doppelschimmelkäsen“

Anm.: Bezüglich Mikroorganismen, die nicht zur Kesselmilch, sondern in die Bruchmasse zugesetzt oder aber auf den fertig geformten Käse aufgebracht werden *siehe später!*

➤ Lab und/oder Labersatzenzyme

Dienen primär der Fällung des Caseins

In Abhängigkeit vom Enzympräparat und Käsetyp verbleiben unterschiedlich große Restmengen an diesem Ferment nach Entmolkung in der Käsemasse und wirken daher in weiterer Folge auch an der Reifung mit

▫ Labtypen

• Echtes Lab (Chymosin)

Aus dem 4. Magen des Saugkalbes; pH-Opt. ~ 5,0; Temp.Opt. ~ 37°C

Verschiedene Anwendungsformen möglich:

- Naturmagenlab / Kälberlab: Getrocknete Kälbermägen werden in Streifen geschnitten und mit Wasser oder Molke angesetzt, ggf. auch direkt in Kesselmilch verbracht.
Heute nur mehr bei kleinen, traditionell arbeitenden Käsereien
- Labextrakt / -pulver: Industriell aufkonzentrierte, konservierte Extrakte (Flüssiglab) bzw. trockene Präparate (Pulver) von Kälbermägen. (75% Chymosinanteil)
Heute vorwiegend in dieser Form eingesetzt
- Labpasten von kleinen Wiederkäuern: Enzymkonzentrate aus Mägen von Lämmern oder Zickeln. Neben Chymosin auch Speichellipase enthalten. In Italien vorwiegend für Provolone

- Labersatzenzyme

Biochemische Ähnlichkeit zu Kälberlab ist keine Bedingung. Wirkungsspezifität sollte jedoch möglichst analog sein. Vielfach auch in Mischung mit echtem Lab verwendet
Vorwiegend in Pulverform erhältlich

- Pepsine: Rind ("Rinderlab"), Schwein, Geflügel u.a. Tiere

- Mikrobielles Lab / „Pilzlab“: Proteasen aus *Mucor*- oder *Endothia*-Stämmen

Anm.: Traditionelle Gattungsbezeichnung! Mittlerweile wurden die Gattungen z.T. taxonomisch neu benannt (z.B. *Cryphonectria*)
Es werden heute auch GVO-Stämme hiervon angeboten
Pflanzliches Lab der Art Ficin u. Papain ist heute bedeutungslos

- Klonlab / „Genlab“: Produktionstechnisch eine eigene Kategorie.
Mikrobiell mit E.coli, Hefen oder Schimmelpilzen
gentechnisch gewonnenes „tierisches“ Chymosin B

- Labdosierung abhängig von:

- Kesselmilchmenge
- Angestrebter Gerinnungszeit (meist 15 - 45 Minuten)
- Milieufaktoren auf die Enzymaktivität (pH, Temperatur)
- Individueller Enzymaktivität („Labstärke“) der eingesetzten Präparate

Anm.: Unter „Labstärke“ versteht man traditionellerweise jene Teile Milch, die von 1 Teil Lab in 40 Min bei 35°C und nur leicht saurem pH-Wert dickgelegt werden.
Flüssig-Labpräparate haben z.B. eine Labstärke von 15.000.
Wird mittlerweile durch "Internationale Einheiten" ersetzt (mit definiertem Peptid-Substrat)

- Weiter mögliche Zusatzstoffe / Zutaten / Hilfsstoffe

Optionale Zusatzstoffe zur Kesselmilch sind:

- Calciumchlorid (CaCl_2)

Zur Absicherung des Labgerinnungsvorganges, insbes. bei
- Mastitismilchgehalt
- pasteurisierter Käseireimilch

Bis max. 20 g/100 l Kesselmilch zulässig, effektiv werden aber meist deutlich geringere Mengen (in Form von Auflösungen) eingesetzt

- Salpeter (NaNO_3 ; KNO_3)

Bekämpfungskonzept von Fehlgärungen (durch Clostridien und/oder coliforme Keime), insbes. bei Schnittkäsen und einzelnen Hartkäsesorten.
Einsatz in Form von wässrigen Auflösungen

Mengenbegrenzung nach EU-Richtlinie indirekt definiert über tolerable Restkonzentration zum Verzehrzeitpunkt ($\text{NaNO}_2 \leq 50 \text{ ppm}$).

Lt. Ö Codex sind max. 15 g Salpeter/100 l Kesselmilch zulässig, und auch nur bei Schnittkäsen, die mind. 4 Wochen reifen

Ernährungsphysiologisch in Diskussion und daher Alternativen im Einsatz

- Lysozym

Zur Verhinderung von Clostridien-Fehlgärungen, alternativ zum Nitratzusatz (ohne definitive Mengenbegrenzungen)

▫ Nisin

Ein Peptid-Bacteriocin von *Lactococcus lactis*.

Zugelassen bei Hart- und Schnittkäsen bis max. 12,5 ppm im Endprodukt.

Synthetisch verändertes Nisin noch wirksamer, aber nicht zugelassen.

Ebenso andere mögliche Bacteriocine

▫ Glucono-Delta-Lacton (GDL)

Wasserlösliche Substanz, die langsam dissoziiert und dabei den pH-Wert in Richtung 5 absenkt (Zusatzmenge nach Bedarf und Temperatur frei wählbar)

Anstelle oder kombiniert + mikrobieller Säuerung (in Österreich kaum angewandt)

▫ Käsefarbe

Käseteigfärbung erfolgt vorwiegend durch Zugabe von (natürlichem) β -Carotin oder (künstlichen) Carotin-Derivaten zur Kesselmilch

Nach Ö-Codex nur für Schnittkäse und gereifte Weichkäse in limitierten Mengen

• **Bruchbereitung / Bruchbearbeitung**

Käsereitechnische Schlüsselprozesse im Rahmen von

„Vorkäsen“ / „Nachkäsen“ / „Auskäsen“,

der wesentlich über die Eigenschaften des Endproduktes mitentscheidet

➤ Caseingerinnung (Koagulation)

Während des ruhigen Stehens nach Labzusatz bildet sich nach einer Gerinnungszeit (GZ) von 15 - 30 Min das Caseinkoagulat (der „Bruch“), bestehend aus Caseingel + MilCHFett + Einschluss der wässrigen Phase (Molke)

➤ „Ausdickung“

Zeitspanne von Gerinnung bis zur Weiterbearbeitung im Sinne der Festigung des Bruches

Im allgem. gilt: Ausdickungszeit (ADZ) = 1,5 - 2,5 x GZ

Die konkreten Zeitspannen bis zum (nachfolgenden) Bearbeiten des Bruches sind vom Käsetyp abhängig und erfordern viel Erfahrung

Bisher dienen zum Erkennen des Endpunktes der ADZ subjektive Prüfverfahren (z.B. „Löffelprobe“, „Messerprobe“), objektive Prüfverfahren setzen sich aber in großen Käsereien langsam durch (z.B. „Schnittpunktanalysator“ auf IR-Basis)

➤ Bruchschneiden und -ausarbeiten

Zerteilen der nach Ausdickungszeit zusammenhängenden Bruchmasse in würfelförmliche Stücke im Sinne eines „Drei-Schnitt-Verfahrens“, wobei „Bruchkörner“ entstehen

Dadurch wird die Molkenabscheidung aus der Bruchmasse initiiert, wobei gilt: Je kleiner die Bruchkörnung, umso größer die Bruchkornoberfläche und umso stärker der Molkenaustritt und die Gelschrumpfung („Synärese“)

Faustregel: Hanfkorngröße bei Hartkäse (~ 40% Wasser, absolut)

Walnussgröße bei Weichkäse (~ 60% Wasser, absolut)

Eine Limitierung der Korngröße nach unten ist durch erhöhten Caseinverlust („Bruchstaub“) mit dem Molkenablauf gegeben

▫ Bruchschneiden

· manuell:

Mit „Messer“, „Harfe“, „Quirl“ oder Handschneiderahmen

Früher grundsätzlich so, heute nur mehr in kleinen Käsereien,
bei Ab-Hof-Betrieben und bei Auslobung traditioneller Technologien

· maschinell:

Verschiedene Gitterbespannungen und Konstruktionen, die in einer
Drehrichtung schneiden, bei Richtungsumkehr rühren

- Bei stehenden Tanks und offenen Wannen:

konzentrisch oder exzentrisch rotierende Schneide- und -rührwerkzeuge

- Bei liegenden Tanks: Pendelschneide- und -rührwerkzeuge

▫ Ausrühren

Vorsichtiges Rühren der Bruchkörner in der Molke für 10 - 20 Min

Auch zwischen den nachfolgenden Schritten noch (kurzfristiger) inkludierbar,
dabei Übergang zum „Nachkäsen“

▫ Rasten

Kurzfristiges Absetzen lassen („Selbstpressung“) der Bruchkornmasse,
dann wieder behutsames Aufrühren

Der pH-Wert sinkt inzwischen weiter, was die Synärese zusätzlich fördert

▫ Molken(teil)abzug

Häufig, aber nicht grundsätzlich bei jeder Käsesorte durchgeführter Schritt
Dient meist als Vorbereitung zum Bruchwaschen

Das Abziehen erfolgt bei Erreichen des angestrebten Säuregrades in
der Molke und umfasst ~ 25 - 50 % der absaugbaren Molkenmenge
(mit Molkesieb und Molkepumpe)

▫ Bruchwaschen

Häufig, aber nicht grundsätzlich bei jeder Käsesorte durchgeführter Schritt

Es wird meist so viel Wasser („Bruchwaschwasser“) zugesetzt, wie beim
Molkenabzug entfernt wurde und danach wieder gerührt

In der Bruchkornmasse wird dadurch die Molke verdünnt, mit dem Effekt:

weniger Lactose → weniger MS → milderer Geschmack im Endprodukt

▫ Nachwärmen

Rühren des Gemisches aus Bruch-Molken (oder verdünnter Molke) bei höheren
Temperaturen, wobei das Anwärmen langsam und kontinuierlich zu erfolgen hat

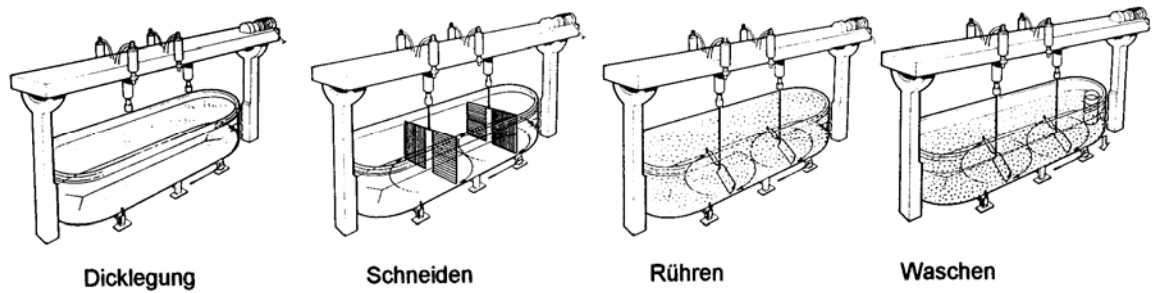
Neben einer weiteren Intensivierung der Synärese tritt damit auch Selektion
thermoresistenter / thermophiler Keime für die (spätere) Reifungsflora ein

Sehr sortenspezifische Temperatur- und Zeitbedingungen!

Im allgemeinen gilt:

· leichtes Nachwärmen	34 - 38°C	} 15 - 60 Min (inkl. Anwärmzeit)
· mittelmäßiges Nachwärmen	38 - 48°C	
· „Brennen“	48 - 55°C	

Anm.: Je höher der Fettgehalt von Käsesorten, umso schlechter die Synärese und
umso relativ höher die Nachwärmtemperaturen



Dicklegung

Schneiden

Rühren

Waschen

Schema **Bruchbereitung und -behandlung** (Aus: Alfal-Laval-Handbuch)

• Käseformen / Bruchabfüllung / Molkenablauf

▫ Käseformen

Bestehen aus *Boden- und Seitenteil* sowie - für härtere Käse - einem *Deckel* in Form eines „Pressstempel“ (*Funktion siehe später*)

Meist nur partiell (Boden- oder Seitenteil), gelegentlich aber auch vollflächig perforiert bzw. als Siebe oder Netze ausgebildet

- Materialien:

Metall oder Kunststoff dominieren, Holz nur mehr selten

Holzreifen sind allerdings die traditionellen „Formen“, die - zusammen mit einem Käsetuch - die Formung von großen Laiben gestatten

- Dimensionen und Querschnittsformen und sind äußerst vielgestaltig:

Brote, Laibe, Kugeln, u.v.a.

Auch standardisierte Käsesorten (z.B. Emmentaler) können in differenten Formen erzeugt werden: Emmentaler-Laib und Emmentaler-Block

- Systeme:

• Einzelformen (für große bis mittelgroße Käse)

• Gruppen-, Block- oder Wabenformen (für kleine bis mittelgroße Käse)

• andere Lösungen (z.B. Einpressen in Schläuche, rotierende Formtrommeln zur kontinuierlichen Portionierung von Weichkäsebruch u.v.a.)

- Reinigung und Desinfektion ist vor Wiederverwendung gebrauchter Formen und Deckel unbedingt erforderlich. Dies erfolgt:

• manuell (kleine Käsereien)

• mechanisch-kontinuierlich in Tunnelwaschanlagen

▫ Bruchabfüllen

Die Abfüllung des Bruch-Molkengemisches erfolgt nach Erreichen des angestrebten Säuregrades in der Molke/verdünnten Molke bzw. nachdem die Bruchkörner die gewünschte Festigkeit erlangt haben

Ziel des nun folgenden technologischen Schrittes ist die Vereinigung der Masse an Bruchkörnern zu einer zusammenhängenden/ geformten Käsemasse unter Abzug der dabei austretenden Molke/verdünnten Molke („Molkendrainage“)

➤ Die Ausführungsformen sind äußerst different, weil sorten- und betriebsspezifisch:

★ manuelle Bruchabfüllung:

- Bei großen Käsen (z.B. Emmentaler), nach traditioneller Art hergestellt:
Die Bruchmasse wird durch Unterziehen eines Tuches manuell eingefangen.
Nach Verknotung des Tuches wird mit Flaschenzug angehoben, wobei der größte Teil der abgeseihten Molke in den Käsekessel zurückläuft.
Der Bruchmasse-Sack wird hierauf in einem (nachspannbaren) Holzreifen gedrückt, was letztlich zur Laibform führt
- Bei kleinen Käsen (div. Sorten), nach traditioneller Art hergestellt:
manuelles Ausschöpfen des Bruches mit „Schöpfkellen“ direkt in Formen, wobei der größte Teil der Molke abläuft

★ mechanisierte Verfahren:

Ablassen des Bruch-Molkengemisches aus dem Käsefertiger:

- im Gefälle (vorgegeben oder hydraulisch geschaffen)
- durch schonendes Abpumpen

Oft auch erst nach vorherigem Abzug eines Teiles der Molke (mit Pumpe und Molkensieb) und ggf. nach kurzem „Absitzen lassen“ des Bruches

Auch hier läuft die Molke im Zuge der Formenbefüllung ab, bzw. nur Restmolke, wenn Teilentmolkung vorab erfolgte

➤ Folgende technologische Detaillösungen sind möglich:

• Bruch + Molke gelangen direkt in Formen

• in Einzelformen

- gleichzeitig nebeneinander mittels „Bruchverteilerspinne“ oder
- hintereinander, auf Förderband angeordnet

Die Abnahme von Bruchbefüllungshilfen (Aufsatzkranz) erfolgt nach kurzem Setzen lassen des Füllgutes, danach erfolgt Auflegen der Formendeckel vielfach noch manuell

Große Einzelformen (z.B. für Emmentaler) können auch mit der Pressvorrichtung kombiniert sein (*siehe Wendepressen*)

• in Gruppen-, Block- oder Wabenformen

- gleichzeitig nebeneinander auf sogen. „Ablauftischen“ oder
- hintereinander, auf Förderband angeordnet

Die Verteilung des Bruchkorn-Molkengemisches in die Gruppenform erfolgt manuell oder mechanisch, ggf. mit Hilfe von Leitblechen

Die Gruppenformen sind vorerst noch mit (abnehmbarem) Aufsatzkranz erhöht.

Nach Verdichtung des Füllgutes durch Selbstpressung werden diese Hilfsrahmen entfernt

• Bruch + Molke gelangen in Vorpresseinrichtung

Der Bruch wird dort vorverdichtet, dann vorportioniert und die vorgeformten Stücke werden in Käseformen verbracht. Auch Basis für Kugelformung

In der Vorpresseinrichtung erfolgt demnach die Abtrennung der Hauptmenge der Molke durch (erste) Pressung der Bruchkornmasse „unter Molke“ zu einem dichten Bruchkuchen

Das bedingt später im fertigen Käse eine kompakte Innenstruktur ohne (Bruch)Spalten („geschlossener Teig“, z.B. bei Schnittkäse vom Typ Edamer)

2. Systeme vorherrschend:

• Vorpresswanne

Nach Befüllung der Wanne (rechteckiger Querschnitt) mit 1 Fertigerinhalt erfolgt Auflegung von Siebblechen, die hydraulisch auf die Bruchkornmasse gedrückt werden. Die Molke tritt nach oben aus und wird von dort abgesaugt

Danach erfolgt hydraulisches Ausschieben des (zunächst noch) kompakten Bruchkuchens bei gleichzeitigem Schneiden in Längsrichtung mittels feststehender Messer oder Spanndrähte.

Durch in bestimmten Abständen erfolgende Vertikalschnitte mittels Stahlbandmesser resultieren Würfel oder Quader

Dieser so vorgeformten Einzelstücke werden in die eigentlichen Käseformen verbracht
Diese konstruktive Lösung ermöglicht ziemlich gleichmäßige Behandlung aller Käse/Charge

• Bruchdosierautomat

Kontinuierliche Vorpressung durch Abfüllung des Bruch-Molkengemisches in vertikal stehende, im oberen Teil perforierte, lange Formrohre

Durch das Eigengewicht der Bruch(korn)säule erfolgt Selbstpressung des Bruches bei gleichzeitig seitlicher Molkendrainage

Mit Höhe der Bruchsäule / Formrohre ist der Vorpressdruck variierbar, mit deren Querschnitt (rund, rechteckig) die Form der vorgepressten Käse

Die Fraktionierung der zunächst kompakten, „endlosen“ Bruchsäule bei Austritt am unteren Ende der Formrohre erfolgt mit horizontalen Messern, die Einbringen der Stücke in Einzelformen im:

- Taktverfahren in die synchron auf Förderbändern positionierten Formen
- semikontinuierliche Verfahren auf Basis von Karussellsystemen

• Bruch ohne Molke gelangt direkt in Formen

Durch Aufbringung des Bruch-Molkengemisches nach Auslauf vom Fertiger auf

- Rüttelsiebe (früher) oder
- Perlonförderbänder (heute),

tritt entlang einer kurzen Transportstrecke eine weitgehende Molkendrainage ein, bevor die Formen (meist Gruppenformen) mit mehr oder weniger „trockenem“ Bruch befüllt werden

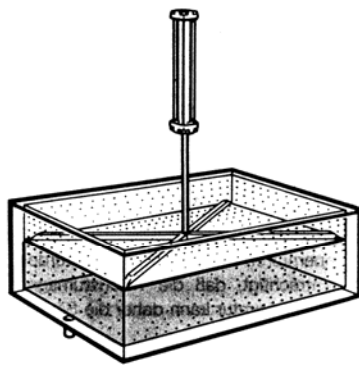
Diese Art der Entmolkung, in Verbindung mit der Nichtanwendung oder nur geringfügiger Pressung (*nächster Abschnitt*), liefert bei:

- *Schnittkäsen* eine nicht geschlossene, d.h. Hohlräume enthaltende Innenstruktur („Bruchlochung“; „Schlitzlochung“, z.B. bei Tilsiter)
- *Weichkäsen* eine großteils wieder geschlossene Innenstruktur mit nur vereinzelt Spalten im Käseteig (z.B. bei Camembert)

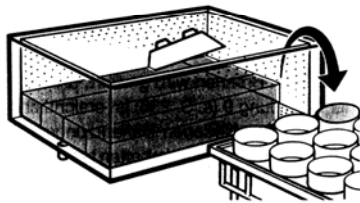
Anm.: • Es gibt noch weitere Koagulations- und Molkedränageverfahren, wie z.B.:

- kontinuierliche Systeme ("Koagulatoren")
- Gerinnung in der Verpackung z.T. bei Feta üblich)

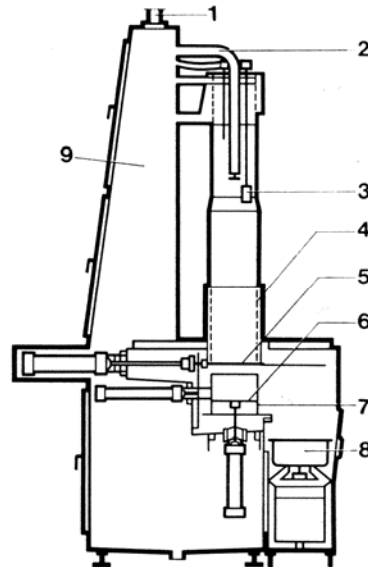
- Bei Käsen mit "Bruchsalzung" wird Kochsalz zum "trockenen" Bruch zudosiert und darin verteilt (z.B. in "Cheddar-Boxen")



Vorpresswanne



Schneiden der Bruchmatte

**Bruchdosierautomat**

- 1 Rotor-Strainer
- 2 Bruch-Molke Einlauf
- 3 Bruchniveaumessung
- 4 Perforierte Molkenablaufzone
- 5 Säulenboden u. Messer
- 6 Perforierte Dosier-/Preßplatte
- 7 Ausschleusen des vorgeformten Käses
- 8 Schiebform für den Käse
- 9 Ventile und Rohrleitungen

Bruchentmolkungsverfahren (Aus: Alfa-Laval-Handbuch)

▣ Molkenablauf

Die beim Bruchausheben ablaufende Molke oder aber verdünnte Molke (nach Bruchwaschen) wird in einem Tank gesammelt und einer separaten Verwertung zugeführt. Im Vordergrund stehen die Bereiche:

- Futtermittel
- Lebensmittel
- Anderes (selten)

• Pressen

• Ziele dieses technologischen Schrittes sind:

- mechanische Förderung des (Rest)Molkenaustrittes („Tropfmolke“)
- zusätzliche Verdichtung der Bruchkornmasse bzw. weitere Festigung des Käses
- Förderung der Rindenbildung

• Gepresst werden:

- Hartkäse generell
- Schnittkäse meistens (ggf. auch nach Vorpressung)
- Weichkäse werden meist nicht (speziell) gepresst, bzw. reicht hier im allgemeinen das Eigengewicht der Bruchmasse in den Formen („Selbstpressung“) oder von Formenstapel

• Pressdruck/Presstempel wirkt:

- indirekt auf Deckel der Bruch-befüllten Formen (heute überwiegend)
- direkt auf "eingetuchte" Käsemasse

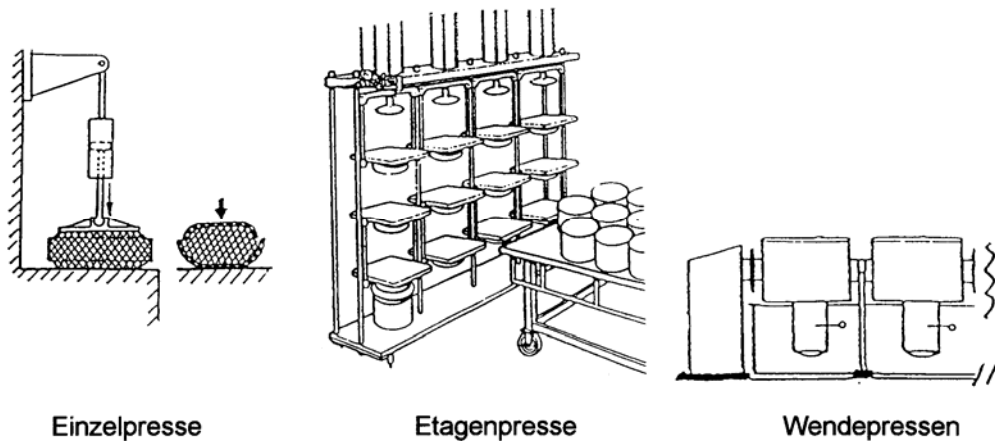
- Pressintensitäten und -zeiten sind äußerst sortenspezifisch und auch abhängig von der Käsedimension.

Richtwerte:

- Hartkäse ~ 10 bar / kg Käse; ~ 24 Stunden (Beispiel Emmentaler)
- Schnittkäse bis 5 bar / kg Käse; bis 12 Stunden

- Typen von Pressen:

- Manuelle Spindelpressen
- Pneumatische / hydraulische Pressen
- Vertikale Pressen
- Horizontale Pressen
- Einzelpressen
- Etagenpressen
- Karussellpressen
Tunnelpressen] „Wandernde“ Presseinrichtungen (Taktverfahren)
- Wendepressen



Typen von Pressen (Aus: Kessler, 1996)

- Abkühlen der Käse in Richtung Raumtemperatur ist erwünschter Begleitprozess während des Pressens

Dieser Vorgang kann aber nachträglich durch Schwemmen in kaltem Wasser noch beschleunigt werden (z.B. bei Käsen, die nur kurz oder gar nicht gepresst werden)

Bei den meisten Sorten aber, ist langsames Abkühlen das optimale Vorgehen

- Am Ende der Presszeit werden:

- Pressstempel abgehoben
- Formen gewendet
- Käse mechanisch oder pneumatisch aus den Formen gedrückt
- je nach Mechanisierungsgrad die Käse:
 - manuell auf Horden gestapelt
 - mittels Förderband weitertransportiert

• Salzen / Salzbad

Kochsalz ist wesentliches Geschmack-gebendes Ingredienz aller gereiften Käse. Der osmotischen Effekt führt zu weiterer Entmolkung. Auch iodiertes Salz möglich

▫ Formen des Salzens:

• „Salzbad“ (=gängigste Form!)

- Schwimmen lassen oder
- Fluten einzelner Käse oder von Käsestapeln (auf Horden mittels Aufzügen):
16 - 22%-iger Salzlake für nur knapp 1 Stunde bis zu mehreren Tagen, je nach Größe, Form und Härte der Käse sowie des erwünschten Salzgehaltes im Käse.
Temperatur der Salzbadlösung : 12° - 16°C
pH-Wert: Mit Milchsäure auf ~ 0,2 Einheiten unter jenen der Käse eingestellt.
Etwas Calciumchlorid-Zugabe zum Salzbad hilft ein zu starkes Ausdiffundieren von Calcium aus den Käsen zu verhindern

Lake muss periodisch "nachgeschärft" und sporadisch "gereinigt" werden

Beispiel Emmentaler: 1 - 3 Tage im Salzbad mit bis zu 22 % NaCl

Dennoch ist Emmentaler aufgrund seiner Dimension ein eher mild gesalzener Käsetyp

- Salzbad-Ausführungen:

- offene Wannen aus rostfreiem Stahlblech oder Kunststoff, ebenerdig stehend
- im Boden versenkte Betonbecken, beschichtet oder gefliest („Tiefsalzbäder“)
- im Boden versenkte gemauerte Rinnen („Schwemmsalzbäder“), in denen die Käse durch die neu ankommende Ware angeschoben und durch induzierte Strömung weiterbewegt werden. Am Ende der Rinne befindet sich eine Fördereinrichtung zur kontinuierlichen Entnahme der gesalzene Käse

• "Bruchsalzen" / Trockensalzen: Seltener oder zusätzlich angewandte Form der Salzauf- oder -einbringung. Spezifikum z.B. bei Cheddar (s. *oben*), Roquefort (1-3 T)

▫ Käse nach Salzbad

Im Regelfall erfolgt nach dem Salzbad „Abtropfen lassen“

- noch im Salzbadraum oder
- in einem gesonderten „Übergangsraum“

Danach werden die Käse in den Reifungsraum verbracht

• Käsereifung

Entspricht einer Lagerungszeit bei charakteristischem Umgebungsmilieu, wobei die zunächst eher geschmacksneutrale Grundmasse in den spezifisch-aromatischen Käseteig umgewandelt wird

Dieser Prozessschritt zählt zu den teuersten und sehr kritischen!
(Kapitalbindung über Wochen bis Monate, Risiko von Ausfällen)

▫ Lagerungsformen:

- Käse mit Naturrinde auf Gestellen, größere Käse meist auf Unterlags-"Brettern" (Holz ist nur bei best. Sorten zulässig!). Spezielle Sorten (Provolone) reifen in hängender Lage
- Rindenlose Käse werden vor Stapelung in Kisten oder Auflegen auf Stellagen:
 - unter Vakuum in Folie eingeschweißt ("foliert") oder
 - in heißes Paraffin getaucht ("paraffiniert") oder
 - in normal-temperierter Kunststoffmasse getaucht ("plastifiziert")
- Käse mit Oberflächenreifung erfahren eine sortenspezifische Behandlung und bedürfen während dessen einer Reihe von Pflegemaßnahmen (*siehe später*)

- Ursache der Käsereifung sind - je nach Milchsorte, Käsetyp, Technologie und Reifungsflora - unterschiedlich dominante enzymatische Umsetzungen

- Beteiligte Enzyme

- von der Rohmilchflora (ggf. auch nur dort gebildet worden)
 - von den Säureweckerkulturen
 - von speziellen Käsereikulturen
 - von einer allfälligen „Umgebungsflora“
- } Keime noch vital oder vielfach bereits autolysiert
- Chymosin und/oder Labersatzenzyme
 - Rohmilch-Proteasen: Plasminogen → Plasmin (Aktivierungsgrad?)
 - Enzympräparate als „Reifungsbeschleuniger“ wären sinnvoll um kürzere Reifungszeiten zu erzielen und ergäben sogar die Möglichkeit zur Produktion von Käse ohne Kulturenzusatz („Sterilkäserei“). In EU aber bisher unüblich!

Anm.: Je nach Lokalisation der mikrobiellen Komponenten wirken diese Enzyme ausschließlich im Inneren und/oder von der Oberfläche her eindiffundierend

- Stoffwechselwege

- Glykolyse des Milchzuckers zu Milchsäure (ist aber meist schon vorher - auf der Presse - weitestgehend abgeschlossen.
Heterofermentativer Lactose-Abbau ist Basis für vereinzelte, kleine Gärlochung)
- Proteolyse des Caseins
Hat den stärksten Einfluss in Bezug auf Textur und Aroma bei allen Käsen
Im Zuge der Käsereifung wird das Casein so weit verändert, dass auch das optische Erscheinungsbild eines Käseanschnittes einem grundlegenden Wandel unterliegt:
Die krümelige Struktur des jungen Käses geht in eine zusammenhängende, plastische Masse von gelblich glänzend bis matt im Anschnittbild über.
Anm.: Hierbei ist allerdings auch das Milchfett (Carotingehalt) beteiligt
Eine sehr stark proteolytische Oberflächenflora (*siehe Schmieren von Käse*) baut anteilsweise Casein über freie Aminosäuren bis zu NH_3 ab
- Lipolyse (mit freien FS und aromatischen Folgesubstraten) verursacht durch:
 - Schimmelpilzeenzyme bei Blauschimmelkäsen
 - Labpasten-Lipase bei Provolone, Pecorino
- Propionsäuregärung durch Propionibakterien aus Milchsäure insbesondere bei Emmentaler und verwandten Sorten mit großer Gärlochung

- Allgemeine Reifungsaspekte

- Temperatur und Luftfeuchtigkeit sind die bedeutendsten Milieufaktoren
Deren konstante Einstellung ist oft problematisch!
 - Räume mit Naturklimatisierung korrelieren im Regelfall mit saisonalen Erzeugungsrhythmen
 - Räume mit künstlicher Klimatisierung sind konstant einstellbar, aber auch nicht ohne Probleme
 - Generell gültig: Räume ohne wirksame Luftumwälzung entwickeln Raumhöhen-abhängige Mikroklimata.
Ein Umschichten der Käse innerhalb der Stellagen bedeutet hier daher auch einen gewissen „Klimawechsel“
Der Luftaustausch auch von Seiten der Konz. an NH_3 und CO_2 interessant!

- Im allgemeinen gilt für Temperatur / Zeit:

- * 12 - 14°C / einige Tage bei *Weichkäse*
- * 14 - 16°C / einige Wochen bei *Schnittkäse*
- * 10 - 14°C / einige Monate bei *Hartkäse*

Bei Hartkäsen aus Rohmilch gilt in vielen Ländern die sogen. 60 Tage-Regel für die Mindestreifzeit, aus sicherheitshygienischen Gründen. Folien- u. schimmelgereifte Käse erfordern eher tiefere Temp. (~10°C)

- Im allgemeinen gilt für Luftfeuchtigkeit:

- * 85-90 % („feucht“)
 - verhindert zu starke Rindenbildung
 - fördert Oberflächenflora (im Falle oberflächengereifter Käse, Schimmelkäse)
 - verhindert zu starken Wasserverlust
- * 65-70 % („trocken“)
 - verzögert Oberflächenschimmelbildung
 - fördert Antrocknung von (vorher) feucht gehaltener Oberflächenflora
 - sinnvoll bei "foliertem" Käse

- Besondere Reifungskonzepte

- „Heizkeller“: 20 - 24°C / ~ 4 Wochen
Charakteristikum bei Emmentaler (zur Ermöglichung der *Propionsäuregärung*).
Zusammen mit der Vorlagerung (~ 10°C / 2 - 4 Wochen) und der nachfolgenden Lagerung (~ 10°C / einige Wochen) resultieren Gesamtreifungszeiten bis zu 6 Mon.
- „Kaltreifung“: ~ 5°C / einige Monate. Charakteristikum bei Butterkäse
- „Langzeitreifung“: 10 - 14°C / 1 - 2 Jahre. Charakteristikum bei echtem Parmesan
- „Folienreifung“: Nach Salzbad-Abtropfraum werden Käse in Spezialfolien eingeschrumpft. CO₂-Durchtritt nach außen muss aber möglich sein.
Charakteristikum z.B. für Block-Emmentaler. Neue Entwicklung: "Reifungsfilme"
- „(Früh)Paraffinieren“: Nach Abtrocknung der Käse absichtlich sehr heiß aufgebracht. Charakteristikum bei Edamer-Kugeln, Provolone (viel Erfahrung erforderlich!)
- „Plastifizieren“: Überzüge kalt-härtender Dispersionen (Aufreiben, Tauchen)
- „Reifung in Salzlake“: Charakteristikum bei Weichkäsen vom Type Salzlakekäse, wie z.B. Feta in Dosen, oder verschiedene andere Sorten „Weißkäse“. Auch als Aufgussflüssigkeit für in der Verpackung gereifte Erzeugnisse
- „Reifung mit Trockensalzung ("Handsatz") Käse verliert dadurch noch Wasser
- „Reifung in Öl“: Keine Reifung im üblichen Sinne. Am ehesten mit dem Paraffinieren vergleichbar
- „Reifung plus zusätzlichem "Affinieren": Auftragen / Injizieren / Einlegen von/in: Essenzen, Wein, Most, Trebern, "Sulz", u.a.

- Allgemeine Käsepflege- und Behandlungsverfahren während der Reifung:

- Wenden der Käse im Abstand weniger Tage kann erfolgen:
 - manuell
 - mechanisch mittels Wendeeinrichtung (große Käse auch einzeln, kleinere immer im Stapel)
- Abreiben von Käsen mit Naturrinde (meist verbunden mit Wenden) zur Verhinderung des Ausbreitens sichtbarer Schimmelkolonien, erfolgt:
 - manuell mit feuchten/salzfeuchten Tüchern
 - mechanisiert mit Bürstmaschinen

- „Schmieren“ der Käsoberfläche von bakteriell-oberflächengereiften Käsen
Periodisches, ein- bis mehrmalig wöchentliches Auftragen bzw. Verteilen von stark proteolytischer „Rotkultur“-Bakterien (*Brevibacterium linens*, *Arthrobacter globiformis*, *Microbacterium species* u.a. "Coryneforme" Bakterien) mittels:
 - Handbürsten / Tüchern (nach System "alt - jung")
 - Bürstmaschinen („Schmierroboter“)
 - Aufsprühen
Dieses alternative „Schmieren“ vermeidet reinigungsproblematischen Bürsten

Hefen, die im Regelfall vor dieser Reifungsform eine Oberflächenentsäuerung bewirken, sind auch bei großtechnischer Herstellung meist Stämme aus der Umgebungsflora (*Saccharomyces*, *Debaryomyces*, *Candida*, *Geotrichum* u.a.)
Charakteristikum bei Käsen von Typ Romadur, Schloßkäse, Tilsiter, Appenzeller
- Besprühen der Käse mit Konidiensporensuspensionen (*Penicillium candidum*)
Möglichkeit zur Aufbringung dieses Pilzes auf die Oberfläche zusätzlich oder anstelle der Zugabe einer Sporensuspensionen in die Kesselmilch
Charakteristikum bei Käsen vom Typ Camembert, Brie, Doppelschimmelkäse
- Einarbeiten von Konidiosporen in Bruchmasse bei Innenschimmelkäsen anstelle der Zugabe einer Sporensuspensionen zur Kesselmilch
- Stechen / „Pikieren“ von (Innen)Schimmelkäsen:
Erfolgt beidseitig mit pneumatischen Nadelplatten 1 - 2 x / Reifezeit
Diese Lochung schafft Luftzutritt und Gasaustauschmöglichkeit zum Inneren.
In Verbindung mit einer Bruchlochung resultiert partieller Bewuchs („Adern“) mit „Innenschimmel“
Charakteristikum bei Käsen vom Typ Gorgonzola, Roquefort, Blue-Käse
- Spezielle Oberflächenbehandlungen nach der Reifung
 - Räuchern (nur bestimmten Sorten mit Rinde)
 - Abwaschen / Trocknen der Oberfläche (ggf. bei oberflächengereiften Käsen)
 - Entrinden (oft vor Portionierung)
 - Tauchen in Farbstofflösung (Farbstoff-VO differenziert, ob Rinde essbar oder nicht)
 - Tauchen in Natamycin-Lösung (max. 1 mg/dm²; negativ ab 5 mm von Oberfläche)
 - Tauchen in Propionsäure oder Sorbinsäure
- Bonitierung
Am Ende der regulären Reifung erfolgt stichprobenweise Überprüfung von:
 - Einzelstücken bei kleineren Käsen
 - „Böhrlingsproben“ bei größeren Käsen

Beurteilt / bewertet werden routinemäßig:

 - Aussehen (Inneres, Äußeres) - sortentypisch?
 - Konsistenz sortentypisch?
 - Geschmack / Geruch sortentypisch?
bzw. allenfalls fehlerhafter Geruch / Geschmack?
 - Lochung sortentypisch? bzw. allenfalls Fehllochung?

Auf dieser Basis erfolgt Einstufung in Qualitätsklassen, vorausgesetzt, die gesetzlichen Allgemeinvorgaben sind erfüllt (Zusammensetzung, Hygiene)

▫ Fehlgärungen

Die am häufigsten auftretenden Fehler sind:

• Frühblähung

- Ursache: Schon in den ersten Tagen bzw. schon auf der Presse einsetzende massive Vermehrung *coliformer Keime* insbesondere in der Käserandschichte bedingt/gefördert durch:

- zu langsame Säuerung (Restzuckervergärung)
- verzögerter Molkenablauf
- Käsestaub in der Randschichte
- unsauberes Arbeiten

Nur eher selten sind *Lactose-positive Hefen* und/oder *heterofermentative Lactobacillen* an einer Frühblähung beteiligt.

- Auswirkungen: Im Käseanschnittbild säumen eine Vielzahl kleinerer Löcher den Randbereich der Käse („Randnissler“), infolge von Gasbildung ($\text{CO}_2 + \text{H}_2$) durch Ameisensäuregärung aus Restlactose
Käseschnittbild mehr oder weniger beeinträchtigt, geschmacklich aber eher gering verändert

• Gegenmaßnahmen:

- Verhinderung von Säuerungsstörungen:

- Säureweckerwechsel, Prüfung auf Phagenbefall und auf Starter-agglutination; Kulturen-Rotationsplan im Falle von Phageninfektionen
- Prüfung auf Antibiotikarückstände (Grenzkonzentration?)
- Ausschaltung technologischer Fehler (z.B. zu langsame Molkendrainage, zu starke Käsestaubbildung im Randbereich)

- Erhöhte Sauberkeit

- Formen besser reinigen

• Spätblähung

- Ursache: Massive Entwicklung von *Clostridium tyrobutyricum* im Käseinneren. Innerhalb von Wochen bis Monaten entstehend, daher Risiko vorwiegend bei länger reifenden Schnitt- und Hartkäsen mit anaeroben Milieubedingungen

- Auswirkungen: Übermäßig viele und übergroße Gärlöcher („Gläser“), ggf. - je nach Plastizität des Teiges - auch Rissbildung („Blätterteig“) und letztlich Aufplatzen der Käse infolge starker Gasbildung ($\text{H}_2 + \text{CO}_2$) durch Buttersäuregärung aus Milchsäure

Käseschnittbild durchgehend unansehnlich, Rinde defekt, Geschmack und Geruch massiv beeinträchtigt (Buttersäure!)



normal

Spätblähung

Fehlgärungs-Anschnittmuster Emmentaler

- Gegenmaßnahmen:

- prophylaktische Vermeidung/Verminderung von Clostridiensporen in der Käseemilch, z.B. durch Prärierung von Silagefütterungsverzicht (sinnvollste Maßnahme)
 - Reduktion der Sporenzahl mittels *Bactofuge*® oder *Bacto-Catch*®-Verfahren (aufwendiger, Käsequalität ggf. nicht zufriedenstellend, ausbeutemindernd)
 - Verhinderung der Sporenauskeimung durch Zusätze von *Salpeter* (bei vielen Schnittkäsen möglich, nicht aber bei Emmentaler)
 - Lysozym und Nisin als Alternative prinzipiell zulässig (teurer, nicht so sicher)
 - Spezifische Phagen
 - Bacteriocin-bildenden Milchsäurebakterienkulturen („Schutzkulturenkonzepte“)
- } in Erprobung

- Nachgärung

Ein möglicher Fehler bei Emmentaler und anderen sogen. Großlochkäsen durch zu intensive Propionsäuregärung.

Gegenmaßnahmen umfassen alle Vorgangsweisen, die diese Gärung nach Erreichen des gewünschten Lochungsbildes stoppen sowie die Verhinderung von Enterococceninfektionen, die die Propionsäurebakterien durch ihre Stoffwechseltätigkeit offensichtlich besonders fördern

- Verpackung von Käse

- Generell gilt:

- Käse mit Naturrinde benötigen keine Überverpackung. Nicht essbare Rinde kann mit zugelassenen Farbstoffen gefärbt oder aber mit Brennstempel gemustert sein
- Andere Käse sowie portionierte Erzeugnisse: Verpackung muss das Produkt vor der Umgebung schützen - aber auch das Umgekehrte gilt!

Die Verpackung muss auch vor unerwünschter Verschimmelung schützen.

Dies gelingt u.a. durch:

- * Behandeln der Oberfläche mit Sorbinsäure
- * dichtes Anliegen der Verpackung (\pm Evakuierung)
- * Imprägnieren des Verpackungsmaterials mit (erlaubten) Fungiziden

- Verpackungsmaterialien

Eine Vielzahl von z.T. Käsesorten-typischen Materialien kommt in Frage. Z.B.:

- Papier: z.B. Pergamentersatz („Wachspapier“)
- Alu-Folien (0,1 - 0,2 mm, lichtdicht; lackiert): Lackschicht erhöht die mechanische Festigkeit, die chemische Resistenz, schließt Walzporen, verhindert Ankleben des Produktes und ist heißsiegelungsfähig
- Zellglas-Folien / Cellulosederivate: Cellulosehydrat oder Celluloseacetat; transparent oder eingefärbt
- Kunststoff-Folien: Warmverformbar, heißsiegelungsfähig, chemisch resistent, transparent oder eingefärbt; z.T. auch in Schlauchbeutelform, insbes. für plastische Käsemassen oder Stückware; auch vakuumverpackbar
- Paraffin / Wachs / Kunststoffdispersionen (= "Plasticoat") z.T. auch Mischungen hiervon, mit sortentypischen Paraffinfarben (meist: rot, gelb, schwarz), vorwiegend bei einigen Schnittkäsen und ggf. auch Hartkäsen

Anwendungs- und Auftragsformen von Folien/Überzügen:

- vor der Reifung („Frühparaffinierung“, „Reifungsparaffin“, „Reifungsfolien“ - s.o.)
- nach der Reifung erstmalig oder schon zum zweiten Mal (bei Paraffinierung) („Endparaffinierung“, „Verkaufsparaffin“)
 - diskontinuierlich (Taktverfahren) mittels Tauchbädern
 - kontinuierlich durch Tauchen oder Fluten in Karussell- oder Tunnelanlagen

Auftragungstemperaturen für:

- Paraffin — bei 75 - 110°C, mit nachfolgender Kühlung im Wasserbad
- PVC, Polyvinylacetat, Polyamid, Polyacrylat } aufgebracht bei niedrigeren Temperaturen ("Plastifizieren")
- Wachse, echtes/Imitate }
- Öle (z.B. Leinöl) }
- Dosen (Weißblech, Alu) }
- Kartons (beschichtet) } z.B. für Käse in Salzlake, ggf. Weichkäse
- Kunststoffbecher }
- Sonstige Materialien: Vielfältige Ideen bei speziellen bzw. lokalen Sorten, wie: Asche, Ruß, Tonerde, Blätter, geriebene Nüsse, Hanf, Jute, Holz u.v.a.m. Damit verbunden ist ggf. auch eine natürliche Farbgebung. Sauerstoff-adsorbierendes Material (Enzymbasis) soll sich bewähren.
- Abfüllung (z.B. pastöse Käsezubereitungen in "Stangenwurstform") in Formfolien

• Käseportionierung

- Industriell oder manuell (Käsetheke) in Form von:
 - Stücken (spezielle Teilmaschinen für unterschiedliche Anschnittformen)
 - geschnetzelt / gewürfelt (Raspel, Würfelschneider)
 - gerieben (oft nachgetrocknet)
- An Zusatzstoffen für fertig abgepackte, zerkleinerte Käse sind möglich:
 - Trennmittel (Stärke, Cellulose, Silikate)
 - Konservierungsmittel (Sorbinsäure)

Anm.: Abschnittreste eignen sich für Industriepizzakäse, Schmelzkäse oder Reibkäse - je nach Käsetyp und Reifegrad

• Käsebezeichnung / -kennzeichnung

Im nationalen und internationalen Handel von größter ökonomischer Bedeutung!

Prinzipielle Möglichkeiten:

- Sortenbezeichnung frei verwendbar / FiT-Angabe Pflicht, NaCl bisher nicht
- Sortenbezeichnung nur in bestimmten Ländern verwendbar (in bi- oder multilateralen Verträgen festgelegt)
- Sortenbezeichnung mit Zusatzangabe des Erzeugerlandes
- Phantasiebezeichnung mit Hinweis „nach Art“, „nach Type“ u.ä.
- Käse mit geographischer Ursprungsbezeichnung (nach spezieller EU-Verordnung)
- Käse nach nationalen Codex-Richtlinien hergestellt (z.B. zeitlich begrenzte Erzeugung, best. traditionelle Technologien, best. Spezifikationen u.v.a.)

SAUERMILCHKÄSE

Werden aus Industrietöpfen (=Magertöpfen) nach Formung durch oberflächliche Reifung mit Bakterien oder Schimmelpilzen hergestellt

Kochsalz und Gewürze werden vielfach beigegeben, gereifte Käse werden im Regelfall aber nicht zugemischt

- **Quargel**

Sind mit *Brevibacterium linens* und "verwandten" Keimen geschmierte Käse (siehe "Schmierkäse"), nach vorhergehender Entsäuerung der Käsoberfläche durch Hefen und/oder Zugabe von Ca-Carbonat als Neutralisationsmittel zur Ausgangs-Topfenmasse

- **Graukäse**

Sind Bruch-gesalzene, mit Hefen und Schimmelpilzen gereifte Käse

Bei industrieller Herstellung wird *Geotrichum candidum* eingesetzt, bei einfacheren Produktionen verlässt man sich auf die "Umgebungsflora"

- **Steirerkäse**

Sind gereifte „Thermotöpfen“: Säuregefällter Bruch wird in Molke bis 70°C erhitzt (somit wird auch denaturiertes Molkeneiweiß inkludiert), abgeschöpft, gepresst und bis zu 4 Wochen gereift.

Rissiges Gefüge erlaubt dabei Schimmelwachstum auch "innen"

Ggf. nachgetrocknet, meist zerkleinert / gerieben

Eine Braunfärbung durch die Maillard-Reaktion ist sortentypisch

Anm.: Aber auch Kochkäse werden teilweise als "Steirerkäse" angeboten

- **Kochkäse**

Wird Sauermilchkäse > 70°C erhitzt (=geschmolzen), gehört das Produkt definitionsgemäß bereits zur Gruppe Schmelzkäse (siehe auch dort)

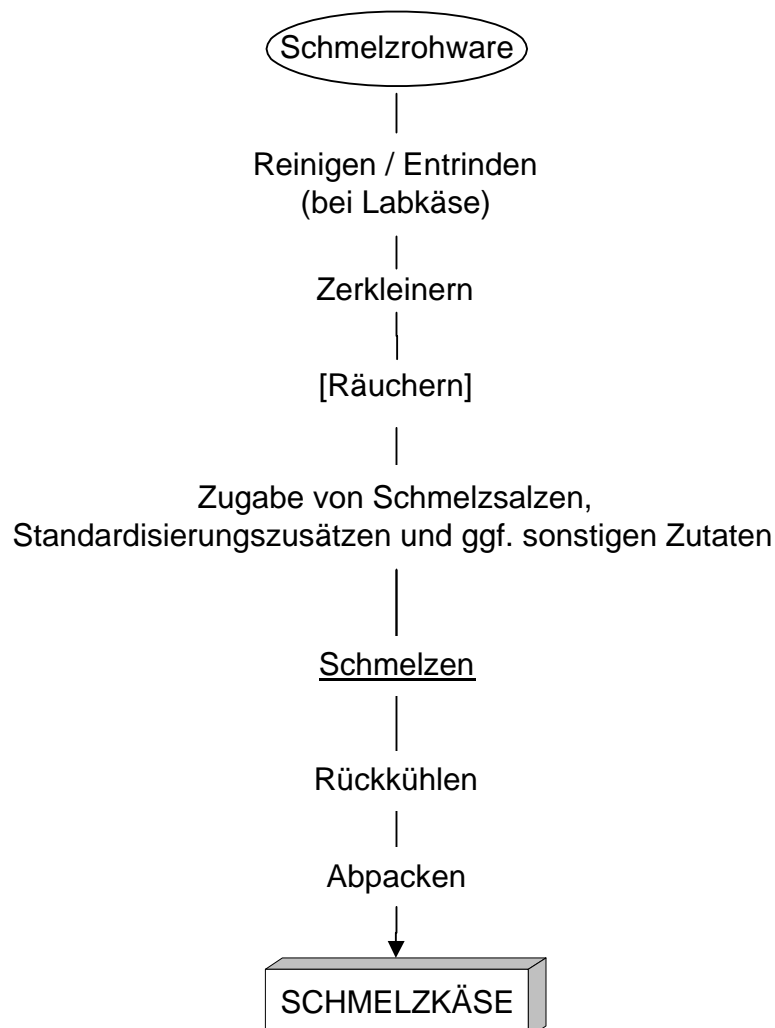
SCHMELZKÄSE

Erzeugnisse, die überwiegend aus gereiften Käsen - meist Mischungen verschiedener Sorten - und anderen Milchprodukten (als Zutat oder Standardisierungsmittel) nach Zusatz von Schmelzsalzen mittels thermischen Schmelzprozesses hergestellt werden und danach abpack- und verzehrsfertig sind

Standardprodukte

- **Schmelzkäse, streichbar oder schnittfest**
- **Schmelzkäse** aus bestimmter Käsesorte
- **Kochkäse** sind geschmolzene Sauermilchkäse
- **Frischkäse, geschmolzen** sind ein Spezialsegment der Schmelzkäse
- **Schmelzkäsezubereitungen**
 Erzeugnisse aus Schmelzkäse mit anderen Lebensmitteln.
 Diese Lebensmittelzutaten werden - ausgenommen Kräuter und Gewürze - auch mengenmäßig angegeben

Produktionsstufenschema von Schmelzkäse



Anmerkungen zur Technologie von Schmelzkäse

• Schmelzrohware

Vorwiegend Käse vom Typ Hart- oder Schnittkäse in den verschiedenen FiT-Stufen.
Einwandfreier Geschmack erforderlich, nur visuell erkennbare Käsefehler problemlos
Zusammenstellung der Schmelzrohwarenpartie abhängig von:

➤ Endproduktdeklaration:

- Schmelzkäse beliebige Mischungen möglich
- Schmelzkäse aus bestimmter Käsesorte } $\geq 75\%$ der Rohware von der deklarierten Sorte
- wenn laut Ö-Codex hergestellt

➤ Textur / Plastizität des Endproduktes

Ob streichfähige oder schnittfeste Sorte, entscheidet neben der

- Schmelzsalztype (*siehe später*) vor allem auch
- Reifungsgrad der Rohware: Definierbar ist diese Eigenschaft mit dem „Relativen Caseingehalt“ d.i. das noch nicht enzymatisch abgebaute (= intakte) Casein in Prozent des Gesamteiweißgehaltes. Eine Korrektur dieses Wertes ist auch mit Nicht-Käse-TM (z.B. Reincasein) möglich. Der Reifungsgrad hat wesentlichen Anteil an der Struktur des fertigen Schmelzkäses

	<u>Intaktes Casein</u>	<u>Käsealter</u>	<u>Struktur</u>
streichbar	< 70 %	hoch	„kurz“
schnittfest	> 90 %	gering	„lang“

- Wassergehalt / Trockenmassegehalt

- Fettgehalt des Endproduktes: Je höher FiT, desto weicher auch das Endprodukt

• Reinigen / Entrinden

Nach vollständigem Entfernen von Verpackungsüberzügen, erfolgt bei vorherigem Dämpfen mechanisches Entfernen von harter Rinden - sofern nicht rindenlos erzeugt
Ggf. Abwaschen feuchter Käseschmiere - sofern solche Käse überhaupt mitverwendet werden

• Zerkleinern

- Grobzerkleinerung: Durch Schneidewerkzeuge auf Würfelgröße oder aber sofortige Feinzerkleinerung
- Feinzerkleinerung:
 - Walzen
 - Passiermaschinen / Wolf

• Räuchern (nicht obligat)

Im Falle von „Räucherschmelzkäse“ wird die zerkleinerte Rohware einer Räucherung unterzogen oder aber geräucherte Rohware (mit)verwendet

• **Standardisierungszusätze, Schmelzsalze, Sonstige Zusätze/Zutaten**

Die Zugaben erfolgen entweder

- In Vormischern / Mischschnecken (für größere Charge)
- auch direkt im Schmelzkessel (bei kleineren Chargen)

➤ **Standardisierungszusätze / Zutaten**

Aus der Rohwarenmischung und dem angestrebten Endproduktspezifikationen errechnet sich der Standardisierungsbedarf (bis zu 50% der Rezeptur):

▫ **Fettgehalt** (entsprechend FiT)

- Rahm
- Butter / Butterreinfett

▫ **Milchtrockenmasse**

- Milcheiweißerzeugnisse
 - Milchpulver, Molkenpulver
 - Milchzucker
- } Aber nur begrenzte Mengen

▫ **Wasser** (insbes. bei streichfähigen Sorten)

Mit zu berücksichtigen ist hier aber die Einbringung von Wasser ggf. durch:

- Zusatzstoff-Auflösungen, Wassergehalt der flüssigen Zutaten
- Kondensatbildung (im Falle von Direktdampfbeheizungen)

➤ **Schmelzsalze**

▫ **Funktionen:**

- Fett-Emulgierung
- Eiweiß-Stabilisierung, vor allem durch Ionenaustausch (Na/K gegen Ca), Calciumbindung (In Summe: „Eiweißaufschluss“)
- Puffersubstanzeffekte

▫ **Salztypen**, einzeln oder in Kombination, kommen vorwiegend zum Einsatz:

- **Phosphate:** *Ortho-, Bi-, Tri-* und höhere, lineare *Polyphosphate* als Na- oder K-Salze. Dominieren bei streichbaren Sorten
- **Citrate:** *Tri-Na-Citrate*. Dominieren bei schnittfesten Sorten

Zusatz in Form wässriger Lösungen, in Mengen von 2 - 4 Gew% (berechnet als wasserfreie Substanz), jedoch max. 0,9 % Phosphor im Endprodukt erlaubt

➤ **Mittel zur pH-Einstellung:**

Angestrebt wird ein pH-Wert zwischen 5,5 - 6,0. Wenn erforderlich und nicht schon mittels Schmelzsalzen erreichbar erfolgt Korrektur mit:

- Milchsäure / Citronensäure
- NaHCO₃ / CaCO₃

➤ **Sonstige Zusätze**

- **Konservierungsmittel** (optional)
 - Sorbinsäure
 - Nisin

- Farbstoffe (optional)
 - natürliche Carotine
 - synthetische Carotine

➤ **Sonstige Zutaten** (insbes. auch im Falle von Schmelzkäsezubereitungen)

- Diverse Lebensmittel (Schinken, Gewürze u.v.a.m.)
- Vitamine und Mineralstoffe (optional)
- Kochsalz (sofern erforderlich)

• **Schmelzen**

- Thermische Umwandlung der zäh-elastischen Rohware in eine homogene, schnittfeste oder streichbare Masse mit Hilfe von Schmelzsalzen (Ionenaustausch- und Emulgatoreffekte) unter intensivem Rühren zur:

- homogenen Verteilung der Standardisierungszusätze
- homogenen Einarbeitung anderen Zutaten
- Erzielung und Aufrechterhaltung der Emulsion
- Strukturänderung Rohware - Schmelzkäse („Cremieren“)

- Schmelzbedingungen sind äußerst betriebsspezifisch, möglich sind (ohne Steig- und Fallzeiten):

70°C 0,5 Min → Mindestanforderungen

80°C	~ 15 Min	} Meist angewandt in diskont. Systemen und als Vorerhitzung vor UHT
100°C	~ 10 Min	

145°C einige Sek Meist angewandt in kontinuierlichen Systemen (UHT)

- Das Schmelzen erfolgt - je nach Anlagendimensionierung - mittels:

★ Schmelzrohre / Kochextruder ("Schmelztunnel")

Ein kontinuierlicher Schmelzprozess basiert auf einer Kombination aus Vorerhitzung und UHT-Erhitzung

Horizontale oder vertikale Rohrsysteme mit indirekter oder aber nur Direkt(dampf)beheizung, Heißhaltezone und evakuierbare Rückkühlbehälter. Verdrängerpumpen fördern die noch kühle Käsemasse zum Erhitzer

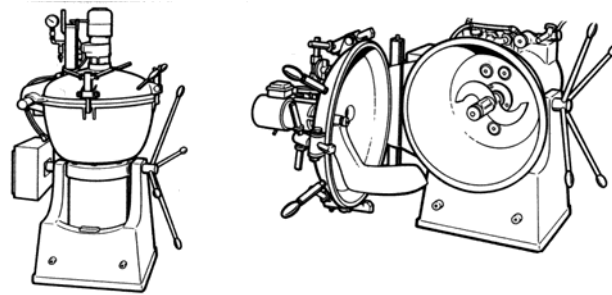
Eine Nachbehandlung in einem Rührbehälter („Nachcremierbehälter“) zur Erreichung der gewünschten Konsistenz der Masse bei gleichzeitiger weiteren Rückkühlung ist insbes. bei streichbaren Käsemassen von großer Bedeutung

★ Schmelzkessel („Kutter“):

Diskontinuierlicher Schmelzprozess im Taktverfahren (früher; kleinere Mengen)

Autoklaven-ähnliche Druckkessel mit Doppelmantel (beheizbar / rückkühlbar) und Spezialrührwerk, ggf. auch mit Direktdampfbeheizungsmöglichkeit

Bei Schmelzkesselarbeit war es üblich, Reste (bis ~ 5 %) einer vorhergehenden Schmelze ("Vorschmelzware") im Kessel zu belassen, weil sich das positiv auf den nachfolgenden Schmelzvorgang auswirkte



Schmelzkessel (Aus: Alfa-Laval-Handbuch)

• Abpackung

Die Abpacktechnologie orientiert sich nach der Art des Schmelzkäses:

➤ Streichfähige Schmelzkäse(cremen) und Schmelzkäsezubereitungen

- Schmelzkäse-"Ecken" / Kleinportionen

Auf ~ 70°C rückgekühlte Schmelzkäsemasse wird über Siebe zur Abpackmaschine gepumpt und mittels Kolbendosierer abgefüllt. Die Masse erstarrt nach Portionierung / Einschlagen in Alu-Folie (hochleistungsfähige Portionier- und Foliermaschinen). Danach Überverpackung in Schachteln. Kühlpflichtiges Produkt, Kühlunterbrechung jedoch unkritisch

- Andere Versionen

Breite Palette an traditionellen und innovativen Verpackungsformen. Auch Heißabfüllung in Dosen (evakuiert), Bechern, Tuben oder Kunststoff-Schlauchfolien (wie bei Wurstwaren), ist geläufig. Dosenware ist besonders gut haltbar

➤ Schnittfeste Schmelzkäse / Schmelzkäsescheiben

- Verpackung von Scheibenstapel:

Aufstreichen der heißen Schmelzkäsemasse auf ein gekühltes Stahlband oder auf Kühlwalzen. Nach Erstarren erfolgt Zuschnitt in Einzelscheiben, paketweises Stapeln und Einschweißen in Kunststoffolie. Trennmittel sind hier zulässig (z.B. Öl, Stärke)

- Einzelverpackung:

Unmittelbares Einfüllen der heißen Käsemasse in eine endlos-Schlauchfolien, die danach trennverschweißt, durch Kühlbad gezogen und schließlich quer getrennt werden

NEBENPRODUKTVERWERTUNG

Die Palette der Nebenprodukte der Milchbe- und -verarbeitung umfasst:

*≈ Anfall / Jahr
(Österreich, 2003)*

- **Magermilch** von (Butter- und Rahmerzeugung) 450.000 t
- **Buttermilch** (von Buttererzeugung) 35.000 t
- **Molke** (vorwiegend von Käseereien) 1.300.000 t

Zusammensetzung durchschnittlich)

	<i>Magermilch</i>	<i>Buttermilch^{*)}</i>	<i>Molke</i>
Trockenmasse (%)	8,5	8,5	6
Eiweiß (%)	3,2	3,2	0,7
Fett (%)	0,2	0,5	0,2
Lactose (%)	4,8	4,6	4,6
Lecithin (ppm)	150	1500	150

^{*)} nicht fermentiert

Weiters fallen an:

- **Butter-Waschwasser** (= verdünnte Buttermilch)
- **Käsebruch-Waschwasser** oder -Brühwasser (= verdünnte Molke)
- **UF-Permeat** (= verdünnte Molke)
- **Casein-Waschwasser** (= verdünnte Molke)
- **Milchzuckermelasse** (= zuckerangereicherte Klarmolke / Permeat)
- **Tropfmilch / Spülmilch**
- **Bruchstaub** (zu klein geschnittenes Bruchkorn)

Anm.: Die Verwertung der Abläufe entspricht auch einer Abwasserentlastung!

MAGERMILCHVERWERTUNG

- Indirekte Standardisierung von Werkmilch
- **Trinkmagermilch**
- **Magermilchpulver**
- **Magertopfen / Industrietopfen** *)
- **Casein / Caseinate / Copräzipitate** *)

Siehe Kapitel:
Molkereimäßige Behandlung
Trinkmilch
Trockenmilch
Ungereifte Käse
Milcheiweißerzeugnisse
(nicht in dieser LV inkludiert)

- Flüssigverfütterung
 Magermilch-Rückgabe an Landwirte als Futtermittel auch „angesäuert“

*) nur Teilverwertung; Nebenprodukt: Molke!

BUTTERMILCHVERWERTUNG

Je nach Butterungsprozess fallen an:

➤ Süße Buttermilch

Analoge Verwertungsmöglichkeit wie bei Magermilch
 Unterschiede zu Magermilch sind lediglich

- höherer Fettgehalt (~ 0,3 - 0,6 %)
- hoher Gehalt an Fettkügelchenmembrananteilen (insbes. Lecithin)

➤ Saure Buttermilch

Zusätzlich sind hier an Differenzen zu Magermilch zu berücksichtigen:

- Säuregrad höher / pH niedriger
- Lactosegehalt reduziert
- Casein geronnen

Verwertung vorwiegend für:

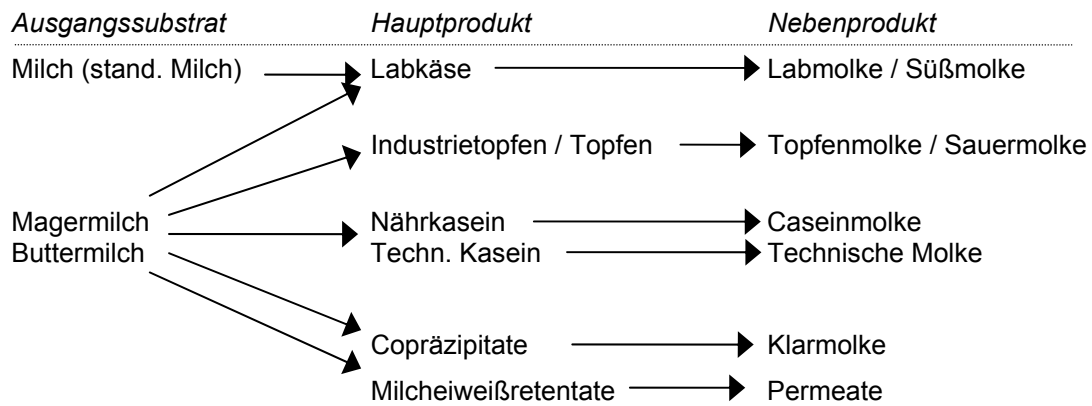
- **Trinkbuttermilch** (vorwiegend in Form saurer Buttermilch)
 „Echte“ Buttermilch zeigt aber Probleme bei der Haltbarkeit
 (Absetzen von Casein, Geschmacksfehler)
- **Buttermilchpulver**
 - süßes BMP (ähnlich verwertbar wie Magermilchpulver)
 - saures BMP (für Lebensmittel)
 - neutralisiertes - vorerst saures - BMP (für Futtermittel)
 Neutralisiert besser zu vertrocknen, aber höherer Salzgehalt im BMP!
- Buttermilchtopfen
 Nicht sehr verbreitet, nur Teilverwertung weil Nebenprodukt Molke
- Flüssigverfütterung

MOLKENVERWERTUNG

Große Mengen und dezentralisierter Anfall (in Österreich) erschweren die Nutzung. Relativ geringer Trockenmasse-Gehalt (~ 6 %), wobei ~ 70 % hiervon Lactose sind; relativ hoher Salzgehalt.

Unterschiedliche Molkentypen zeigen heterogene Zusammensetzung im Detail

➤ **Molkentypen** (Übersicht)



Anmerkung: Auch "Süßmolke" (~ pH 6) zeigt starke Säuerungstendenz!

Wenn sie in ungesäuerter Form erhalten werden soll, muss man - je nach Verwendungszweck:

- kühlen
- pasteurisieren
- chemisch konservieren
- trocknen

➤ **Variationen in der Zusammensetzung** von Molken verschiedener Herkunft

- Effektive Trockenmasse
- Restfettgehalt
- Restcaseingehalt („Caseinstaub“)] kann infolge nachträglicher Zentrifugation sehr niedrig sein
- Molkeneiweiß (nicht mehr enthalten bei "Ultrafiltrations-Käserei")
- Lactose / Restlactose ↔ MS / Galactose / pH / SHZ
- Salzgehalt (ggf. von Zusätzen, ggf. von techn. Säurefällungsmittel)

↓	↓
♦ Nitrat	♦ Sulfat
♦ Calcium	♦ Chlorid
- Restgehalt an Enzympräparaten
 - ♦ Labpräparate
 - ♦ Katalase (früher als Rückstand des „PK-Verfahrens“)
 - ♦ Lysozym
- Gehalt an spezifischen mikrobiellen Stoffwechselprodukten, insbes.:
 - ♦ B-Vitamine
 - ♦ Acetylmethylcarbinol (AMC)
 - ♦ flüchtige Säuren
 - ♦ Enzyme der Reifungsflora
- Radionuklid-Belastung (war Sonderfall nach Tschernobyl-Unfall, 1986)

➤ **Verwertung vorwiegend für:**

▫ **Flüssig-Verfütterung**

Bisherige Hauptverwertungsform!

Original oder als noch flüssiges Konzentrat von Labmolke, gesäuerter Labmolke oder Sauermolke

▫ **Molkengetränke**

Ein relativ kleines, aber ökonomisch interessantes Marktsegment.

Vorwiegend in Form von Mischgetränken mit Fruchtsäften

▫ **Molkenkonzentrate**

Durch thermische Eindampfung: Erhalt pastöser („Molkenpaste“) oder bereits erstarrte („Blockmolke“) Erzeugnisse, die aus Molke durch Aufkonzentrierung, ggf. plus Zusatz von Rahm oder Milch, hergestellt werden

Der Überbegriff ist „Molkenkäse“ (Siehe auch Kapitel Ungereifte Käse)

Durch Umkehrosmose eingeeengte Konzentrate mit unterschiedlicher Trockenmasse, ggf. auch erst nach (Teil)Verzuckerung der Lactose

▫ **Molkenpulver**

- Als Futtermittelkomponente (Quellmehle für Kälber: Molke plus Stärke)

Im Regelfall Molkeanlieferung an Trockenwerke in durch Verdampfung oder (selten) durch Umkehrosmose vorkonzentrierter Form (18 - 25 % TS)

Weitere Aufkonzentrierung / Eindampfung auf ~ 60 % Trockenmasse und anschließende Rückkühlung im Rührtank während mehrerer Stunden zur Ausbildung von nicht-hygrokopischem α -Lactose-Hydrat

Danach Sprüh- oder Walzentrocknung (siehe Trockenmilch) auf einen Restwassergehalt von - je nach Endprodukt - zwischen 5 - 8 %

- Als Lebensmittelkomponente (unverändert)

Aber „Extra-Qualität“, d.h. mit geringem Nitrat- und HFM-Gehalt.

Für Backwaren, Schmelzkäse, etc.

- Als Lebensmittelkomponente (mit Inhaltsstoffmodifikation vor Trocknung)

Für Kindernährmittel (überwiegend!), diätetische Produkte u.a.

• Enteiweißung (Präzipitation; UF) → ▫ **Permeatpulver**

• (Teil)Entsalzung (Elektrodialyse, Nanofiltration) *) → ▫ **(Teil)Entsalztes Molkenpulver**

• (Teil)Entzuckerung (Kristallisation) → ▫ **(Teil)Entzuckertes Molkenpulver**

• Lactosehydrolyse (enzymatisch) → ▫ **Lactose-reduziertes Molkenpulver**

▫ **Molke als Basis für Fermentationen**

• Molkenhefe → Futtermittel (Futterhefe)

• Organische Säuren (Milchsäure, Essigsäure, Citronensäure)

→ technische und lebensmitteltechnologische Verwertung

• Molkensprit (Biosprit)

• Methangärung (Biogas)

• Penicillingewinnung

• Dextrangewinnung

} Technische Verwertung

} Medizinische Verwendung

□ Gewinnung einzelner Molkeninhaltsstoffe

• Molkenrahm

Sofern „Fettmolken“ mit noch 0,1 - 0,3 % Restfettgehalten (z.B. bei Hartkäse) vorliegen kann man:

- Abrahmen (Zentrifuge) zur Gewinnung von - rückgeköhltem - **Molkenrahm** bzw.:
 - **Molkenrahmbutter** (siehe Butter)
 - **Standardisierungsfett** für Schmelzkäse, u.U.. auch Käse (aber Phagengefahr!)
- Abrahmen nach Erhitzen (Zentrifugalentrahmen) (= „Schotten“ der Molke) zur Gewinnung von hitzedenaturiertem Molkeneiweiß plus Fett:
 - **Rahmschotten** (Siehe nächsten Punkt)

• Molkeneiweiß

Gewinnung durch:

- Erhitzen von Molke (Molkeneiweiß-Präzipitat)
- Ultrafiltration von Molke (Molkeneiweiß-Retentat)

(Mit)Verwendung des Molkeneiweißes als/bei:

- **Schotten / Rahmschotten / Zieger**
 - **Topfen / Frischkäse** "mit erhöhtem Molkeneiweißgehalt"
 - **Gereifte Weichkäse** "mit erhöhtem Molkeneiweißgehalt" (eher noch selten)
 - **Molkeneiweißpulver** Technologische Basis ist auch hier wieder die UF. Wenn hochreines Eiweißprodukt erzeugt werden soll, wird meist mit "Diafiltration" gearbeitet, ggf. zusätzlich auch noch mit "Dephospholipidation" **)
- Nach diesem technologischem Schritt bleibt eine eiweißfreie Molke über:
- **Klarmolke / Permeat** → □ **Permeatpulver**

} Siehe Kapitel
"Ungereifte Käse"

- Milchzucker / Lactose → □ **Milchzucker-Raffinade**
(Pharma-Qualität oder für Kindernährmittel)

➤ Entsorgung

Nötig, wenn absolut keine rentable Verwertungsmöglichkeit besteht:

- Abwasser / Vorfluter (früher z.T., heute unmöglich)
- Abwasser / Kläranlage / Biogasanlage
- Verregnung
- Trocknen plus „Endlagern“: Sonderfall radioaktiv belasteter Molke (1986)

*) Elektrodialyse: Membrantrennverfahren mit semipermeablen Membranen und Gleichstromelektroden-Kammern zur Salzionenentfernung.
Nanofiltration: Membrantrennverfahren mit Pumpendruck (Porendurchmesser ~ 1 nm), zur Salzionenentfernung. Konzept ist UF-analog

**) Diafiltration: UF plus Retentat-Verdünnung mit Wasser, um den ionalen Salzanteil (inklusive Restzucker) auszuwaschen.
Dephospholipidation: Entfernung von FKM-Resten durch Ausfällung mit CaCl₂ mit anschließender Zentrifugation

LITERATURHINWEISE

Fachbücher

- Alfa-Laval: **Handbuch der Milch- und Molkereitechnik**, Th. Mann Gelsenkirchen
- Belitz, H.-D., Grosch, W.: **Lehrbuch der Lebensmittelchemie**, Springer Verlag, Berlin (1992)
- Early, R.: **The Technology of Dairy Products**, Blackie Academic & Professional, London (1998)
- Fox, P.F.: **Advanced Dairy Chemistry** (Vol. 1 - 4), Chapman & Hall, London (1995)
- Harper & Hall: **Dairy Technology and Engineering**, AVI-Verlag (1976)
- Hetzner, E.: **Handbuch Milch**, Behr's Verlag, Hamburg (1992)
- Kammerlehner, J.: **Käseereitechnologie**, Verlag Freisinger Künstlerpresse (2003)
- Kessler, G.H.: **Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik - Molkereitechnologie**, Verlag A. Kessler, Freising (1996)
- Kiermeier, F., Lechner, E.: **Milch und Milcherzeugnisse**, Verlag P. Parey, Berlin (1973)
- Kotterer, R., Münch, S.: **Untersuchungsverfahren für das milchwirtschaftliche Laboratorium**, Th. Mann, Gelsenkirchen (1985)
- Loos, H., Nebe, T.: **Das Recht der Milchwirtschaft in der EWG**, Vol. I - IV: EWG, Vol. VI: Österreich, Behr's Verlag, Hamburg (1980/1996)
- Mair-Waldburg, H.: **Handbuch der Käse**, Volkswirtschaftlicher Verlag, Kempten (1974)
- Renner, E.: **Lexikon der Milch**, Volkswirtschaftlicher Verlag, München (1988)
- Renner, E.: **Milk and Dairy Products in Human Nutrition**, Volkswirtschaftl. Verlag, München (1983)
- Renner, E.: **Molkereimaschinen und Verfahren**, Milchwirtschaftlicher Fachverlag, Bonn (1987)
- Robinson, R.K.: **Dairy Microbiology**, Elsevier Appl. Science, London (1981)
- Robinson, R.K.: **Modern Dairy Technology**, Vol. 1: Advances in Milk Processing Elsevier Appl. Science, London (1986)
- Roginski, H.: **Encyclopedia of Dairy Science**. Academic Press, San Diego (2002)
- Schlimme, E. (ed.): **Kompendium zur milchwirtschaftlichen Chemie**, VW-Verlag, München (1990)
- Schlimme, E., Buchheim, W.: **Milch und ihre Inhaltsstoffe**, Th. Mann, Gelsenkirchen (1995)
- Smit, G., Dairy processing - Improving quality, CRC Press, New York, 2003
- Spreer, E.: **Technologie der Milchverarbeitung**, Behr's Verlag, Hamburg (1995)
- Varnam A.H., Sutherland, J.P.: **Milk and Milk Products**, Chapman & Hall, London (1994)
- Voss, E.: **Milchwirtschaftliche Technologie in Fragen und Antworten** Volkswirtschaftlicher Verlag, 2. Auflage
- Walstra, P. et al.: **Dairy Technology**, Marcel Dekker, Inc., New York (1999)
- Walstra, P., Jenness, R.: **Dairy Chemistry and Physics**, J. Wiley & Sons, New York (1984)
- Webb, B.H., Johnson, A.H.: **Fundamentals of dairy chemistry**, AVI-Verlag (1965)
- Weber, H.: **Mikrobiologie der Lebensmittel, Milch und Milchprodukte**, Behr's Verlag, Hamburg (1996)

Fachzeitschriften

Australian Journal of Dairy Technology, Deutsche Milchwirtschaft, dmz Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft, European Dairy Magazine, International Dairy Journal, International Journal of Dairy Technology, Journal of Dairy Research, Journal of Dairy Science, Journal of Food Protection, Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte

FRAGENSAMMLUNG

„Rohstoff“ Milch: Qualitative und quantitative Betrachtung

Technologisch relevante Eigenschaften von Milchfett

Besonderheiten im Fettsäurespektrum von Milchfett

Technologisch relevante Eigenschaften minorer Milchinhaltsstoffe (Fettbegleitstoffe, NPN,...)

Physiko-chemische Stabilisierung/Destabilisierung der Fett-in-Wasser-Emulsion „Milch“

Biochemische Charakteristika von Milchfett

Laktose: Aufbau und Eigenschaften

Welche technologischen Prozesse nehmen Einfluss auf den Laktosegehalt in Milchprodukten?

Laktosehydrolyse: Ursachen, Auswirkungen, Bedeutung

Komponenten der Milcheiweißfraktion

Molkeneiweißkomponenten: Arten und Bedeutung

Physico-chemische Stabilisierung/Destabilisierung der nativen Caseinsuspension „Milch“

Casein: biochemische und technologisch verwertbare Eigenschaften

Peptide („Pepton“) und NPN-Substanzen in Milch: Definition und Bedeutung

Milchsalze: Definition und technologische Eigenschaften

Mögliche praxisrelevante Geruchs- und Geschmacksfehler in Milch und Milchprodukten

Enzyme in Milch: Arten und Bedeutung

Minore Komponenten in Milch: Arten und Bedeutung

Zelluläre Inhaltsstoffe in Milch: Arten und Bedeutung

Rohmilchkeimzahl: Dimension und beeinflussende Faktoren

Der Fehler "Oxidationsgeschmack" in Milch und Milchprodukten

Welche Verfahrensschritte beinhaltet eine molkereimäßige Grundbehandlung der Milch?

Milchfettstandardisierung: Definition und technologische Möglichkeiten

Milcheiweißstandardisierung: Definition und technologische Möglichkeiten

Was versteht man unter Reinigen der Milch?

Bau- und Funktionsprinzip von Zentrifugen in der Milchtechnologie

Sinn und Formen der Pasteurisierung und Sterilisation von flüssigen Milchprodukten

Sinn und technologische Möglichkeiten der Homogenisierung von Milch

Funktionsschema einer Milchpasteurisierungslinie (Plattenapparat)

Möglichkeiten der Trinkmilchabfüllung und Verpackung

Wie ist Trinkmilch definiert und was bestimmt die Sortenvielfalt?

H-Milch und Sterilmilch: Definition und Technologien

Vor- und Nachteile einer UHT-Erhitzung gegenüber einer Pasteurisierung oder Autoklavierung

Anforderungen an eine Aseptik-Linie bei H-Milchprodukten

Rahmprodukte: Typen und Technologie

Spezifische Stoffwechselleistungen von milchtechnologisch nutzbaren Mikroorganismenkulturen

Allgemeine technologische Grundsätze bei der Herstellung flüssiger Sauermilchprodukte

Technologie der Zumischung von Fruchtzubereitungen

Spezialsauermilchsorten (Probiotika): Welche Kultureneigenschaften werden hierbei ausgenützt?

Wie sind Säurewecker definiert, welche Einsatzmöglichkeiten existieren?

Welche Kriterien bedingen verschiedene Buttersorten?

Zusatz- und Hilfsstoffe bei der Buttererzeugung

Wie ist „Sauerrahmbutter“ ohne Anfall von saurer Buttermilch herstellbar?

Ziel und Ausführung der physikalischen und biologischen Rahmreifung bei der Butterproduktion

Variationen bei Buttereikulturen

Möglichkeiten der Beeinflussung der Butterkonsistenz

Butter: Sorten und Technologie

Faktoren, die die Buttersausbeute beeinflussen

Grundsätze zur Herstellung von Dauermilcherzeugnissen

Kondensmilch: Definition und Technologie

Gezuckerte Kondensmilch: Definition und Technologie

Vollmilch-, Magermilch-, Molkenpulver: Wie unterscheiden sie sich?

Allgemeines technologisches Schema zur Herstellung von Sprühtrockenmilch

Differenzen bei der Trockenmilchherstellung mittels Sprüh- und Walzenverfahren in Technologie

Allgemeine Technologie der Topfen- und Frischkäseherstellung

Welche Möglichkeiten bietet der Einsatz der Ultrafiltration in der Käsetechnologie?

Was versteht man unter Frischkäse mit erhöhtem Molkeneiweißgehalt?

Was ist „Industrietopfen“, wozu wird er vorwiegend verwendet?

Was unterscheidet Thermotopfen und thermisierten Topfen in Zielsetzung und Technologie?

Grundlegende Aspekte zur Unterteilung der Käsesortenvielfalt

Allgemeines Prinzipschema der Herstellung gereifter Käse

Zusätze zur Kesselmilch im Rahmen der Käseerzeugung: Welche Möglichkeiten?

Was ist der Unterschied zwischen Frischkäse, Labkäse und Sauermilchkäse?

Definition von Lab und Labersatzenzymen

Erwünschte und unerwünschte Gärungsvorgänge während der Käsereifung

Spezielle Käsepflege- und Behandlungsverfahren während der Reifung: Ziele, Möglichkeiten

Welche technologischen Kriterien entscheiden darüber, ob Hart-, Schnitt- oder Weichkäse hergestellt wird?

Prinzipschema der Schmelzkäseerzeugung

Was sind Schmelzsalze?

Welche Zutaten und/oder Zusatzstoffe sind bei der Schmelzkäseerzeugung einsetzbar?

Zusatzstoffe in der Milchwirtschaft: Möglichkeiten und Zielsetzungen

Enzyme in der Milchtechnologie: Möglichkeiten und Zielsetzungen

ANHANG (für Spezialisten)

MILCHEIWEISERZEUGNISSE

Aus Milch, Magermilch, Buttermilch und/oder Molke sind - bei getrennter Aufarbeitung - Casein (Kasein) und Molkeneiweiß in gereinigter Form (70 - 90 % Eiweiß in der Trockenmasse - je nach Erzeugnis) gewinnbar. Das gesamte Milcheiweiß umfasst beide Fraktionen im Verhältnis ~ 80 : 20 % (bei Kuhmilch). Casein als solches ist nur redispergierbar, Casein-Alkali-Salze, die sogen. Caseinate (Kaseinate), ergeben z.T. lösliche oder verquellbare Produkte.

Nach hygienischer Qualität wird unterschieden in:

- Produkte für den Nahrungsmittelbereich (Vielzahl von Rezepturen zur Eiweißanreicherung und als Verdickungsmittel); Herstellung diätetischer Lebensmittel (hypoallergene Peptide); Herstellung von Fettersatzprodukten (Simpless®)
- Produkte für den technischen Bereich (hygienisch weniger anspruchsvoll; für Kitte, Leime, Farben, Papierglättmittel, Mörtelzusatzstoffe; als Basis für Kunsthorn; als Basis für Pepton für die Mikrobiologie)

Nach Restwassergehalt wird unterschieden in:

- Nassprodukte (Zwischenerzeugnisse, noch ca. 40 % Restwassergehalt)
- Trockenprodukte (zwischen 6 - 12 % Restwassergehalt, je nach Produkt)

Das Molkeneiweiß kann sowohl als Komponente vom Gesamtmilcheiweiß als auch in separat gewonnener Form nativ oder denaturiert sein.

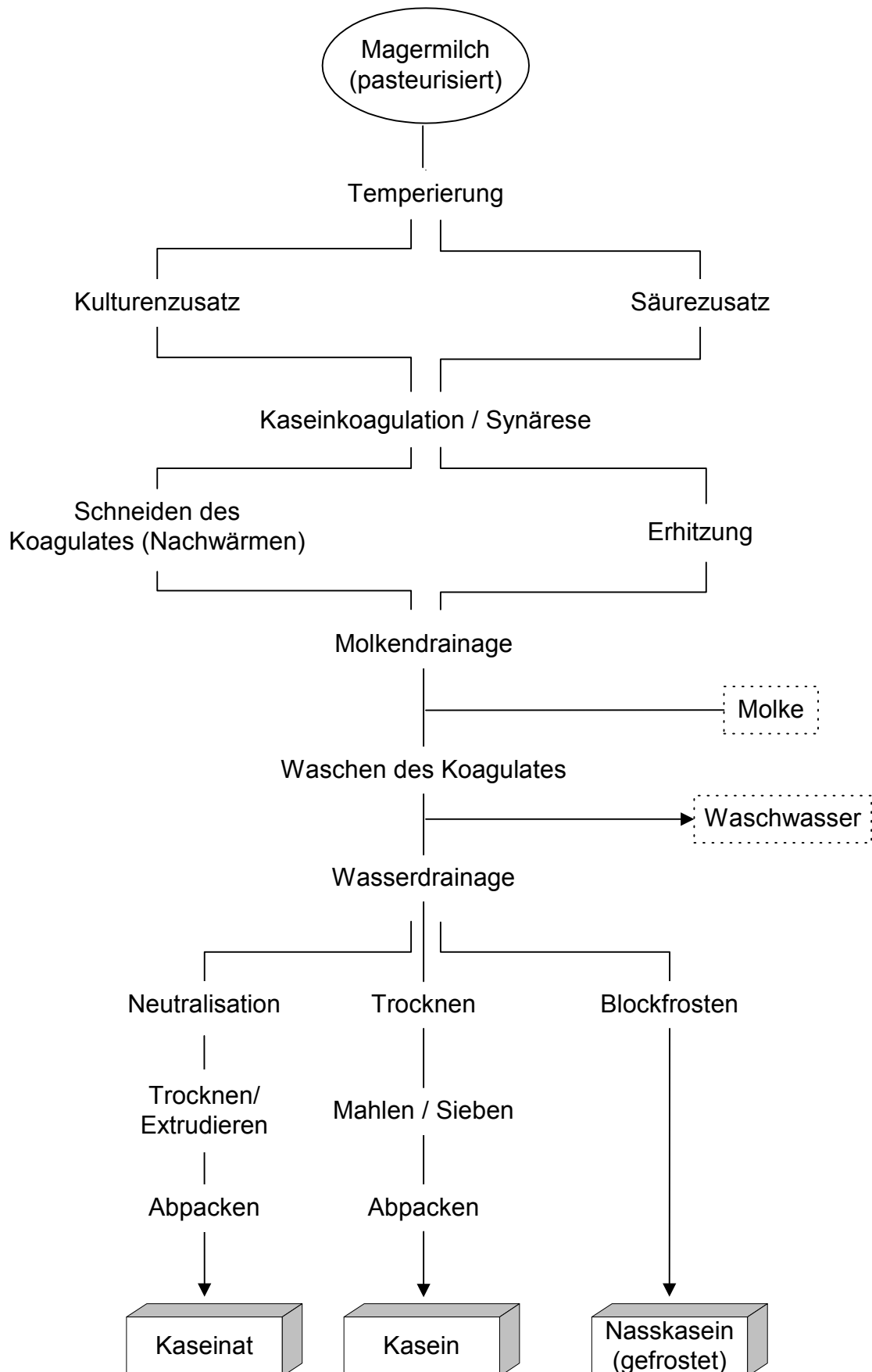
Beim Milcheiweißgewinnungsprozess fallen Molken, Klarmolken oder Permeate als Nebenprodukte an (*siehe Kapitel Nebenproduktverwertung*)

Standardprodukte

- **Säurecasein** (Säurenährkasein, Nährkasein)
- **Caseinat** (Nährkaseinat, aufgeschlossenes Milcheiweiß)
- **Labcasein** (Labnährkasein, Nährkasein)
- **Milcheiweiß / Copräzipitate**
- **Molkeneiweiß** (*siehe Kap. Molkenverwertung*)

Anm.: In der lebensmitteltechnologischen Praxis wird anstelle von Casein meist Kasein geschrieben

Produktionsstufenschema von Säurekasein / Säurekaseinat



Anmerkungen zur Technologie von Säurekasein / Labkasein / Kaseinat

• **Ausgangsmaterial**

Magermilch oder Buttermilch von einwandfreier Qualität

• **Milchvorbehandlung**

Restentrahmung, sofern Buttermilch verwendet oder mitverwendet wird.

Pasteurisierung, sofern nicht schon erfolgt.

Vorherige Aufkonzentrierung ist möglich.

Temperierung auf Fällungstemperatur, je nach Fällungsform
(siehe nächsten Punkt)

• **Kaseinkoagulation**

• **Kulturenzusatz**

Zusatz von Säureweckerkulturen (mesophile oder thermophile).

Kulturspezifische Bebrütungszeiten (30 - 42°C, einige Stunden)

• **Säurezusatz**

Zusatz von organischen Säuren (Milchsäure, Essigsäure, Citronensäure) oder Mineralsäuren (Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure), bei ~ 30°C.

Fällung erfolgt sofort. Diese Fällungsform ist, bei Bedarf, auch kontinuierlich gestaltbar („Rohrreaktor“)

• **Zusatz von Lab oder Labersatzenzymen**

Ggf. auch Zusatz von etwas CaCl_2 . Enzymeinwirkzeit bei ~ 30- 35°C,
~ 10 - 20 Minuten, je nach Enzymkonzentration

• **Synäreseförderung**

Zwei Variationen verbreitet:

• **Koagulat schneiden ± Temperaturerhöhung bis ~ 55°C:**

Analog zur Käsebruchbearbeitung (diskontinuierliches Verfahren).

• **Erhitzung: Vorwiegend durch Dampf-injektion auf Temperaturen > 70°C.** Bei pH < 5 ist auch schon eine anteilsweise Mitfällung von Molkeneiweiß zu erwarten (kontinuierliche Prozessgestaltung möglich)

• **Molkendrainage**

• Siebe / Rotationssiebe / Schneckenpressen (traditionelle Anlagen)

• Dekantierzentrifugen (moderne Anlagen)

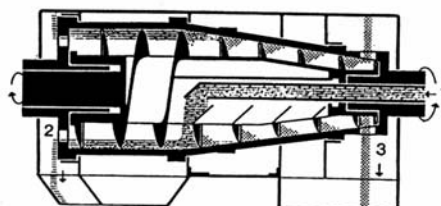
• **Waschen des Koagulates und Wasserdainage**

Entfernung der Restmolke vom Kaseinkoagulat durch Resuspendierung mit

Warmwasser (Trinkwasserqualität für Nährkasein). Zur Wassereinsparung

meist Anwendung von Gegenstromverfahren, d.h. eine Serie von Misch-tanks mit zwischenzeitlicher Waschwasserabscheidung, analog zur Molkendrainage.

Alternative Waschverfahren: Abbrausen des Kaseinbruchs während Transportes über Perlon-Förderbänder



1 Zulauf
2 geklärte Flüssigkeit
3 Feststoffe

Dekantierzentrifuge (Aus: Alfa Laval-Handbuch)

- **Trocknung**

Nasskasein (~ 60 % Restwasser) in dünner Schichte auf Hordentrockner oder kontinuierlich auf Fließbettrockner mit Heißluft oder aber auf Walzentrockner bis auf < 10 % Restfeuchte

- **Blockfrostung**

Nasskasein in Blockform zwischen Plattenfrostern frieren ("Rohkasein")

- **Neutralisation für Kaseinat-Herstellung:** □ **Na-Kaseinat** (gängiges Beispiel)

Nasskasein (Säurekasein) - selbst hergestellt oder zugekauft - wird in verdünnter NaOH von Lebensmittelqualität (oder in einer Lösung von NaHCO_3) bei 50 - 90°C eingerührt, sodass die resultierende Suspension pH ~ 7,5 bei ~ 20 % TM aufweist („Aufschluss“)

Nach Verquellen und eingetretenem „Ionenaustauschereffekt“ erfolgt Sprüh- oder Walzentrocknung.

Heute auch Heißextrusion eines in der TM hochprozentigen Caseinatbreies.

Andere Kaseinattypen durch Anwendung von Ammonium-, Kalium-, Calcium- oder Magnesium-Verbindungen (Hydroxide, Carbonate) möglich

- **Mahlen / Sieben / Abpacken**

Getrocknete Kaseingranula in Walzenstühlen mahlen.

In Sichern in gleichmäßige Kornfraktionen (z.B. 0,1 mm Körnung) auftrennen.

Mehlfine Vermahlung durch sogen. Kolloidmühlen und Lecithinierung des Pulvers verbessern Dispergierbarkeit und Löslichkeit des Endproduktes.

Verpackung meist in 25 kg Säcke oder Großgebilde (big bags).

Abpackung unter Schutzgasatmosphäre (N_2 , CO_2) verhindert auch bei längerfristiger Lagerung Geschmacksbeeinträchtigung

Anmerkungen zur Technologie von Copräzipitat und Milcheiweiß

Der Molkeneiweißanteil verändert die Eigenschaften des Produktes im Vergleich zu Kaseinen, erhöht aber die Ausbeute um bis zu 20 %

- **Copräzipitat**

Wird aus Magermilch hergestellt durch kombinierte Fällung („Copräzipitation“) gewonnen mittels:

- Säure + 100°C oder
- CaCl_2 + 100°C oder
- Säurefällung des Kaseins und Ultrafiltration des nativen oder hitzedenaturierten Molkeneiweißes oder
- Ultrafiltration

Wird entweder getrocknet oder als □ **Nass-Copräzipitat** (auch blockgefrostet) abgegeben

Solch gefrosteten UF-Erzeugnisse werden auch als □ **Cheese base** (für Schmelzkäse) - ggf. auch noch mit MilCHFett versetzt und nachträglich gesäuert - angeboten

Als □ **Milcheiweißpulver** werden meist Copräzipitate bezeichnet, die mit Alkalien aufgeschlossen und damit löslicher gemacht wurden

MILCHFETTERZEUGNISSE

Überwiegend aus Butter hergestellte, hochfette Erzeugnisse als Butterfett-Einlagerungsform (besser haltbar), als internat. Handelsware, als Lebensmittelzutat, und als Zwischenprodukt für die Herstellung von MilCHFettfraktionen

Ob „Öl“ oder „Schmalz“ vorliegt, ist physikalisch eine Frage der Temperatur, jedoch sind im Handelsbrauch auch unterschiedliche Qualitätsanforderungen (Fettgehalt / Restgehalt an Wasser + fettfreie TM) mit diesen Begriffen verbunden

Butterfettfraktionen mit unterschiedlichen Schmelzbereichen, können in der Lebensmittelindustrie (insbes. bei Backwaren) gut eingesetzt werden

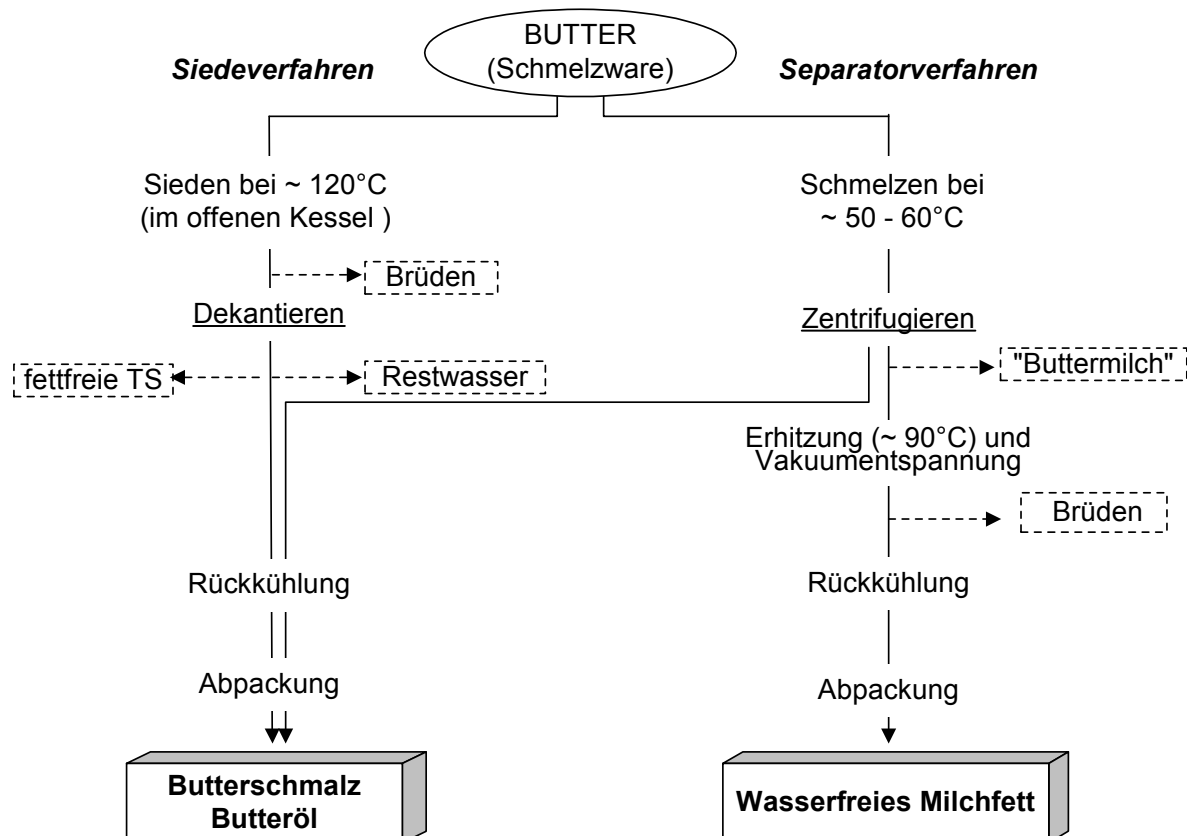
Standardprodukte

- **Butteröl** , **Ghee** (internat.) $\geq 96,0$ % Fett
- **Butterschmalz** / **Wasserfreies MilCHFett** / **ButterreinfeTT** 99,3 – 99,8 % Fett
- **Fraktioniertes MilCHFett** / **ButterreinfeTT** $> 99,5$ % Fett

Technologie: Butteröl / Butterschmalz / Wasserfreies MilCHFett / ButterreinfeTT

Abtrennung von **Fett**, **Wasser** und **fettfreie Trockenmasse** aus Butter / Lagerbutter

- Ausschmelzverfahren plus Zentrifugation (schonender, heute Methode der Wahl)
- Siedeverfahren plus Dekantierung (billiger, nur mehr selten in Europa)



Technologie Fraktioniertes Milchfett / Buttereinfett

- **Ausgangsmaterial:** Buttereinfett / Wasserfreies Milchfett
- **Erhitzen:** Aufschmelzen fester Triglyceride plus Pasteurisierungseffekt
- **Abkühlen / Kristallisieren:**
Abkühlung mit programmiertem Verlauf im Rührtank („Scherkristallisator“), bis auf Kristallisationsendtemperatur (z.B. 20°C), dann und Kristallisationszeit abwarten
- **Fraktionierungsprozess**
 - **Zentrifugation** (*Nassverfahren*)
 - **Zusatz einer Tensidlösung** (im Kreislauf geführt), die als Trennhilfsmittel dient

<ul style="list-style-type: none"> □ <u>Hartfettfraktion</u> (bereits erstarrt) □ <u>Weichfettfraktion</u> (noch flüssig-ölig) 	}	bei Kristallisationstemperatur
---	---	--------------------------------
 - **Waschen**
Zumischung von reinem Wasser
 - zur Ölphase unmittelbar
 - zur Hartfettfraktion (nach Wiederverflüssigung durch Erwärmung) und neuerliche Zentrifugation der beiden Phasen zur Entfernung des Waschwasser plus Tensidrückstände
 - **Druckfiltration** (*Trockenverfahren*)
Sehr schonender Prozess ohne technische Zusatzmittel
- **Rückkühlung** (in jedem Falle) plus Erstarren lassen der Hartfettfraktion

Spezielle Technologie : Cholesterin-reduziertes Milchfett / Buttereinfett

Es sind mehrere Vorgangsweisen im Anschluss an die Herstellung von wasserfreiem Milchfett möglich bzw. in Erprobung:

- **Dämpfen** von Buttereinfett
- **Extraktion** von Buttereinfett mit überkritischem CO₂
- **β-Cyclodextrin-Behandlung** von Buttereinfett
- **Verwendung der Hartfettfraktion** (= cholesterinärmere Fraktion)

Anm.: Bei Herstellung von „Cholesterin-reduzierter Sauerrahmbutter“ gibt es auch noch die Idee der Verwendung von Cholesterin-reduzierenden Kulturen im Zuge der Fermentation des Sauerrahms - gehört daher nur am Rande zu diesem Kapitel

MILCHZUCKERERZEUGUNG

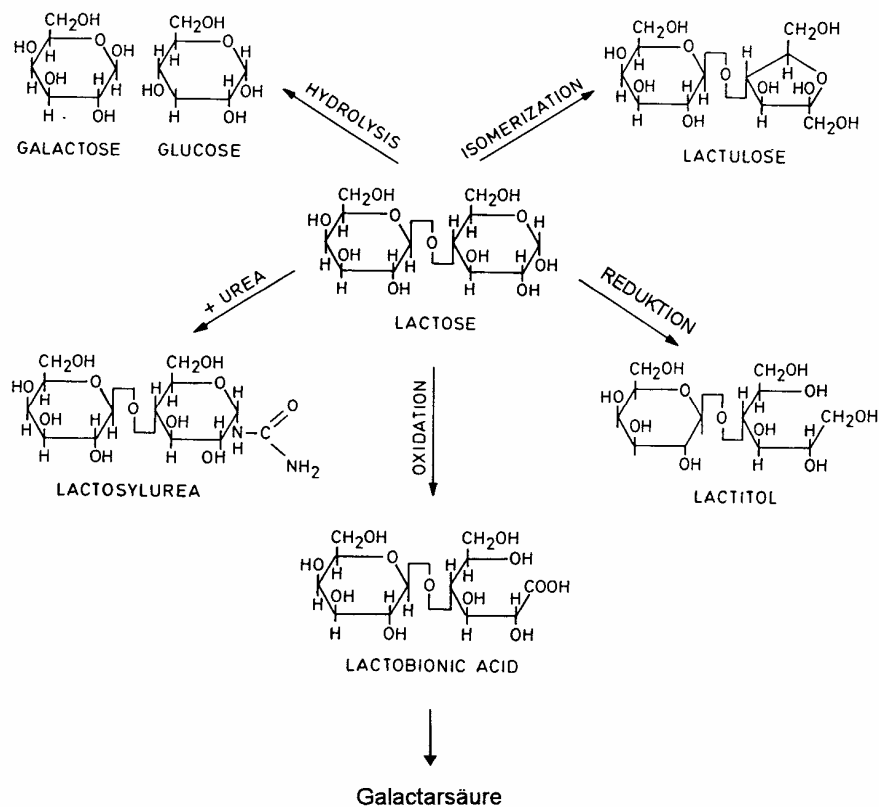
Standardprodukte

Je nach Reinheit wird unterschieden:

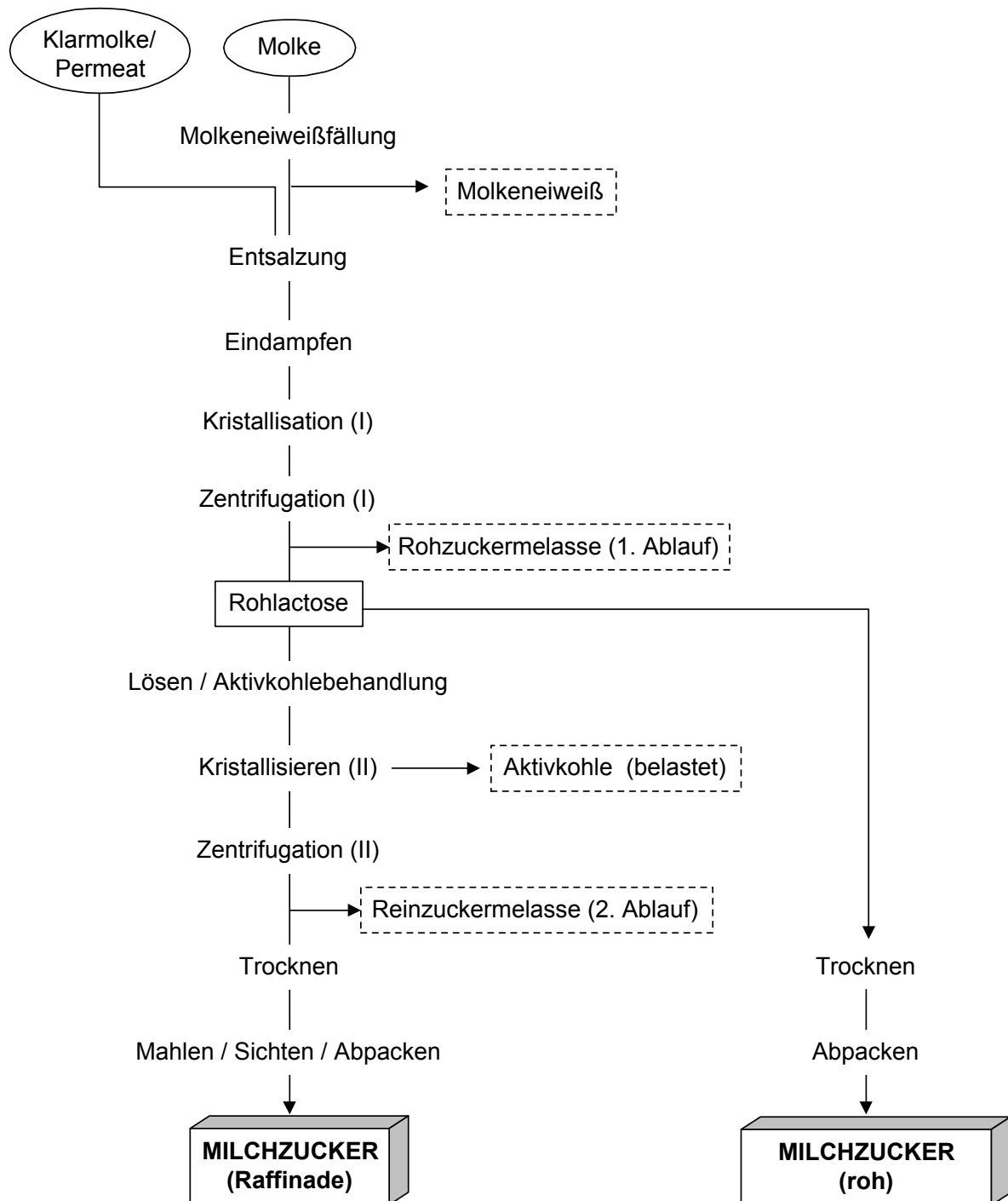
Lactosegehalt

- **Rohmilchzucker** 85 - 90 %
- **Milchzucker (Lebensmittelqualität)** > 97,0 %
- **Milchzucker (Pharmaqualität)** > 99,5 %

- **Lactosederivate** (vorwiegend Verwendung für/als)
 - Lactobionsäure (Waschmittelzusatz)
 - Galactarsäure (Syntheseausgangsprodukt)
 - Laktit, Tagatose (Zuckeraustauschstoff)
 - Laktulose (Abführmittel)
 - Lactosesirup (Süßungsmittel)
 - Lactosyl-Harnstoff (Futtermittelkomponente)



Produktionsstufenschema von Milchezucker



Anmerkungen zur Technologie von Milchzucker

- **Molke / Klarmolke / Permeat**

Es eignen sich prinzipiell alle Molketypen, Säuremolken erfordern jedoch vorher Neutralisation.

Wenn Klarmolke oder Permeate zur Verfügung stehen, geht man sinnvollerweise von diesen aus.

- **Molkeneiweißfällung** (wenn erforderlich)

Möglich mit:

- Neutralsalzen: CaCl_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- Eisenverbindungen: $\text{Fe}(\text{OH})_2$, FeCl_3
- Tannin
- Hitze/Säure-Kombination (z.B. pH 4,6 / 90°C / 30 - 60 Min) mit nachfolgender Neutralisation auf pH 6,5

- **Entsalzung**

Mit Elektrodialyse, Ionenaustauscher oder Nanofiltration. Nicht obligat, aber für Herstellung von Reinst-Laktose sehr hilfreich

- **Eindampfung**

Zur Erzielung eines Molken- / Klarmolken- / Permeat-Konzentrates mit ~ 60 % TM bei ~ 70 - 80°C. Alternative Vorkonzentrierung mittels Umkehrosmose möglich

- **Kristallisation (I)**

Vom Verdampfer kommendes, heiß-übersättigtes Permeat / Klarmolkenkonzentrat gelangt in Kristallisatoren: Doppelmantel-temperierte Tanks mit Rührwerk. Zugabe von Impflactose, betriebsspezifische Abkühlprogramme unter Rühren (z.B. 12 - 24 Stunden von 70°C auf 15 °C)

- **Zentrifugation (I)**

Kontinuierlich austragende Siebtrommelzentrifuge vom Dekantierzentrifugenprinzip (~ 1.500 U/Min.); Kristallbrei (Dicksaft) läuft zu; Mutterlauge (Melasse) wird abgeschleudert.

Taktweises Austragen der Lactosekristallmasse; Waschen mittels Sprühdüsen innerhalb der Zentrifugentrommel möglich

- **Raffinierung**

Das Prinzip des Raffinierens von Zucker basiert auf dem Umkristallisieren.

Nach Wiederauflösen der Rohlactose in heißem Wasser in hochkonzentrierter Form erfolgt Entfernen von Eiweiß-, Salz- und Farbstoff-Resten durch Behandlung mit Aktivkohle, die anschließend wieder entfernt wird (z.B. mittels Drehfilter plus Filterhilfsmittel). Ggf. nochmaliges Behandeln mit Ionenaustauscher.

Danach wieder Kristallisation (II), Zentrifugation (II)

- **Trocknung**

Restfeuchteentfernung von Rohlactose oder Raffinade auf Fließbettrocknern (ähnlich jenen, die bei Trockenmilchherstellung zur Nachtrocknung eingesetzt werden → *Siehe dort*). Max. Temp. 92°C, langsamer Prozess (~ 15 Minuten)

- **Mahlen / Sichten / Abpacken**

Durch Zuckermühle und Sichter lassen sich verschiedene Körnungsgrade des Zuckers aussieben. Im Regelfall Abpackung zu 25 kg oder in „Big bags

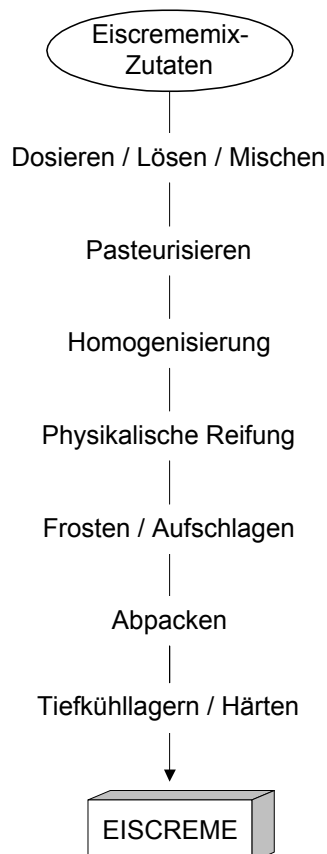
SPEISEEIS / DESSERTS AUF MILCHBASIS

SPEISEEIS

Standardprodukte

	<i>Milchfettgehalt</i>	
	<i>ohne Früchte</i>	<i>mit Früchten</i>
▫ Oberseiscreme	≥ 15 %	≥ 12 %
▫ Eiscreme	≥ 10 %	≥ 8 %
▫ Vollmilcheis	≥ 2,1 %	≥ 1,8 %
<hr/>		
▫ Magermilcheis	≥ 60 % MM	≥ 30 % MM
▫ Eiscreme auf Basis fermentierter Milch		
▫ Topfeneis		

Produktionsstufenschema von Eiscreme



Anmerkungen zur Technologie von Eiscreme

• Eiscrememix

Milch, Kondensmilch, Trockenmilch, Butter und ggf. andere milchwirtschaftliche Zutaten sowie Zucker, Sirup, andere Lebensmittel, Aromen, Lebensmittelzusatzstoffe. Alle Zutaten werden - sofern erforderlich - gelöst und mit Dosiereinrichtungen lt. Rezeptur abgemischt.

• Pasteurisieren

Bei großen Chargen kontinuierlich in Plattenapparat, bei kleineren Chargen Behälterpasteure.

• Homogenisieren

Bei großen Chargen kontinuierlich in Homogenisatoren, bei kleinen Chargen in Mixern. Ziel ist:

- gute Durchmischung der Bestandteile
- Verbesserung der Aufschlagfähigkeit
- Einmischung von Zusatzstoffen
- Verminderung der Aufrahmung (steht aber hier nicht im Vordergrund)

• Physikalische Reifung

Eine Kaltlagerung von Eiscrememix soll:

- Fettrekristallisation fördern
- Milcheiweißquellung ermöglichen
- Viskosität erhöhen

• Frosten / Aufschlagen

Eiscrememix wird dem „Freezer“ bzw. Schabekühler zugeführt. Horizontaler, isolierter Doppelmantelzylinder mit innen rotierender Schlägerwelle (~ 200 U/Min) und Kühlmittel (-20 bis -30°C) im Doppelmantel (Abb. 51).

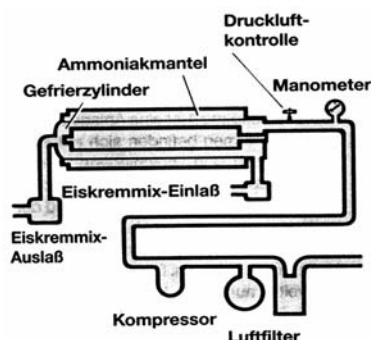
Bei starkem Lufteintrag (Volumenzunahme ~ 100 %) erfolgt Erstarren des Eiscrememix an der Innenfläche zu Eisfilm, der kontinuierlich abgeschabt und zum Austrag befördert wird.

Dadurch Überführung von ~ 50 % des Produktwassergehaltes in Eisform.

Möglichst viele, kleine ($\leq 40 \mu\text{m}$) Kristalle sollen entstehen, sonst „sandiger“ Geschmack.

• Tiefkühl lagern / Härten

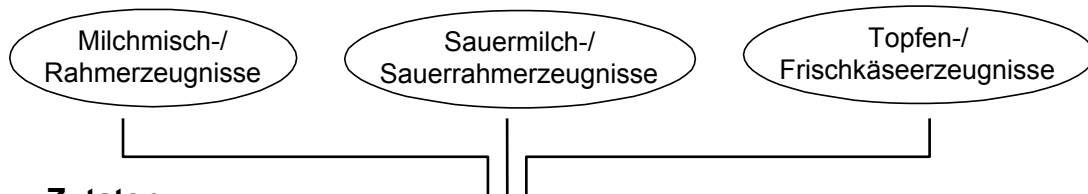
Bei etwa -40°C und 10 m/sec. Luftumwälzung (Kaltlufttunnel) wird die teilgefrorene Masse (Temp. etwa -6°C) durch nachfolgendes Tiefkühl lagern weiter gefestigt, wobei zusätzlich ~ 40 % des Produktwassergehaltes ausfrieren.



Eiscreme-Froster
(Aus: Alfa-Laval-Handbuch)

DESSERTS AUF MILCHBASIS

Sachbezeichnungen / Technologie



• Zutaten

- ± Lebensmittel (insbes. Schokolade, Früchte, Müsli, Reis, Zucker und/oder Zuckerarten)
Unterlegt, aufgelegt, gemischt oder in getrennter Form
 - ± Stabilisatoren (z.B. Schaumstabilisatoren, Verdickungsmittel und/oder verdickende Lebensmittel, Puffersubstanzen)
 - ± Zuckeraustauschstoffe
 - ± Farbstoffe
 - ± Aromastoffe
- } (wenn hitzelabil, Zugabe ggf. auch erst unmittelbar vor Abfüllung in separat keimarm gemachter Form)

- Homogenisieren / Mischen (bei kombinierten Produkten ggf. auch nur von Einzelkomponenten, z.B. nur Milchanteil)
- Pasteurisieren / UHT-Erhitzen (ggf. Druckkochen - z.T. auch nur von Einzelkomponenten wie Reis)
- Rückkühlen und ggf. Dickungszeit ermöglichen (z.B. bei Pudding)
- Frosten (Übergang zu Eiscreme - *siehe sep. Kapitel*)
- Aufschlagen mit N₂, N₂O (optional; bei kombinierten Produkten ggf. nur von Einzelkomponenten, z.B. Schlagoberstopping)
- Abfüllen (normal oder aseptisch)

