

# MIKROBIOLOGIE DER MILCHPRODUKTE DR. W. GINZINGER

## MIKROBIOLOGIE DER ANLIEFERUNGSMILCH

### Herkunft der Keime in der frischemolkenen Milch:

<b>Herkunft</b>	<b>Zahl / ml</b>	<b>Arten</b>
Luft:	ca 100	Aerobe Sporen
Euterinneres:	ca 1000	Mikrokokken / Staphylokokken
Euteroberfläche:	10.000 - 100.000	Mikrokokken / Coliforme
Geräte:	10.000 - 500.000	Gramnegative Keime / Pseudomonaden

### Herkunft der Clostridiensporen in der Milch:

Silage → Milchkuh → Kot → Euter → Milch

Herkunft der Coliformen in der Rohmilch : von Kotverschmutzungen

Herkunft von Staphylokokken in der Rohmilch :  
aus dem Euter, besonders bei Mastitis

Herkunft der Bazillensporen in der Milch :  
aus der Luft,  
aus Erdverschmutzungen des Futters - über Verdauungstrakt und  
Kotverschmutzung des Euters

### Vermehrung der Keime :

Die Keime der Rohmilch vermehren sich während der Lagerung am Bauernhof und während des Transportes.

Die Vermehrungsgeschwindigkeit hängt ab:

- von der Temperatur und Dauer der Lagerung am Bauernhof
- von der Ausgangskeimzahl je höher, umso schneller
- von der Temperatur im Tanksammelwagen.

Die Keimzahl der Anlieferungsmilch des Tanksammelwagens bei Ankunft im Betrieb hängt vorallem vom Anteil der Milch mit sehr hohen Keimzahlen ab.

## **MIKROBIOLOGIE DER VERARBEITUNGSMILCH**

Die Keimzahl der Verarbeitungsmilch ergibt sich aus :

- \* der Keimzahl der frischemolkenen Milch: vor allem abhängig von der Reinigung der Milchgeräte und des Euters
- \* der Vermehrung während der Lagerung: abhängig von Temperatur und Dauer
- \* der Vermehrung während Transport: abhängig von Temperatur und Dauer und dem Anteil an Milch mit hoher Keimzahl - über 500.000 / ml.
- \* und der Vermehrung während der Stapelung im Betrieb: abhängig von Temperatur und Dauer

### **Maßnahmen zur Absenkung der Keimzahl der Verarbeitungsmilch:**

1. Vermeidung der Keimvermehrung im Betrieb (Thermisierung, möglichst kurze Stapelung bei möglichst tiefer Temperatur)
2. Ausscheidung der Milch mit hohen Keimzahlen

Die Keimzahl der Verarbeitungsmilch soll 100.000 / ml nicht übersteigen.

### **Mikrobiologie pasteurisierter Trinkmilch**

#### **1. Einfluß der Rohmilch:**

Je höher die Keimzahl der Rohmilch ist, umso mehr Enzyme und Abbauprodukte sind in der Milch, gehen in die pasteurisierte Milch über und vermindern Haltbarkeit und Geschmack.

Aerobe Sporen und andere hitzeresistente Keime gehen in die Milch über und sind meist die Ursache des Verderbens bei einer Haltbarkeit von über 7 Tagen.

Hitzeresistente Bakterien - geordnet nach steigender Hitzeresistenz - :

Alcaligenes tolerans - Enterokokken -

Streptococcus thermophilus - Mikrokokken - Mikrobakterien

Anaerobe Sporen - Aerobe Sporen

Hitzeresistente Keime in frischpasteurisierten Milch: unter 10.000 / ml

## 2. Einfluß der Rekontamination:

Rekontaminationskeime sind Keime, die **nach** der Pasteurisierung in das Produkt gelangen.

Bei pasteurisierter Milch sind dies in der Hauptsache Pseudomonaden, Enterobakterien (Coliforme) und andere Gramnegative Keime.

Sie sind meist psychrotroph und vermehren sich daher schnell trotz Kühlung.

Sollwert im frisch - abgefüllten Produkt: unter 1 / Packung ( Liter )

Herkunft der Rekontaminationskeime: ungenügend gereinigte und entkeimte Anlagenteile: Ventile, Toträume, Dichtungen usw.

Die Rekontaminationskeime sind abhängig von ihrer Zahl die Ursache des Verderbens bei einer Haltbarkeit unter 6 Tagen.

Die Verderbengrenze liegt bei über 1 Million / ml.

## MIKROBIOLOGIE DER BUTTER

### 1. Einfluß der Rohmilchkeime:

- \* Ein direkter Übergang der Keime ist nur bei Butter aus nicht pasteurisiertem Rahm (Käseireibutter) möglich
- \* Geruchs- und Geschmacksfehler, die von Mikroorganismen gebildet werden, gehen in die Butter über

### 2. Einfluß des Säureweckers: nur bei Sauerrahmbutter

- \* Bakterienarten: *Lactococcus lactis* Säurebildner  
*Lactococcus cremoris*
- Lactococcus diacetylactis* Aromabildner  
*Leuconostoc citrovorum*
- \* Aufgaben des Säureweckers:  
Säuerung des Rahms auf pH 5.0  
Diacetylbildung aus Zitronensäure
- \* Fehler durch Säurewecker:  
zu wenig Aroma: entweder kein Zitronensäureabbau oder Abbau des gebildeten Aromas

### 3. Einfluß der **Rekontamination**:

Keimart	Herkunft	Fehler
Coliforme	Geräte	unrein, käsig
Pseudomonaden	Geräte, Wasser	ranzig, seifig, faulig
Hefen	Säurewecker, Luft	hefig, gärig
Schimmelpilze	Luft, Verpackung	dumpf, verschimmelt

### 4. Einfluß der **Wasserfeinverteilung**:

Eine Vermehrung der Bakterien ist nur im Butterwasser (Serum) möglich.  
 Je feiner das Wasser verteilt ist -  
 umso mehr Wassertröpfchen sind keimfrei -  
 umso weniger Serum steht für die Vermehrung zur Verfügung -  
 umso haltbarer ist die Butter.

## MIKROBIOLOGIE DER SAUERMILCHPRODUKTE

### 1. Einfluß der Rohmilchkeime:

Aufgrund der starken Erhitzung ist der Einfluß der Rohmilchkeime nur sehr gering; die Sporen werden durch die Säuerung gehemmt.

### 2. Kulturen:

Joghurt: *Str.thermophilus* / *Lb.bulgaricus* 1 : 1

Joghurtvarianten: *Str.thermophilus* / *Lb.bulgaricus* / *Lb.acidophilus*

Sauermilch / Buttermilch: *Lactococcus lactis* / *Lactococcus cremoris* /  
*Lactococcus diacetylactis* / *Leuconostoc citrovorum*

Kefir: Milchsäurebakterien + Hefen

Schleimbildende Kulturen: *Str.thermophilus*, *Leuconostoc dextranicum*

Probiotische Kulturen: *Lb. acidophilus*, *Lb. casei*, Bifidobakterien

### 3. Aroma: \* Hauptaroma: sauer durch Milchsäure

\* Joghurt: Joghurtarome - Acetaldehyd gebildet von *Lb.bulgaricus*

\* Buttermilch: Diacetyl - Aroma von Sauerrahmbutter- gebildet von  
 Aromabildnern des Säureweckers

\* Kefir: hefiger Geschmack - gebildet von Hefen

### 4. Milchsäuregehalt und -art:

Joghurtprodukte: Gesamtmilchsäure: 0.9 - 1.3 % D-Milchsäure: 0.4 - 0.7 %

Bioghurt: Gesamtmilchsäure: 0.9 - 1 % D-Milchsäure: 0.15 %

Sauermilch/Buttermilch: Gesamtmilchsäure: 0.8 % D-Milchsäure: 0.05 %  
 In Sauermilchprodukten sind noch erhebliche Mengen Laktose ( 3.5 - 4.0 % )  
 enthalten.

## 5. Fehler:

- \* Nachsäuerung bei Naturjoghurt: Verhinderung durch mildsäuernde Kulturen, höheren pH-Wert, niedere Lagertemperatur unter 10° C
- \* Rekontamination mit Hefen / Schimmel: vor allem bei Fruchtjoghurt  
 Herkunft: Luft, Geräte, Verpackung, Früchte  
 Sollwert: im frischen Produkt keine pro 1000 g  
 sensorische Fehler ab 100.000 Hefen/g

## MIKROBIOLOGIE VON KÄSE

### Einfluß der Rohmilchkeime:

Gering bei Frischkäse aus pasteurisierter Milch; groß bei Rohmilchkäse

#### 1. Rohmilchhartkäse:

Durch fehlende Erhitzung ist ein Übergang aller Keime möglich.  
 Diese Keime können sich bis zum Brennen vermehren.  
 Durch Brennen, Säuerung und Reifungszeit sterben die hitzeempfindlichen Keime zwar ab, ihr Enzyme bleiben aber aktiv.

Bei hohen Rohmilchkeimzahlen treten daher häufig Geschmacksfehler und Nachgärung auf.

Anaerobe hitzeresistente Keime wie z.B. Clostridiensporen können sich im Käse vermehren.

#### 2. Bei Käse aus pasteurisierter Milch:

Die hitzeempfindlichen Keime werden durch die Pasteurisierung abgetötet, ihre Enzyme bleiben aber teilweise wirksam.

Die Enzymwirkung ist umso größer, je höher der pH-Wert des Käses, je höher die Reifungstemperatur und je länger die Reifungszeit ist;  
 bei Großlochschnittkäse hat daher die Rohmilchkeimzahl den größten Einfluß.

Von den hitzeresistenten Keimen können sich auf Grund der anaeroben Verhältnisse nur die Clostridiensporen im Käse vermehren.

## Entwicklung Coliformer Keime in Schnitt- und Weichkäse:

Bei Käse aus pasteurisierter Milch stammen Coliforme Keime aus Rekontaminationen.

Die Coliformen Keime können sich während Käsung und Pressen vermehren. Sie werden durch den sinkenden pH-Wert und die Milchsäure gehemmt. Je langsamer daher die Säuerung verläuft, umso höher sind die Coliformenzahlen im jungen Käse.

Bei Weichkäse ist auf Grund der Oberflächenentsäuerung auch eine Entwicklung während der Reifung möglich.

Bei Schnittkäse nimmt der Coliformengehalt während der Reifung ab.

## **KULTUREN FÜR KÄSE**

### 1. Milchsäurebakterien:

#### 1.1. Säurewecker:

<i>Lactococcus lactis</i>	Frischkäse
<i>Lactococcus cremoris</i>	Weichkäse
<i>Lactococcus diacetylactis</i>	Schnittkäse
<i>Leuconostoc.citrovorum</i>	

#### 1.2. Joghurtkultur:

<i>Streptococcus thermophilus</i>	Gorgonzola
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Hartkäse / Weichkäse

#### 1.3. Emmentalerkultur:

<i>Streptococcus thermophilus</i>	gebrannter
<i>Lactobacillus lactis</i>	Hartkäse
<i>Lactobacillus helveticus</i>	

#### 1.4. Thermophile Laktobazillen:

<i>Lactobacillus helveticus</i>	Zusatzkultur bei
<i>Lactobacillus lactis</i>	Schnittkäse
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	

#### 1.5. Thermophile Streptokokken:

<i>Streptococcus thermophilus</i>	italien.Käse
-----------------------------------	--------------

#### 1.6. Mesophile Laktobazillen: *Lactobacillus casei* Zusatzkultur bei Käse

### 2. Propionsäurebakterien:

<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	Großlochkäse
---	--------------

### 3. Rotschmierekultur: *Brevibacterium linens* geschmierte Käse

4. Schimmelkulturen: *Penicillium candidum* Schimmelkäse  
*Penicillium roqueforti*

5. Hefekulturen: geschmierte Käse

6. Weißer Milchsimmel: Sauermilchkäse, Schimmelkäse

## AUFGABEN DER KULTUREN BEI DER KÄSERHERSTELLUNG

1. Säuerungskulturen: Milchsäurebakterien

\* Milchsäuregärung:

- Unterdrückung von Schadkeimen
- Einfluß auf Teigeigenschaften:
- Notwendig für Geschmack

\* Eiweißabbau: Bei allen gereiften Käsen

Lactobazillen sind stärker eiweißabbauend als Streptokokken.

\* Zitronensäureabbau: Durch Aromabakterien des Säureweckers

- Für Lochbildung bei gepreßtem Schnittkäse
- Beteiligt am Aroma verschiedener Käse

2. Oberflächenkeime bei geschmierten Käsen:

\* Hefen: Verantwortlich für die Entsäuerung der Oberfläche

\* Rotschmierebakterien: Verantwortlich für Eiweißabbau bis zum Ammoniak, Aroma und Farbe

\* Schimmelpilze: Verantwortlich für Eiweiß- und Fettabbau und für Aroma

## LOCHBILDUNG IM KÄSE

1. Lochzahl: Lochansatzstellen: \* Molkeeinschluß

\* Partikel

\* Bruchstelle im Teig

\* Gasblasen: mechanisch oder mikrobiologisch

2. Lochausbildung: durch Gasbildung

- \* Propionsäuregärung
- \* Citratabbau durch Aromabakterien
- \* heterofermentative Milchsäuregärung
- \* Coliforme Keime
- \* Buttersäuregärung
- \* Eiweißabbau

3. Lochausformung: abhängig von der Elastizität des Teiges

## **MIKROBIELLE KÄSEFEHLER**

Frühblähung: durch Coliforme Keime bei Säuerungsstörungen.

”Spätblähung”: Buttersäuregärung - vermehrte Lochung  
durch Clostridium tyrobutyricum bei Verkäsung von Silomilch

Verhinderung: - durch Fütterung ohne Silage  
- durch Nitrat - (Salpeter) Zusatz bis 15 g/100 l Kesselmilch  
- durch Zusatz von Lysozym  
- durch Bruchsalzen (z.B.Cheddar)  
- durch Zentrifugalentkeimung : für eine sichere Wirkung ist ein niedriger Gehalt an Clostridium tyrobutyricum-Sporen (unter 1/ml) Voraussetzung.

Nachgärung: Emmentaler: hochgezogene Lochung und Risse im Lagerkeller  
Bergkäse: größere und vermehrte Lochung und Risse während der Reifung

Ursache: Propionsäuregärung und Eiweißabbau

Weißfäule - Putrifikus: bei gebranntem Hartkäse durch Clostridium sporogens.

## BAKTERIOPHAGEN

Größe: Kopf: 50 Nanometer  
Schwanz: 200 Nanometer  
im Lichtmikroskop nicht sichtbar

### Eigenschaften:

- \* Vermehrung nur mit einer lebenden Bakterienzelle möglich
- \* kein eigener Stoffwechsel
- \* viele benötigen Calciumionen zur Vermehrung
- \* Stammspezifisch, d.h. ein Phage kann nur einen bestimmten Bakterienstamm angreifen

### Auswirkungen:

- Einstammkulturen: nur 1 Stamm  
z.B. *Streptococcus thermophilus* 106, sehr phagenanfällig,  
Säuerungsstop bei Phagenbefall
- Mehrstammkultur: aus mehreren (4 - 10) Stämmen einer Bakterienart,  
je mehr Stämme von Phagen befallen sind, umso größer ist die  
Säuerungsverzögerung
- Vielstammkultur: aus vielen nur zum Teil bekannten Stämmen  
bei Phagenbefall nur Säuerungshemmung

Vorkommen: wenige in der Rohmilch  
einige in Kulturen  
viele in der Molke

Bedeutung: Phagen können Milchsäurebakterienkulturen befallen  
und die Säuerung stoppen und verzögern

### Bekämpfung und Verhinderung von Bakteriophagen:

- \* Verhinderung von Molkeinfektionen:  
Beispiele: Kulturzuchtung nicht in der Käseküche  
unerhitzten Molkenrahm nicht zusetzen  
Käser soll nicht Kultur ansetzen
- \* Kulturrotation: jeden Tage andere Kulturstämmen verwenden
- \* Kulturmedium ohne freie Calciumionen verwenden
- \* Kulturen möglichst wenig überzüchten