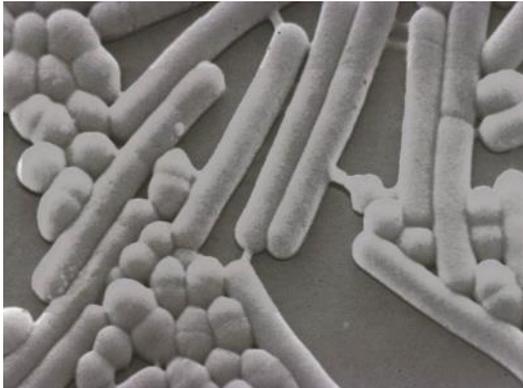




# Bakteriologische Grundlagen der Alpkäserei



Hans Winkler

Bild: CasAlp (Fotograf: B.Straubhaar)

Alpkäse Grundkurs Hondrich 2023



# Themen - Schwerpunkte

## Einführung in die Mikrobiologie

## Milchsäuregärung und Kulturen

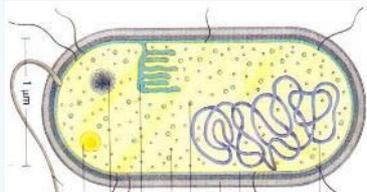
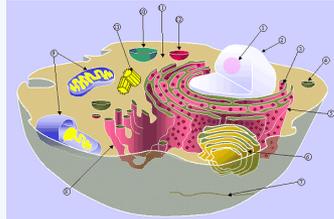
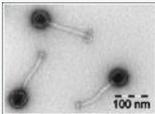
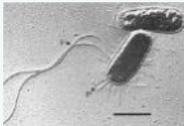
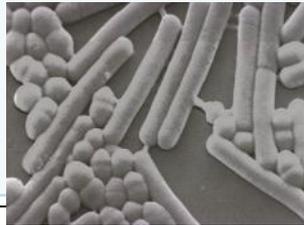
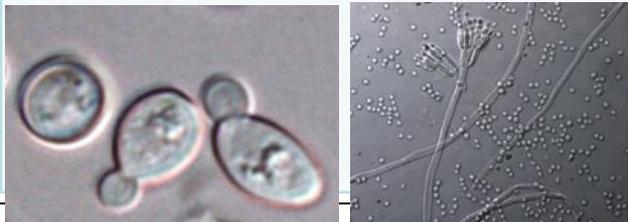
- Bedeutung der Milchsäuregärung
- Milchsäurebakterien für die Käsefabrikation
- Grundlegendes zur Bakterienkultur

## Bakterien der Milch

- Nützliche Bakterien
- Schädliche Bakterien
- Herkunft der unerwünschten Bakterien



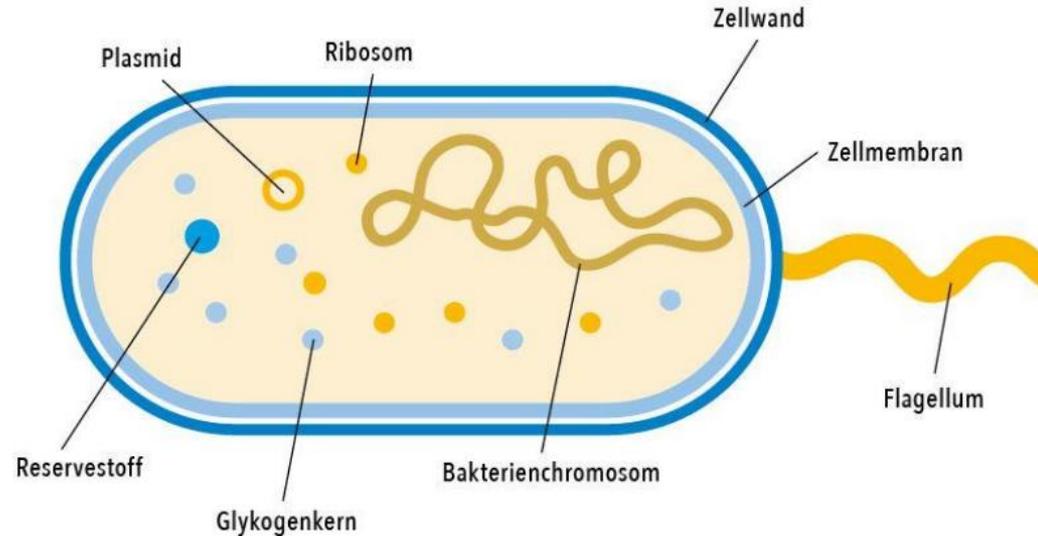
# Das Reich der Mikroorganismen

<p><b>Ohne eigenen Stoffwechsel</b></p>	<p><b>Besitzen eigenen Stoffwechsel</b></p>	
<p><b>Keine Zellen</b></p> 	<p><b>Zellen ohne Zellkern</b></p> 	<p><b>Zellen mit Zellkern</b></p> 
<p><b>Viren</b> (Grösse ca. 0.1 <math>\mu\text{m}</math>)</p> 	<p><b>Bakterien</b> (Grösse ca. 1 <math>\mu\text{m}</math>)</p> 	<p><b>Höhere Algen (z.B. Grünalgen, Kieselalgen)</b> Grösse &gt; 10 <math>\mu\text{m}</math></p> 
<p><b>Bakteriophagen</b> («Bakterienfresser»)</p>	<p><b>Milchsäurebakterien</b></p> 	<p><b>Pilze (Hefen &amp; Schimmel)</b></p> 



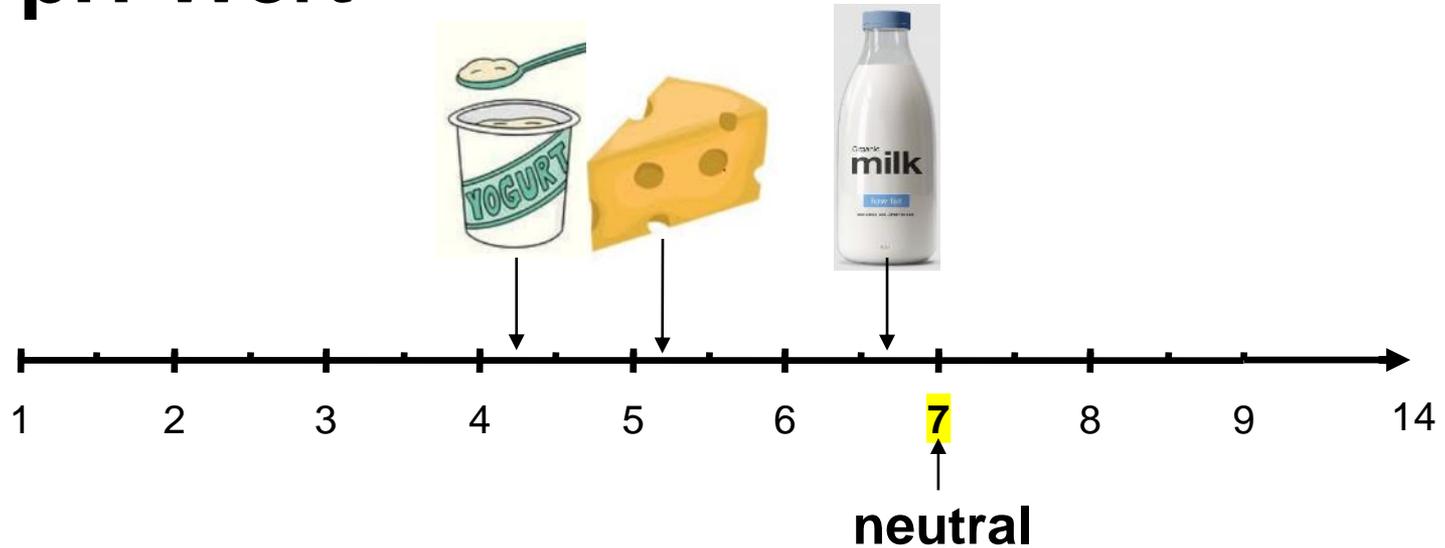
# Faktoren, die das Wachstum von Mikroorganismen beeinflussen

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





# pH-Wert



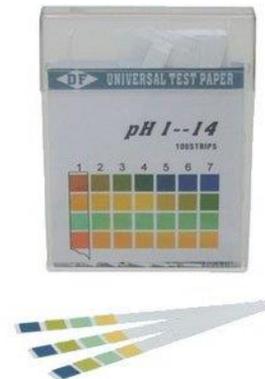
**Bakterien**



**Pilze (Hefen & Schimmel)**

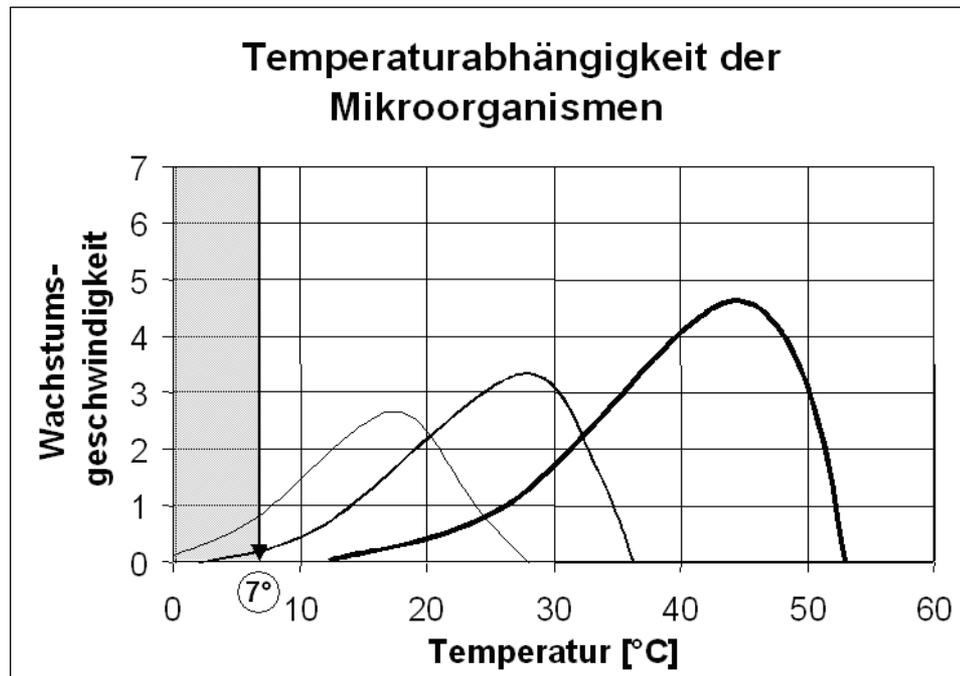
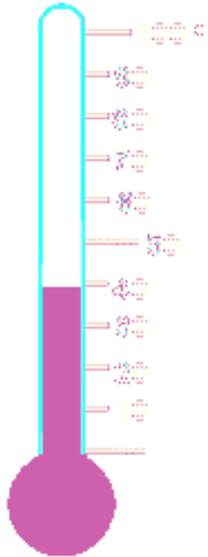
## Faustregel

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



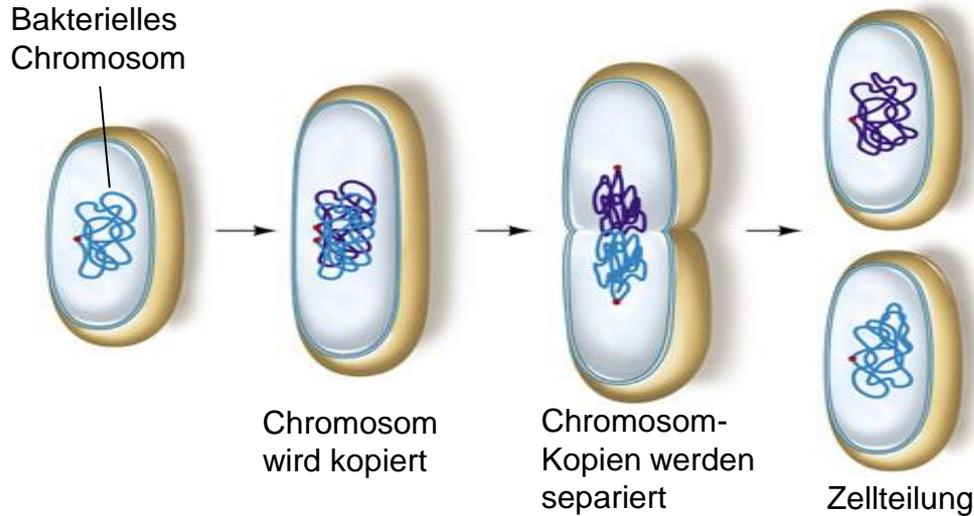


# Temperatureinfluss



- **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

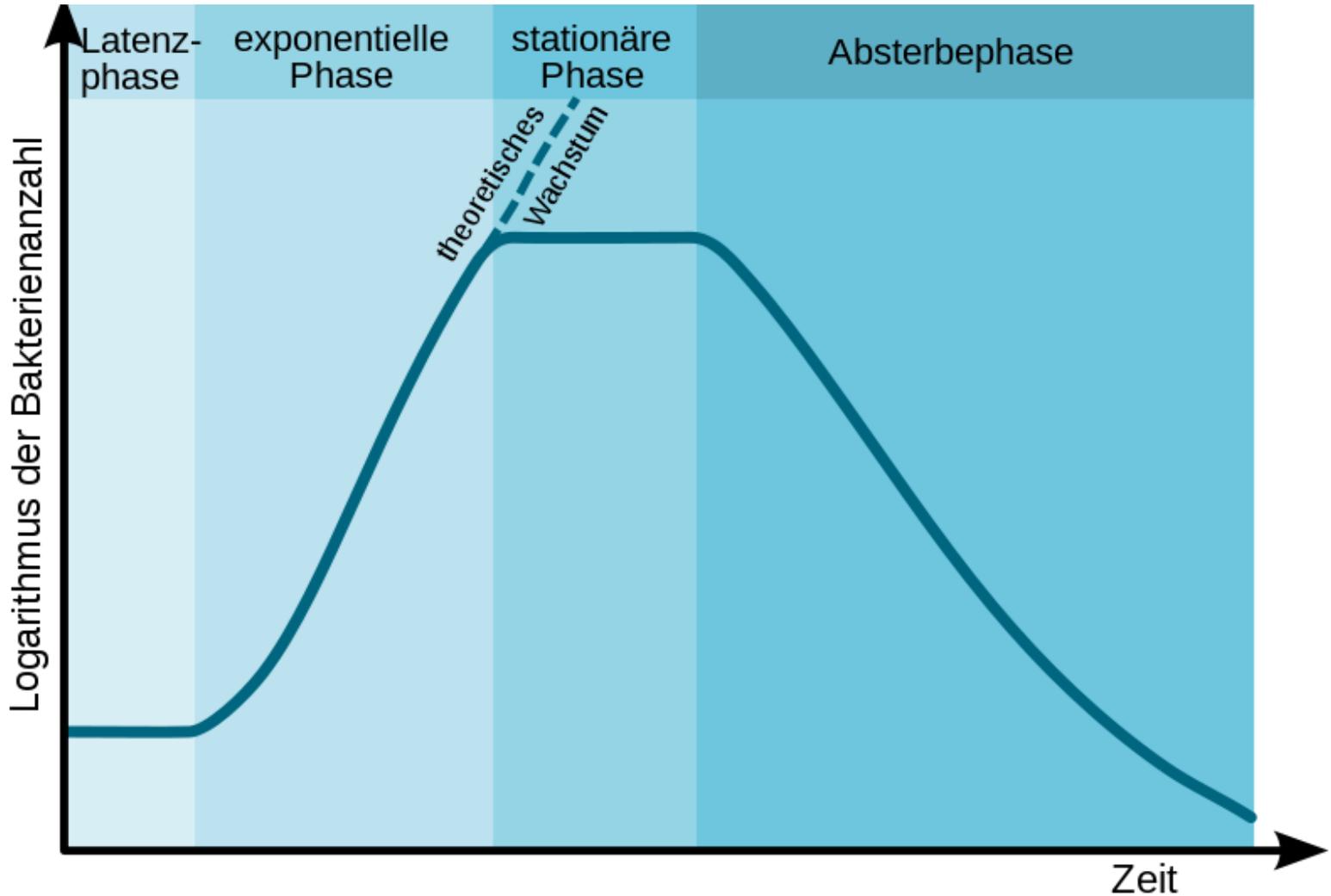


**Beispiel E. coli: Generationszeit bei 37°C ca. 20 min**

<b>Anfangskeimzahl</b>	<b>10'000</b>
1 h	80'000
2 h	640'000
3 h	<b>40'960'000</b>
4 h	10'485'760'000



# Vermehrungsphasen einer Bakterienkultur





# Abtöten von Mikroorganismen



## Begriffe

- **Thermisation**

- **Keimreduktion** durch Erhitzung auf  $>40^{\circ}\text{C}$  bis ca.  $70^{\circ}\text{C}$  (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):

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



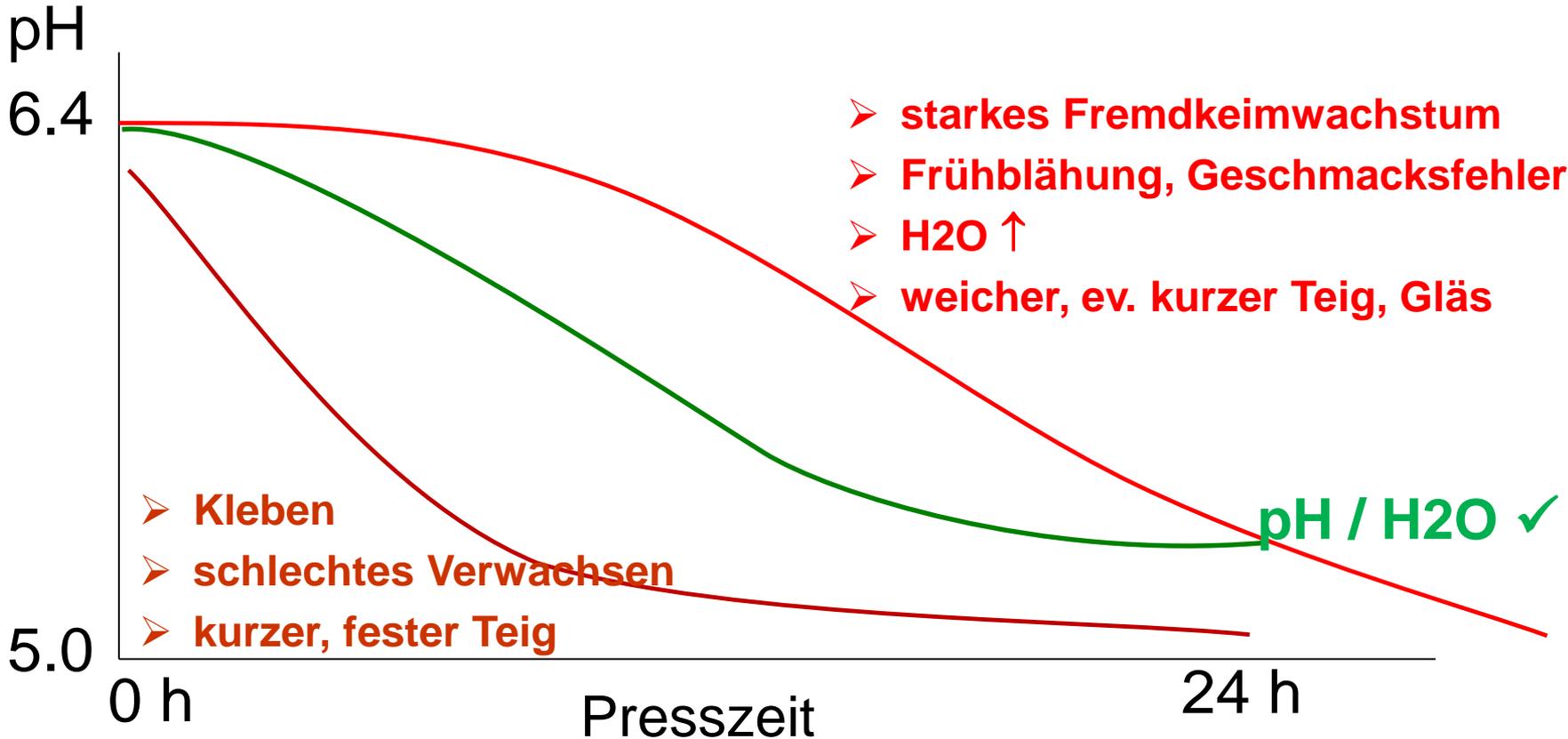
# Bedeutung der Milchsäuregärung

- **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

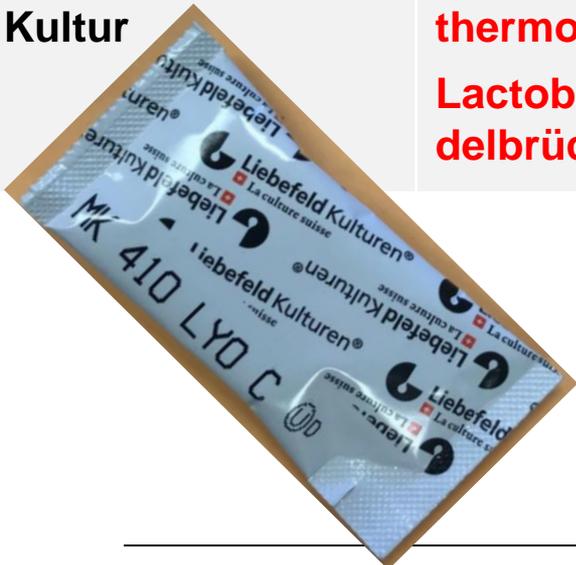
- **Wahl der Kulturen**
  - **Verhältnis Chetteli zu Stäbchen**
  - **Zusatzmenge**
  - **Temperatur und Zeitdauer der Milchvorreifung**
  - **Brenntemperatur**
- ⇒ **Kultur arbeitet nur, wenn sie sich wohl fühlt!  
Milchsäurebakterien frieren nicht gerne...**





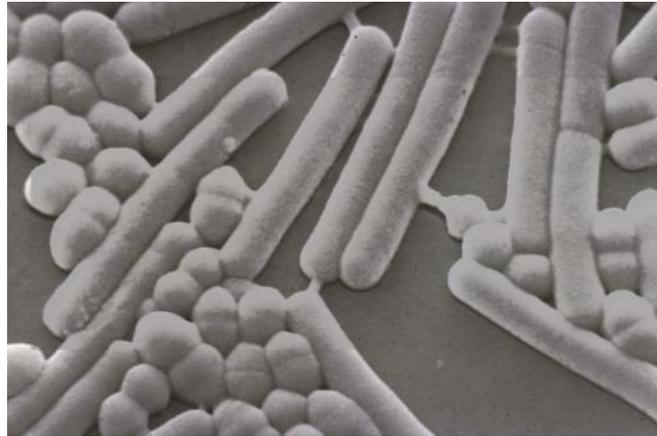
# Kulturen für die Alpkäseherstellung

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





# Chetteli und Stäbli der Starterkultur

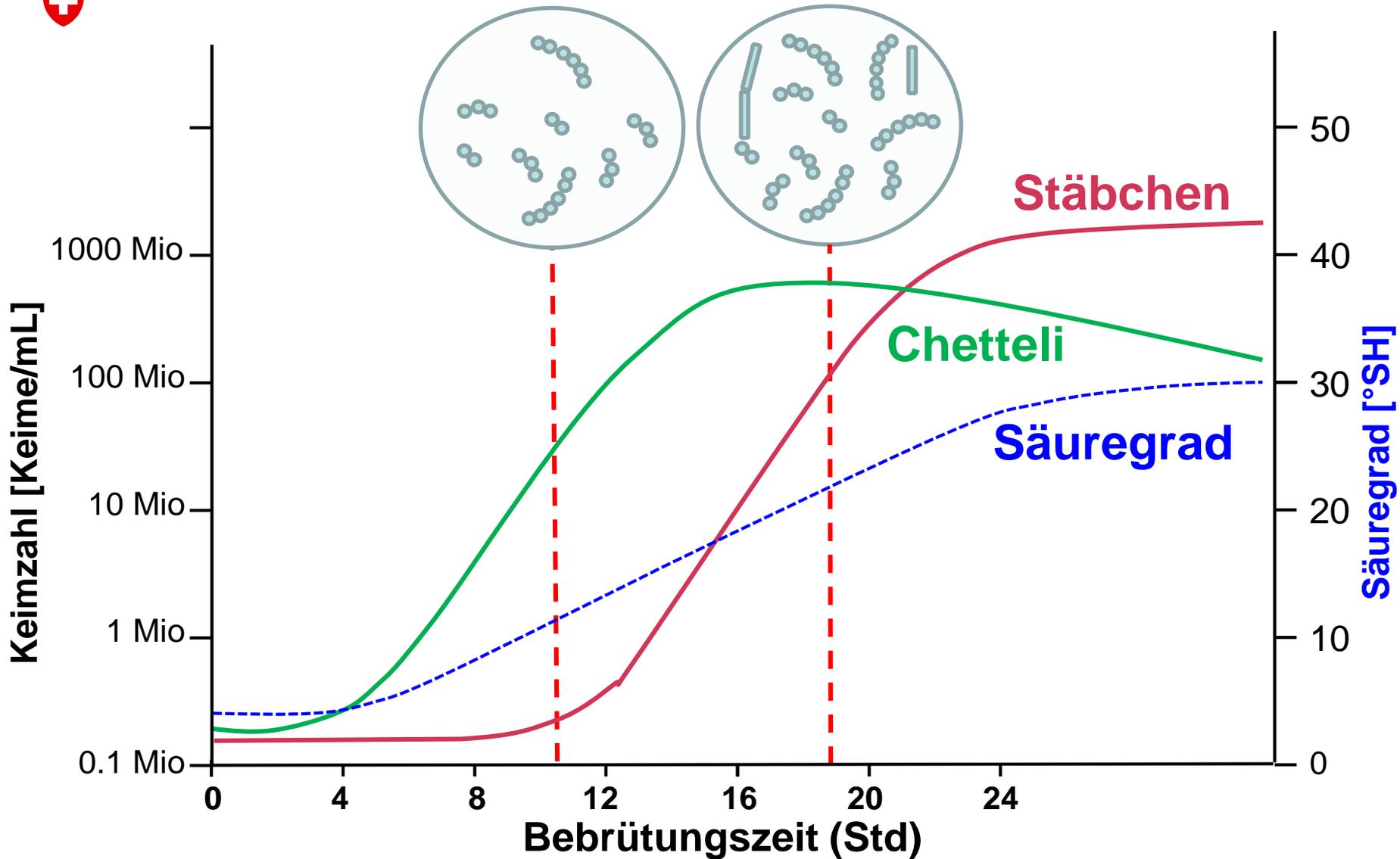


Unterschiedliche Eigenschaften

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





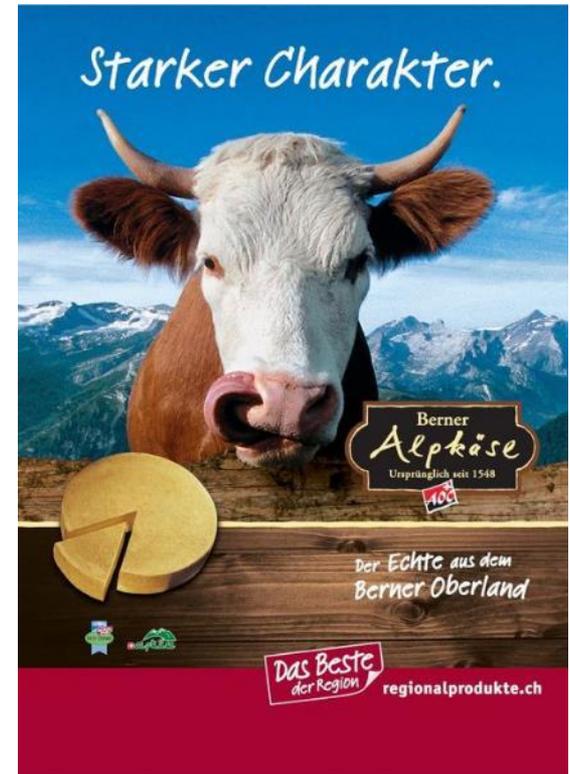
# Bakterien der Milch





# 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*
- .....



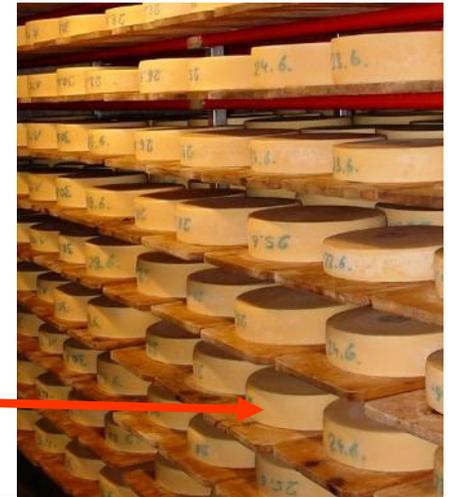
# Herkunft unerwünschter Bakterien: Fabrikationsumfeld - Käsekeller



Fäkalkeime (E. coli,  
Enterokokken)  
Salmonellen



Hefen  
Colibakterien  
Gasbildende Laktobazillen



Hefen  
Listerien



# Käsetücher als Bakterienreservoir

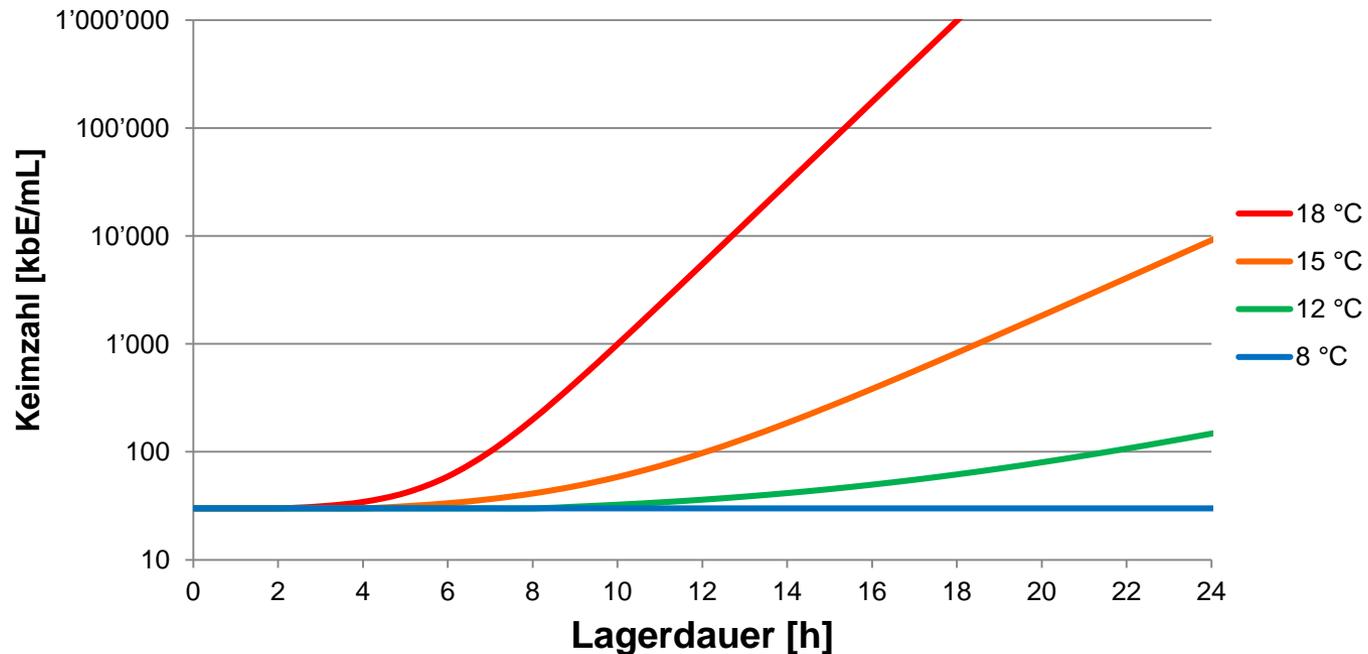
	Hanftuch HL 14 KbE	Synth. Tuch FR 17 KbE
Gesamtkeime	2'100'000	190'000
Enterokokken	3'300	500
Hefen	2'200	< 100





# 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,  
**CO<sub>2</sub> + Wasserstoffgas**

(Gefahr bei schlechter Säuerung,  
**Antibiotika**)

## Hefen

Vergären Milchzucker zu Essigsäure,  
Alkohol und **CO<sub>2</sub>**

(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**

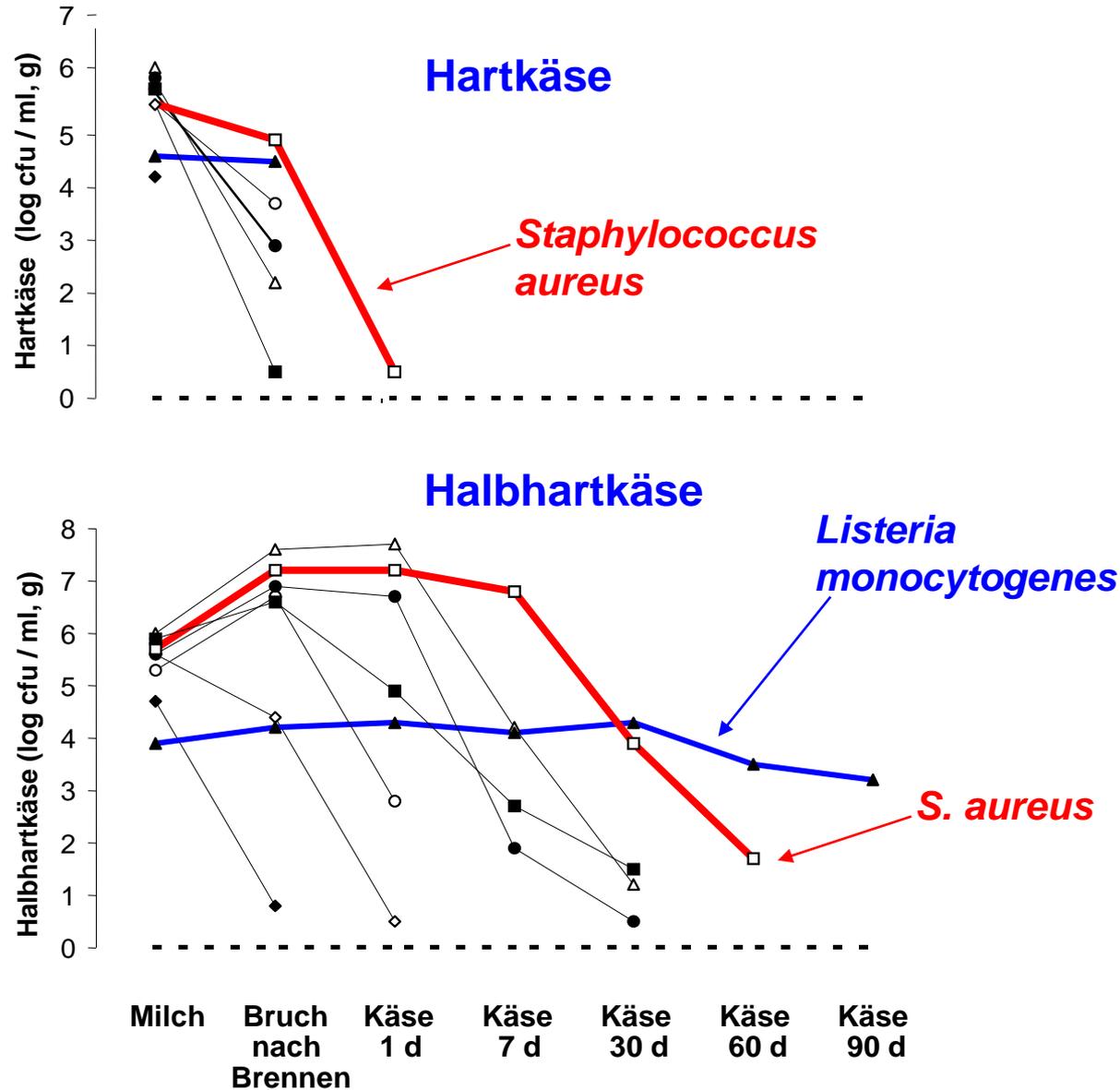
Können sich im Darm einnisten und dort zellschädigende Toxine bilden

## **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 <sup>1</sup>	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
	thermisiert <sup>2</sup>	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
	keine	hoch	erhöht	hoch	hoch	erhöht
Weichkäse	pasteurisiert <sup>1</sup>	erhöht	erhöht	(nur Oberfläche)	(nur in Schmiere)	(nur Oberfläche)
	thermisiert <sup>2</sup>	hoch	erhöht	erhöht	(nur in Schmiere)	hoch
	keine	hoch	erhöht	hoch	hoch	hoch
Frischkäse	pasteurisiert <sup>1</sup>	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
	thermisiert <sup>2</sup>	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
	keine	hoch	erhöht	hoch	hoch	hoch
Molkenziger	90 °C	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
Butter aus (Süßrahm) aus (Sauerrahm)	keine	hoch	erhöht	hoch	hoch	hoch
	pasteurisiert <sup>1</sup>	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
	pasteurisiert <sup>1</sup>	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht	erhöht
Rahm	keine	hoch	erhöht	hoch	hoch	hoch
	pasteurisiert <sup>1</sup>	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.  $18^{\circ}\text{C}$  (für Halbhartkäse  $< 13^{\circ}\text{C}$ )
- Erhitzung von Milch bzw. Rahm auf  $65^{\circ}\text{C}$  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

# Käse, Milch und Milchprodukte



Häufige Fragen

Milch und Milchprodukte



← Käse, Milch und Milchprodukte

- Käse
- Appenzeller
- Berner Alpkäse**
- Emmentaler
- Grappese
- Rudolfs
- Sbrino
- Foc de Mont
- Foster
- Vacherin Mont d'Or

## Berner Alpkäse AOP und Berner Hobealkäse AOP



**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



**Hondrich!**

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

[www.liebefeld-kulturen.ch](http://www.liebefeld-kulturen.ch)

Herstellung und Verkauf der Liebefeld Kulturen mit der Branche!

Die Forschungsinstitution Agroscope... produzierten im Liebefeld seit... Jahrhunderte die berühmten Liebefeld Kulturen® und... Schweizer Käseereien zur Verfügung. ... hohen 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](mailto:hans.winkler@agroscope.admin.ch)

**Agroscope** gutes Essen, gesunde Umwelt

[www.agroscope.admin.ch](http://www.agroscope.admin.ch)

