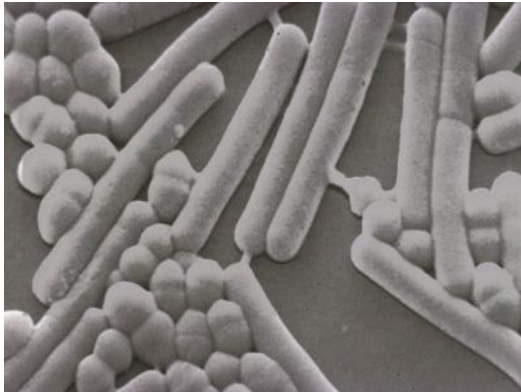




Bakteriologische Grundlagen der Alpkäserei



Hans Winkler

Bild: CasAlp (Fotograf: B.Straubhaar)

Alpkäse Grundkurs Hondrich 2023



Themen - Schwerpunkte

Einführung in die Mikrobiologie

Milchsäuregärung und Kulturen

- Bedeutung der Milchsäuregärung
- Milchsäurebakterien für die Käsefabrikation
- Grundlegendes zur Bakterienkultur

Bakterien der Milch

- Nützliche Bakterien
- Schädliche Bakterien
- Herkunft der unerwünschten Bakterien



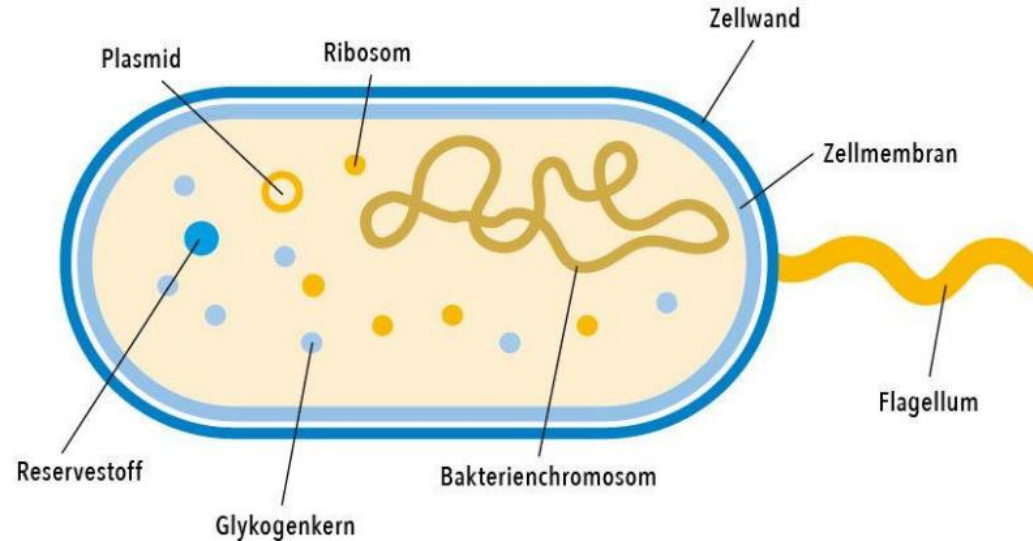
Das Reich der Mikroorganismen

<p>Ohne eigenen Stoffwechsel</p>	<p>Besitzen eigenen Stoffwechsel</p>	
<p>Keine Zellen</p> 	<p>Zellen ohne Zellkern</p> 	<p>Zellen mit Zellkern</p> 
<p>Viren (Grösse ca. 0.1 μm)</p> 	<p>Bakterien (Grösse ca. 1 μm)</p> 	<p>Höhere Algen (z.B. Grünalgen, Kieselalgen) Grösse > 10 μm</p> 
<p>Bakteriophagen («Bakterienfresser»)</p>	<p>Milchsäurebakterien</p> 	<p>Pilze (Hefen & Schimmel)</p> 



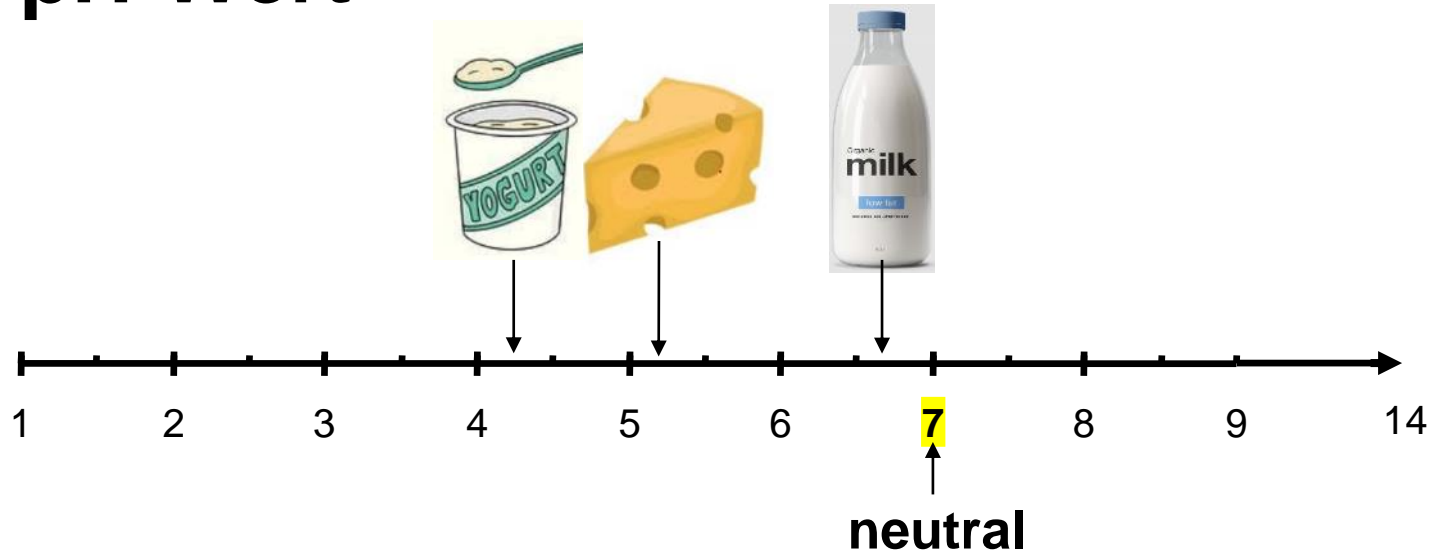
Faktoren, die das Wachstum von Mikroorganismen beeinflussen

- Wasserangebot
- Temperatur
- Nährstoffangebot
- Sauerstoffangebot
- pH-Wert
- Zusammensetzung der Flora
- Hemmstoffe
- Jeder Keim hat sein Optimum und seine Grenzen





pH-Wert



Bereich

Bakterien

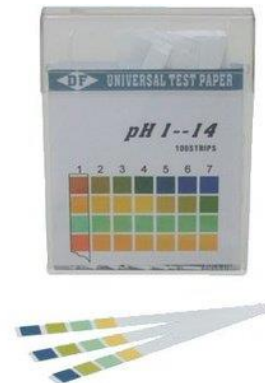


Bereich

Pilze (Hefen & Schimmel)

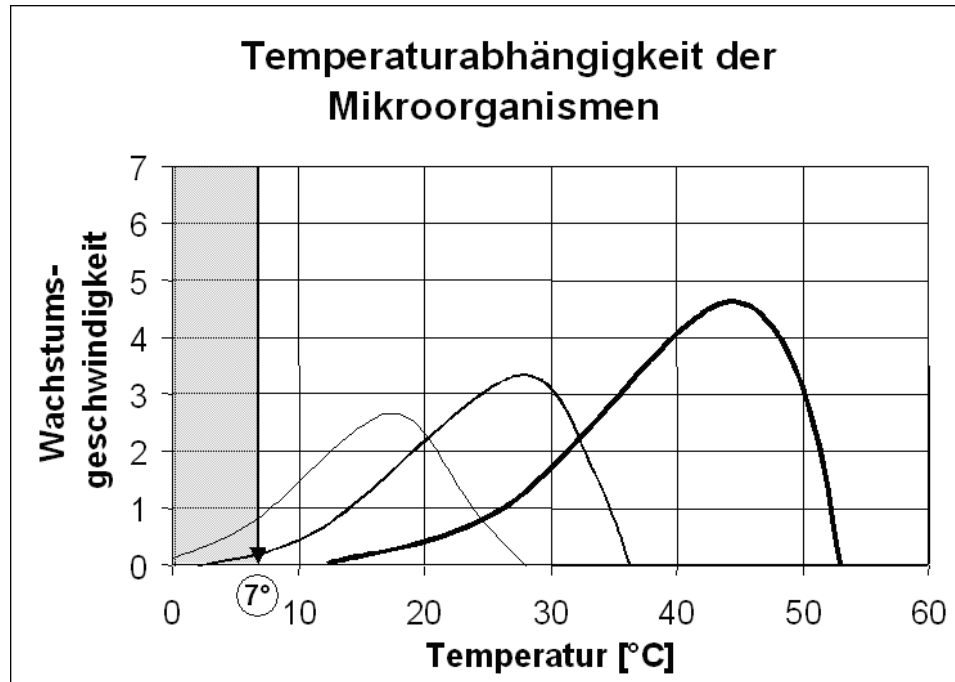
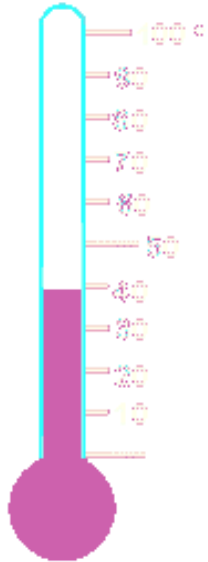
Faustregel

- Bakterien bevorzugen meist einen neutralen pH
- Hefen & Schimmel mögen es sauer



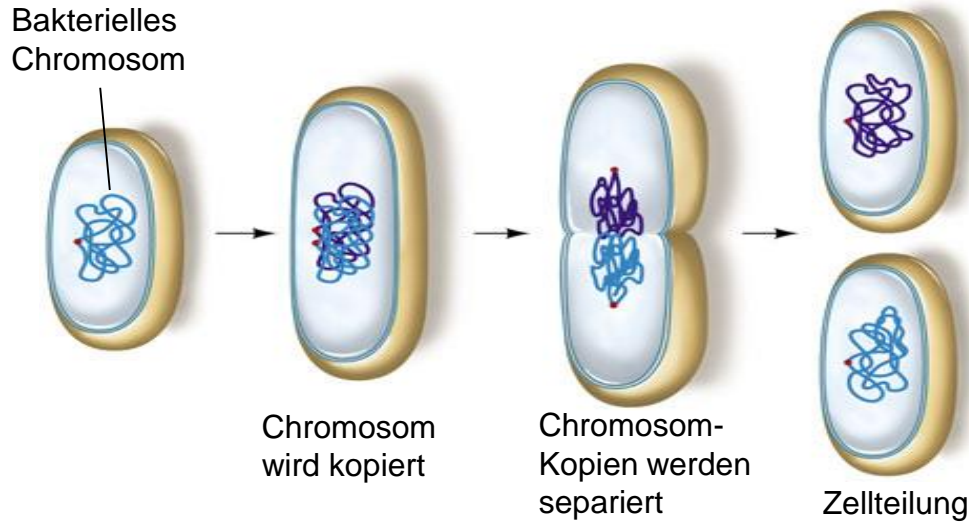


Temperatureinfluss



- **Thermophile Keime** (wärmeliebende)
 - Optimum $> 37^{\circ}\text{C}$
- **Mesophile Keime** (mittlere Temperaturen liebende)
 - Optimum $20\text{-}37^{\circ}\text{C}$
- **Psychrophile Keime** (kälte liebende Keime)
 - Optimum $< 20^{\circ}\text{C}$

Vermehrung der Bakterien durch Zellteilung

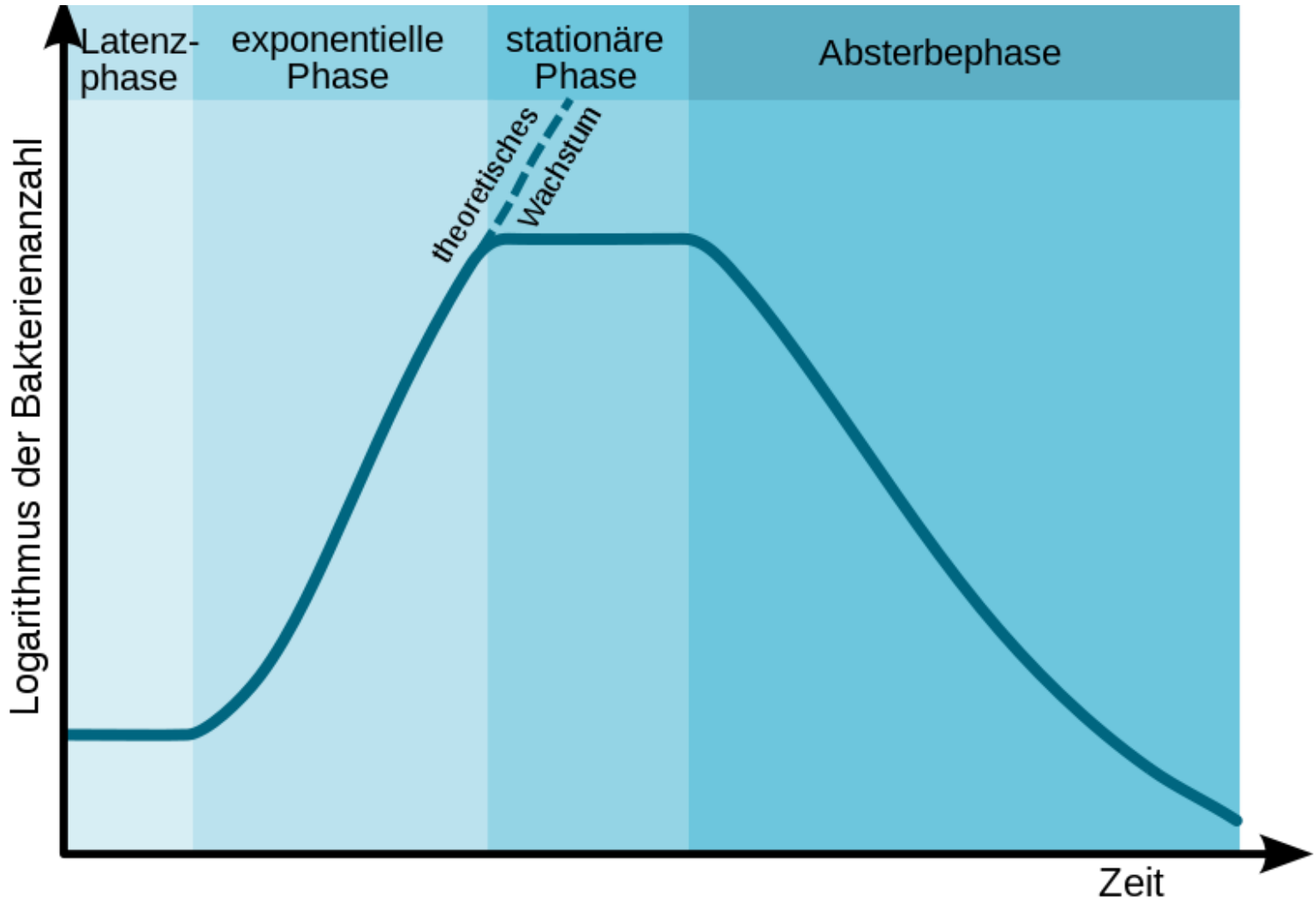


Beispiel E. coli: Generationszeit bei 37°C ca. 20 min

Anfangskeimzahl	10'000
1 h	80'000
2 h	640'000
3 h	40'960'000
4 h	10'485'760'000



Vermehrungsphasen einer Bakterienkultur





Abtöten von Mikroorganismen



Begriffe

- **Thermisation**

- **Keimreduktion** durch Erhitzung auf $>40^{\circ}\text{C}$ bis ca. 70°C (Definition gemäss VO über Lm tierischer Herkunft)

- **Pasteurisation**

- **Abtötung von allen krankmachenden Bakterien** ($> 72^{\circ}\text{C}/15\text{ s}$; Definition gemäss Hygiene-VO)

- **Sterilisation**

- **Entfernung aller Mikroorganismen inkl. Sporen** (durch Erhitzung $> 110^{\circ}\text{C}$)

- **Desinfektion**

- weitgehend vollständige Entkeimung von Anlagen
 - Hitze
 - Desinfektionsmittel



Hitzebehandlung von Milch oder Wasser

Unterschiedliche Bedingungen sind gleichwertig (SAV-Leitlinie):

Thermisation Temperatur / Heisshaltezeit	Pasteurisation Temperatur / Heisshaltezeit	Verfahren
65°C / 15 Sek.	72°C / 15 Sek.	Plattenapparat
60°C / 10 Min.	65°C / 10 Min.	Chargenpasteur oder Kessi
57°C / 30 Min.	63°C / 30 Min.	Chargenpasteur oder Kessi



weitgehende Abtötung von

- Salmonellen
- E. Coli
- Staphylokokken

aber nur begrenzte Wirkung
gegen Listerien in der Milch



sichere Abtötung von
allen krankheitserregenden
Bakterien



höhere Temperatur bringt viel mehr als Verlängerung der Heisshaltezeit !

A grayscale micrograph showing various forms of lactic acid bacteria. The image features several long, rod-shaped bacilli and several clusters of smaller, spherical cocci. The bacteria are arranged in a somewhat diagonal pattern across the frame. The text is overlaid in the center in a white, sans-serif font.

**Milchsäuregärung
&
Kulturen**



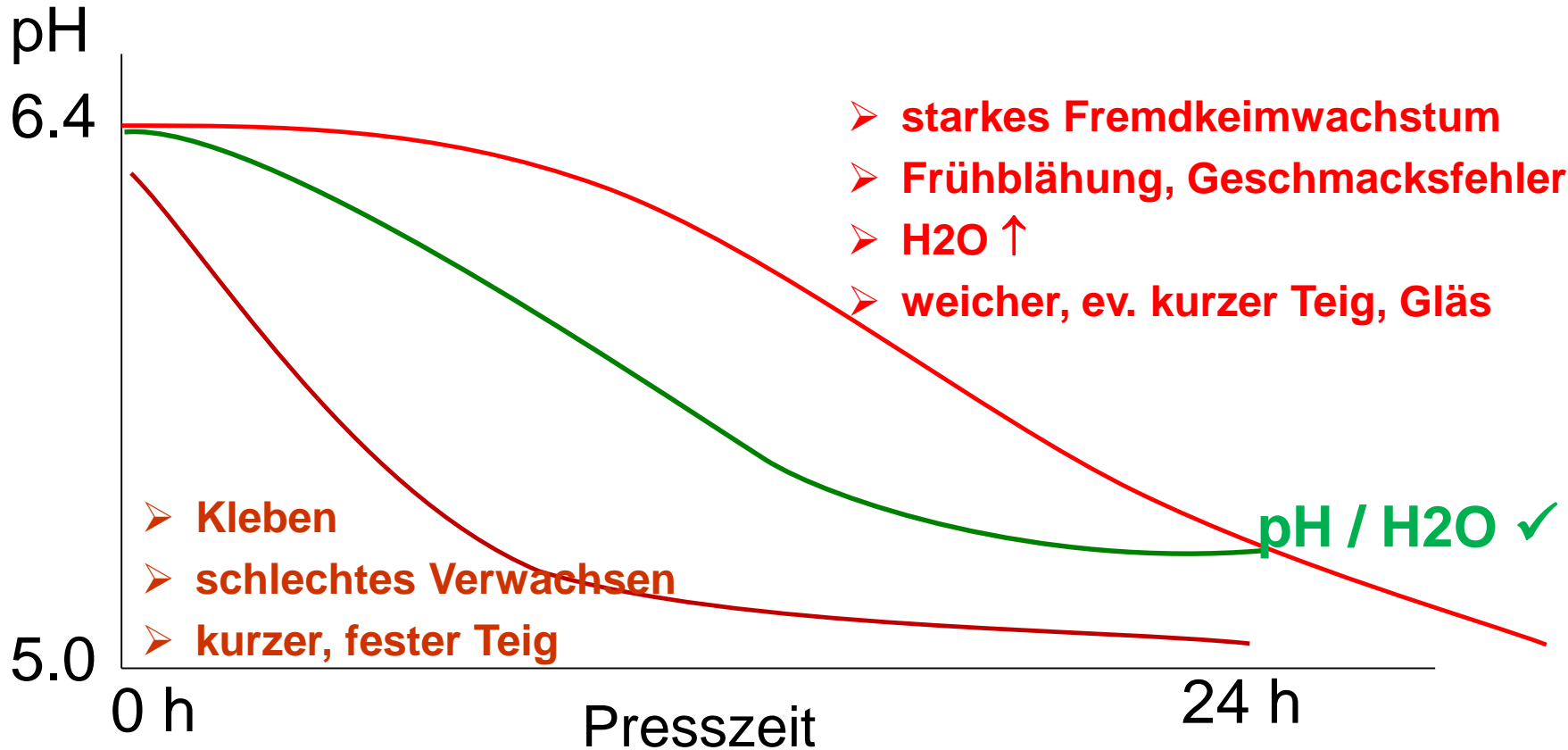
Bedeutung der Milchsäuregärung

- **Bessere Synärese** (Wasserentzug) durch die pH-Senkung
- **Entzug von Nährstoff** (Milchzucker) für unerwünschte Keime
- **Konservierung** durch 1.2% MS (pH 5.1-5.3) und reduzierten Wassergehalt und (1.5% Kochsalz)
- **Steuerung der Teigelastizität** zu starke Anfangssäure oder zu tiefer End-pH → kurzer Teig





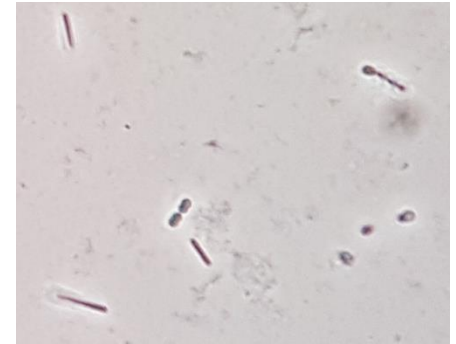
Bedeutung der Milchsäuregärung





Wichtige Einflussmöglichkeiten

- **Wahl der Kulturen**
 - **Verhältnis Chetteli zu Stäbchen**
 - **Zusatzmenge**
 - **Temperatur und Zeitdauer der Milchvorreifung**
 - **Brenntemperatur**
- ⇒ **Kultur arbeitet nur, wenn sie sich wohl fühlt!
Milchsäurebakterien frieren nicht gerne...**





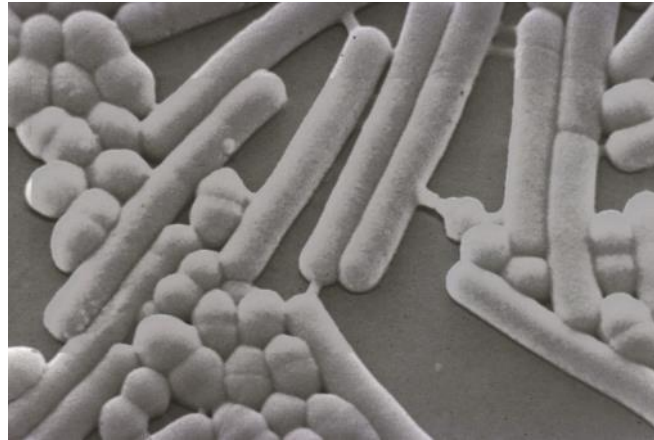
Kulturen für die Alpkäseherstellung

	Enthält	Anwendung
Mischkultur mesophil/thermophil	Lactococcus lactis subsp. Streptococcus thermophilus Lactobacillus delbrückii	Halbhartkäse aus Rohmilch oder thermisierter Milch mit Brenntemperatur > 42°C
Thermophile Kultur	Streptococcus (Chetteli) thermophilus Lactobacillus (Stäbchen) delbrückii	Hartkäse aus Rohmilch





Chetteli und Stäbli der Starterkultur

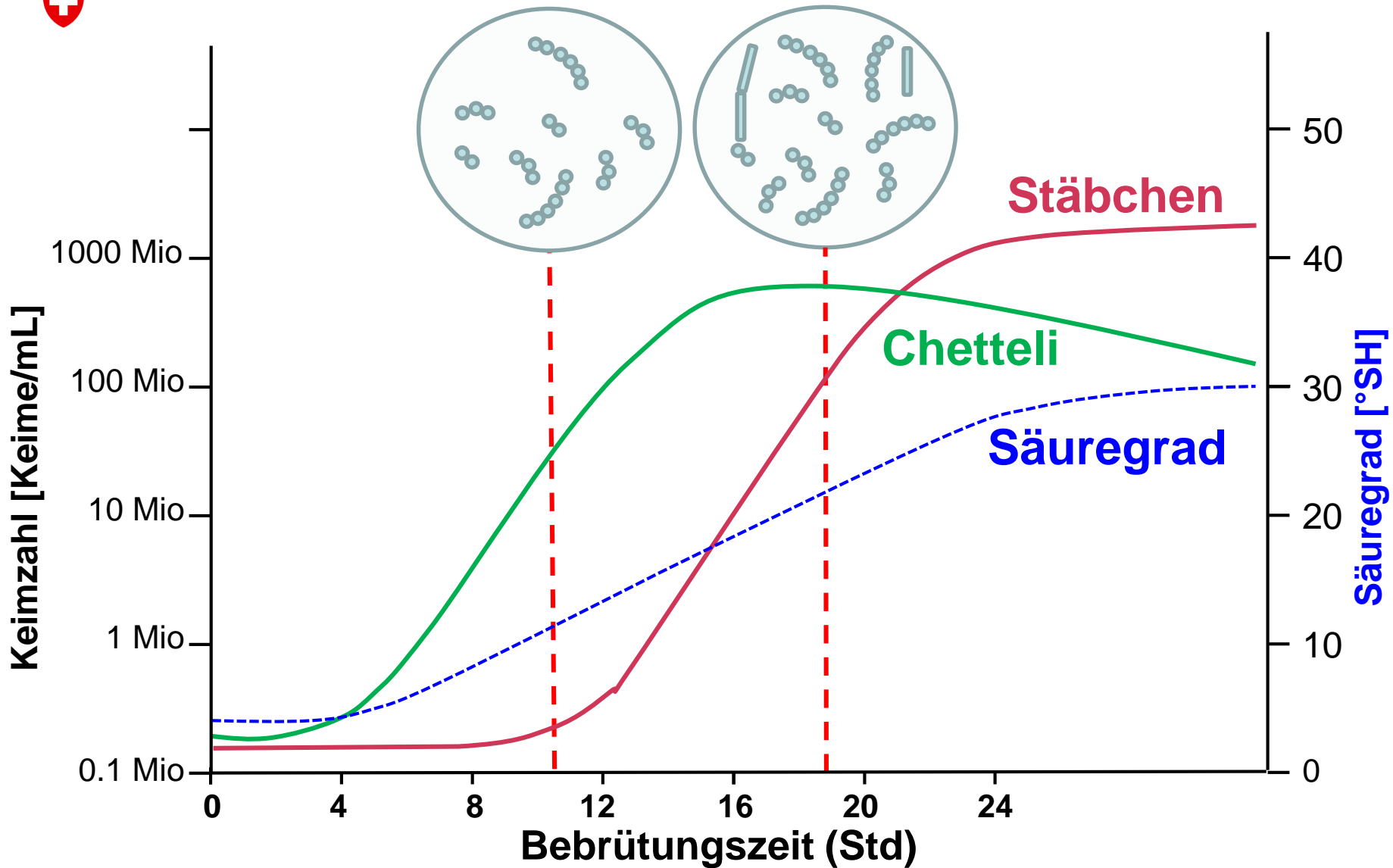


Unterschiedliche Eigenschaften

	Streptococcus thermophilus	Lactobacillus lactis
Form	Kokken	Stäbchen
Generationszeit	15 – 20 min	35 – 45 min
pH-Optimum	6.0 – 6.8	5.1 – 5.3
Optimale Temp.	42 °C	42 – 45 °C
Bes. Merkmale	Restzucker!	Proteolyse



Verhalten in der Starterkultur





Käse-Oberfläche



- Käse-Schmiere = bunte Lebensgemeinschaft von Bakterien, Hefen und teils Schimmeln!
- Flora muss sich wohl fühlen:
 - Feuchtigkeit (auf Käse, in der Luft)
 - Temperatur (unter 10°C schwierig...besser 12-15°C)
 - Optimaler Salzgehalt → Selektion der erwünschten Keime
 - «Lässt sich gern bürsten» (Nährstoffe, Kolonie-Verteilung)
- Ein voller Keller ist besser als ein leerer (Saisonstart!)
- Definierte Oberflächenmischkulturen (OMK) helfen

Schmiere-Lösung

Wasser	10 l
Salz (max 5%)	500 g
OMK (min 0.3%)	30 ml





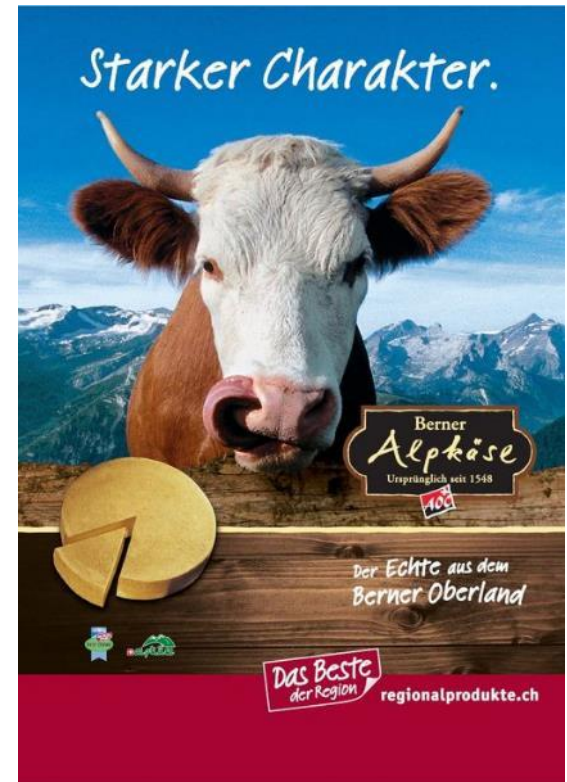
Bakterien der Milch





Bedeutung der Rohmilchflora

- **(Mit)Verantwortlich für das Aroma von Rohmilchkäse**
- **Ursache von Fehlgärungen**
 - Unerwünschte Lochung / Blähung
 - Kurzer Teig, Rissbildung
 - Fehler im Aroma & Geschmack
- **Quelle von Krankheitserregern**





Herkunft unerwünschter Bakterien: Milchproduktion



Colibakterien
Salmonellen
Enterokokken
Listerien

Buttersäure-Sporen
Propionsäurebakterien
Histaminbildner
(*Lb. parabuchneri*)



Unerwünschte Bakterien aus kranken Euter



Mastitis

- *Staphylococcus aureus*
- *Listeria monocytogens*
- *Streptococcus agalactiae*
- *Streptococcus uberis*
- *E. coli*
-



Herkunft unerwünschter Bakterien: Fabrikationsumfeld - Käsekeller



Fäkalkeime (E. coli,
Enterokokken)
Salmonellen



Hefen
Colibakterien
Gasbildende Laktobazillen



Hefen
Listerien



Käsetücher als Bakterienreservoir

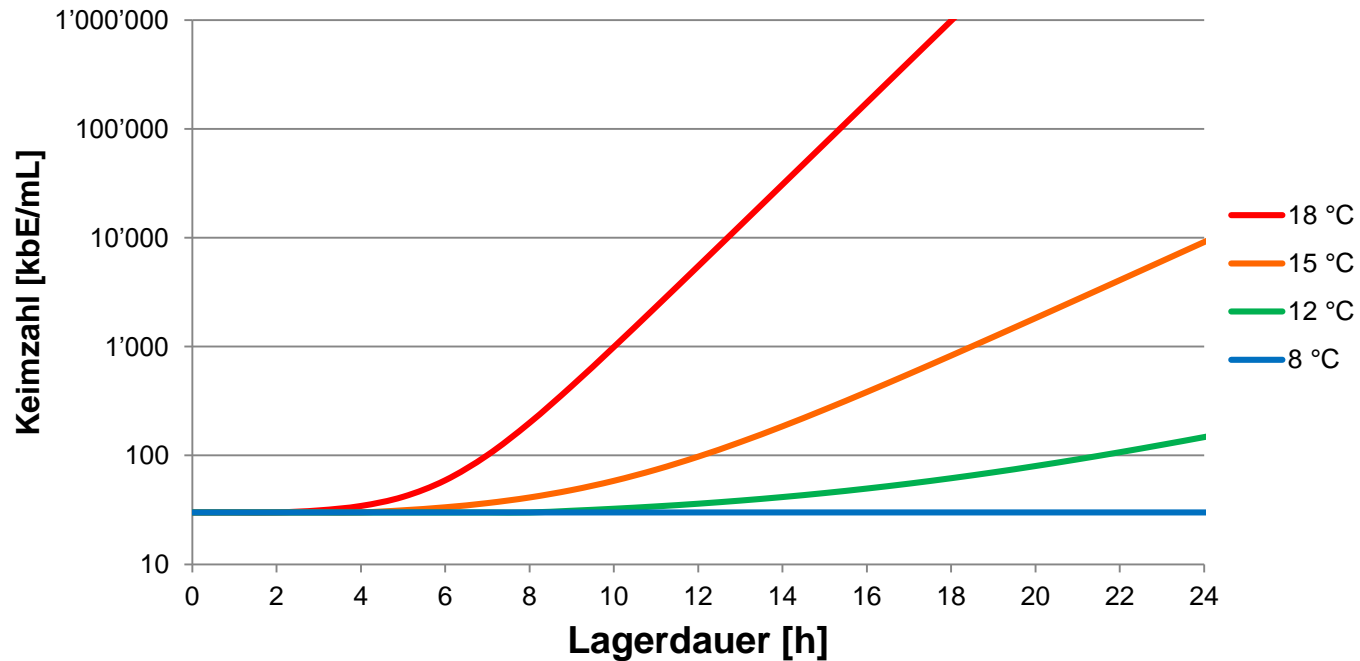
	Hanftuch HL 14 KbE	Synth. Tuch FR 17 KbE
Gesamtkeime	2'100'000	190'000
Enterokokken	3'300	500
Hefen	2'200	< 100





Einfluss der Milchlagerung auf Bakterien

Vermehrung von *E. coli* in Milch (Simulation mit Sym'Previus)



Ausserdem nicht zu vergessen:

- physikalische Anreicherung im Käse um Faktor 10
- Vermehrung, bis Käse gesäuert ist, um mind. Faktor 100

🇨🇭 Schädliche Bakterien - Käsefehler

Frühblähung



Colibakterien

Vergären Milchzucker zu Milchsäure,
Ameisensäure, Essigsäure,
CO₂ + Wasserstoffgas

(Gefahr bei schlechter Säuerung,
Antibiotika)

Hefen

Vergären Milchzucker zu Essigsäure,
Alkohol und **CO₂**

(Gefahr bei **schäumender
Fettsirtenkultur**, unsauber
Melkutensilien etc.)

Schädliche Bakterien - Käsefehler

Fehler während der Reifung



Proteolyten

Starker Eiweissabbau führt zu kurzem Teig und fehlerhaftem Geschmack

Gasbildende Keime

- Heterofermentative Laktobazillen
- Propionsäurebakterien
- Buttersäurebakterien

Die wichtigsten Krankheitserreger



Staphylokokken (*S. aureus*)

Bildet sehr stabiles Toxin, das Käsureifung und Hitze übersteht

Verotoxinbildende *E. coli*

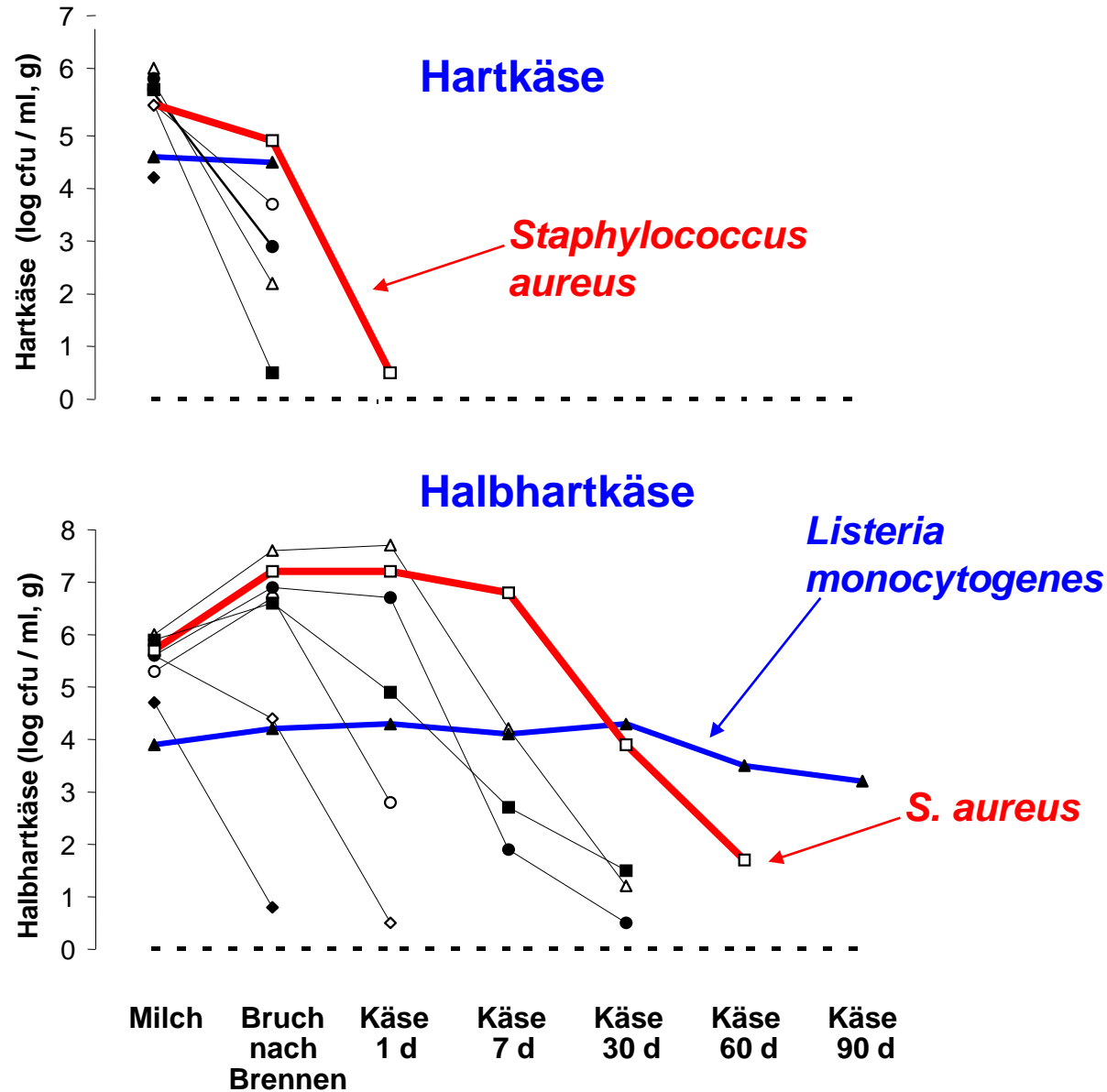
Können sich im Darm einnisten und dort zellschädigende Toxine bilden

Listerien (*L. monocytogenes*) **Kältetolerant**

verursacht Todgeburten,
Säuglingstod, Hirnentzündung



Überleben von Krankheitserregern im Käse





Nur geeignete Produkte herstellen!

Risiko der Kontamination mit krankmachenden Keimen.

Produkt	Hitze- behandlung des Rohstoffs	Risiko insgesamt	Risiko für:			
			Salmonellen	VTEC/STEC/ EHEC	Staphylokokken	Listerien
Hartkäse	keine	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
Halbhartkäse	pasteurisiert ¹	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
	thermisiert ²	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
	keine	hoch	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
Weichkäse	pasteurisiert ¹	erhöht	erhöht	(nur Oberfläche)	(nur in Schmiere)	(nur Oberfläche)
	thermisiert ²	hoch	erhöht	erhöht	(nur in Schmiere)	erhöht
	keine	hoch	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
Frischkäse	pasteurisiert ¹	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
	thermisiert ²	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
	keine	hoch	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
Molkenziger	90 °C	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
Butter aus (Süßrahm) aus (Sauerrahm)	keine	hoch	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
	pasteurisiert ¹	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
	pasteurisiert ¹	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
Rahm	keine	hoch	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
	pasteurisiert ¹	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht

gering erhöht hoch



Geht gar nicht !

- **Rohrahmbutter**
- **Frischkäse aus Rohmilch**
- **Weichkäse herstellen auf der Alp**
- **Milch für Halbhartkäse > 15°C lagern**
(ausser man thermisiert nachher die Milch)
- **Nur jeden 2. Tag käsen**
(ausser man macht Hartkäse und lagert die Milch <15°C,
oder man macht Halbhartkäse und lagert die Milch < 10°C)



Massnahmen zur Vermeidung von unerwünschten Bakterien

- Melkhygiene (Euterreinigung, Melken, Reinigung Melkzeug)
- Eutergesundheit überwachen
- Frische Verarbeitung (Milch nicht überstellen)
- Rasche Milchkühlung $< 18^{\circ}\text{C}$
- Milchlagertemperatur max. 18°C (für Halbhartkäse $< 13^{\circ}\text{C}$)
- Erhitzung von Milch bzw. Rahm auf 65°C für heikle Produkte (z.B. Mutschli, Butter)
- Brenntemperatur $> 50^{\circ}\text{C}$
- Käsetücher gut reinigen, rasch trocknen
- Rasche Säuerung (aktive Kultur, geeignete Kultur, Käse auf der Presse vor Auskühlung schützen)

Pflanzenbau

- Ackerbau
- Beerenbau
- Futterbau, Grasland, Weidesysteme
- Gemüsebau
- Gewürz- und Medizinalpflanzen
- Obstbau
- Pflanzenschutz
- Pflanzenzüchtung
- Weinbau

Lebensmittel

- Sicherheit
- Qualität
- Ernährung, Gesundheit
- Sensorik
- Käse, Milch und Milchprodukte
- Kulturen (Milchprodukte)
- Wein, Destillate

← Qualität

Käse, Milch und Milchprodukte

- Publikationen
- Beratung Milchwirtschaft
- Joghurt und Sauermilchprodukte
- Käse
- Konzentrate und Trockenprodukte mit Milchhaltsstoffen
- Milchfett
- Trinkmilch

- Betriebswirtschaft
- Sozioökonomie
- Smart Farming

Käse, Milch und Milchprodukte



Häufige Fragen

Milch und Milchprodukte



← Käse, Milch und Milchprodukte

- Käse
- Appenzeller
- Berner Alpkäse**
- Emmentaler
- Grappese
- Radicci
- Sbrinz
- Fôc de Mont
- Fôc de Val
- Vacherin Mont d'Or

Berner Alpkäse AOP und Berner Hobealkäse AOP



Das Swiss Cheese Marketing
 Berner Alpkäse und Berner Hobealkäse wurden ausschließlich zur Sommerzeit auf den Alpen des Berner Oberlandes und angrenzender Gebiete des Kantons Valais hergestellt. Der Ursprung der Fabrikation reicht ins 15. Jahrhundert zurück. Im Jahre 2014 wurden die beiden Käsesorten ins

www.agroscope.admin.ch

Alpkäse Grundkurs Hondrich 2023
hans.winkler@agroscope.admin.ch / www.agroscope.admin.ch

< Qualität

Kulturen (Milchprodukte)

Publikationen

Kulturen aus dem Liebefeld



Neu finden Sie den Vertrieb und alle Informationen rund um die Kulturen® auf der Seite der Liebefeld Kulturen AG.

www.liebefeld-kulturen.ch

Herstellung und Verkauf der Liebefeld Kulturen mit der Branche!

Die Forschungsinstitution Agroscope...-Institutionen produzieren im Liebefeld seit Jahrhunderten die berühmten Liebefeld Kulturen® und...weizer Käseereien zur Verfügung. ...hohe Qualität und Einzigartigkeit...fermentierten Lebensmitteln geleistet werden.

Mit... langfristige Kulturenreproduktion zugunsten der Schweizer... sichern und die Verantwortung zu teilen, ging Agroscope

Herstellung

Kulturen bestellen & Infos



www.liebefeld-kulturen.ch
Kulturen ausser MK-410 Lyo (→ Hondrich!)



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Hans Winkler

hans.winkler@agroscope.admin.ch

Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt

www.agroscope.admin.ch

