



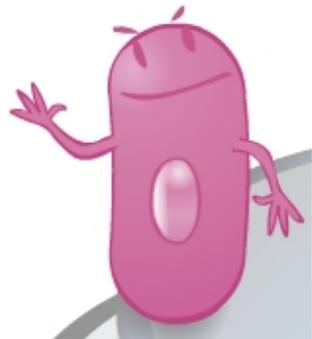
# 2.1

## Gibt es Keime in meiner Käserei?

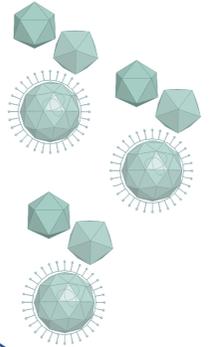
*This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA*



**Gibt es Keime  
in meiner  
Käserei??**



**Ja, und viele davon  
sind notwendig für  
dich und deine  
Produkte!**





## Nützliche Keime finden sich beispielsweise in

Starterkulturen



Beimpfung und native Kulturen



Fermentierte und probiotische Lebensmittel



Die meisten Keime sind **nützlich** oder immerhin **harmlos** für den Menschen.



# Die Hauptkeimarten in der Rohmilch

## Nützliche Keime

- Milchsäurebakterien
- Starterkulturen (Bakterien, Schimmel, Hefen)

## Verderbniskeime

- Psychrotolerante ("Psychrotrophe") Bakterien wie *Pseudomonas*
- Thermoresistente Clostridien, die eine Buttersäuregärung verursachen
- Coliforme

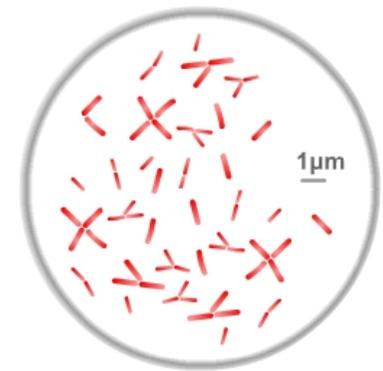
## Relevante pathogene Keime

- *Listeria monocytogenes*
- *Salmonellen*
- *Staphylococcus aureus*, die Enterotoxine erzeugen
- *Brucellen*
- *Mycobakterien* (*M. bovis*, *M. tuberculosis*)





# Rohmilch ist ein lebendes Ökosystem



Quelle: 01 The Solar System PIA10231, mod02

## Umweltbedingungen – Bakterielle Interaktionen

Ein isoliertes Bakterium hat ohne die Interaktion im Ökosystem keine Bedeutung



# Das Ökosystem der Rohmilch - Grenzen für das Wachstum von Pathogenen:

BAKTERIOCINE

MILCHSÄUREBAKTERIEN

MILCHSÄURE

NICHT-  
MILCHSÄUREBAKTERIEN  
(z.B. *Brevibacterium linens*)

HEFEN UND SCHIMMEL  
(z.B. *Geotrichum candidum*)



## Technologische Grenzen

- Die Vielfalt mikrobieller Ökosysteme kann dazu genutzt werden, die Milch vor Pathogenen zu schützen (\*\*Maoz et al., 2003; Eppert et al., 1997; Saubusse et al. 2007)
- Diese Hürdentheorie ist ein altes Konzept (\*\*Leistner, 1985), wird derzeit aber als wirksames Mittel erkannt, um der Entwicklung von Pathogenen vorzubeugen (\*\*Ghandi et Chikindas, 2007)
  - Ein Beispiel: Die natürliche Interaktion von Keimen und ihren Metaboliten in Rohmilch und in Rohmilchprodukten (\*\*Millet et al., 2006)
  - Für weitere Informationen und Referenzen, siehe Teacheesy-Instrument 9.6

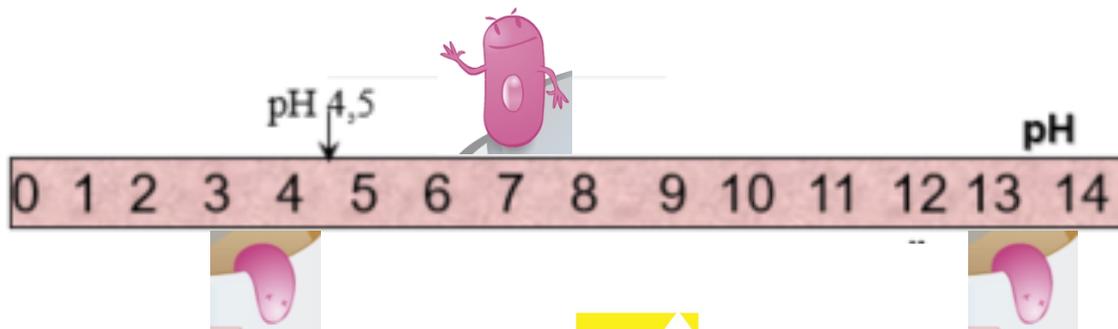
\*\* Autoren wissenschaftlicher Studien



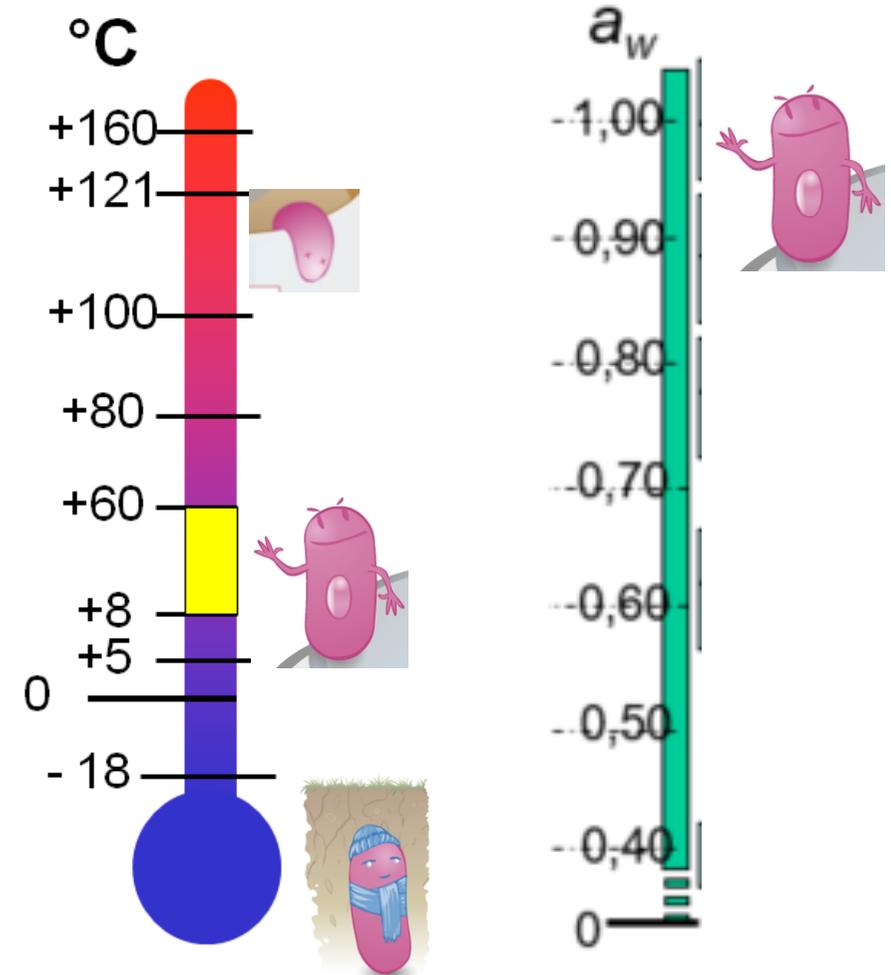


# Umweltfaktoren, die mikrobielles Wachstum ermöglichen

- Feuchtigkeit
- Nährstoffe
- Temperatur
- Säuregrad (pH)
- Sauerstoffgehalt
- Wasseraktivität: die Menge an freiem Wasser in Lebensmitteln, das für Mikroorganismen verfügbar ist (Skala 0 (min) bis 1 (max))



Teacheesy



Farmhouse and  
Artisan  
Cheese & Dairy Producers  
European Network

 Erasmus+



# ***Einige* Keime sind *unerwünscht* und *gesundheitsschädlich*. Sie können verursachen:**

Lebensmittelverderb (technologische Probleme)



<http://cheeseforum.org/articles/wiki-cheese-body-defects-mechanical-holes/>

Lebensmittelvergiftungen oder Infektionen



[www.villareuter.fi](http://www.villareuter.fi)



## Man muss keine Angst vor Keimen haben, aber es ist wichtig zu verstehen, dass...

... im schlimmsten Fall, eine Anhäufung kleiner Mängel in den Hygienepraktiken sogar zum Tod eines Verbrauchers führen kann.

Rückruf-Warnung  
Weichkäse-Rückruf, 2 Tote  
Vulto Creamery Käse aus Rohmilch



Foto: [Microbiology International](#)

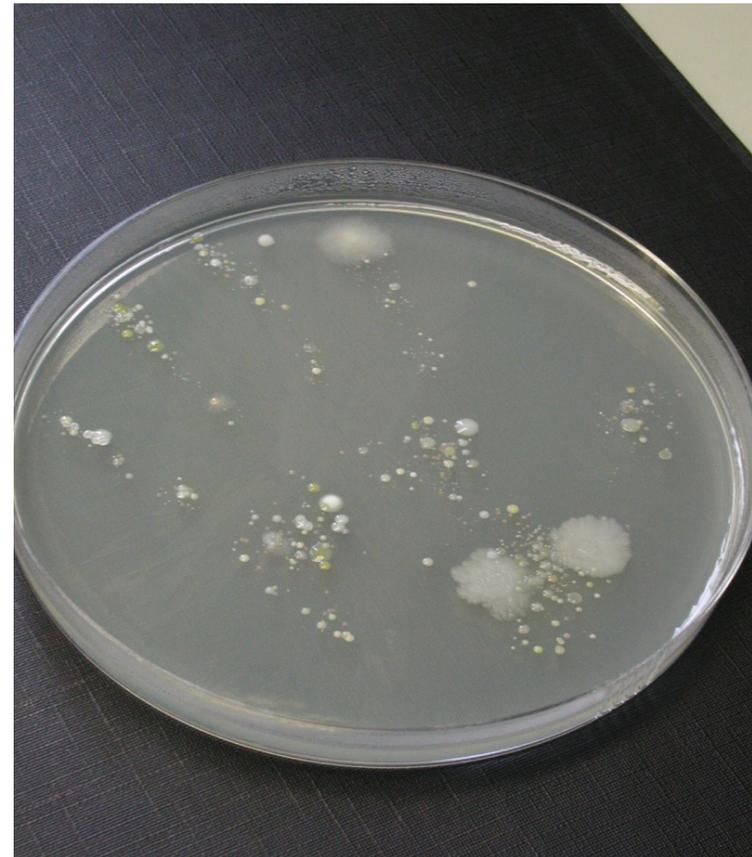


## Personalhygiene ist wichtig!

Foto:

Keimkolonien auf festem Medium.

- Die Oberfläche wurde von einer Hand berührt
- Die Platte wurde für 3 Tage bei 30°C bebrütet
- Jede dieser Kolonien stammt aus einer oder wenigen mikrobiellen Zellen von der Hand der Person



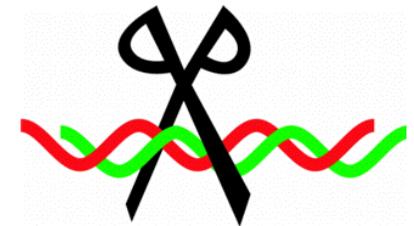


**Man kann nicht alle Gefahren beseitigen,  
aber  
*man kann die Risiken steuern***



## Auswirkungen schädlicher Keime in Lebensmitteln?

1. Toxinbildung → Lebensmittelvergiftung und Lebensmittelinfektionen
2. Bildung von Enzymen, die Lebensmittelbestandteile abbauen, wie Fette, Proteine und Kohlenhydrate → Lebensmittelverderb
3. Hohe Keimzahlen überschreiten Sicherheitsgrenzen → Risiko von schädlichen Auswirkungen auf die Verbrauchergesundheit





## Relevante Keime in der Milchverarbeitung

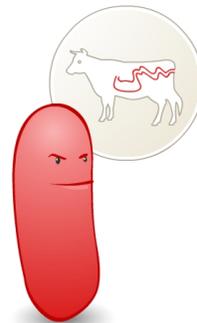
- **Lebensmittelsicherheitskriterien:**

- *Salmonella* spp.
- *Listeria monocytogenes*
- Enterotoxinbildende *Staphylococcus aureus*



- **Prozesshygienekriterien:**

- Nicht-Enterotoxin bildende *Staphylococcus aureus*
- *Escherichia coli*





# SALMONELLA SPP

## LEBENSMITTELSICHERHEITSKRITERIUM



## Wie wirken SALMONELLEN auf den Menschen?

- Erwachsene:
  - Erste Symptome: 8-48 h nach dem Verzehr
  - Hauptsymptome: Durchfall, Bauchkrämpfe, Fieber, Erbrechen, Kopfschmerzen
  - Dauer: 2-4 Tage und oft spontane Heilung
- Immungeschwächte Menschen:
  - Blutvergiftung, die zum Tod führen kann
- Mortalitätsrate: ca. 0.2 %





## Wo leben SALMONELLEN?

- Verschiedene Arten (viele gelten als pathogen)

### RESERVOIR\* (TIERE)

Kot

Milch (selten, aber  
nicht unmöglich)

Plazenta,  
Fehlgeburt...

### RESERVOIR\* (MENSCHEN)

- Fäkalien

ANDERE TIERE:  
Vögel, Hühner,  
Nagetiere

### WASSER, ERDE

Vorsicht bei der  
Düngung  
(kontaminierte  
Gülle!)

(siehe EU-Leitlinie:  
*Übersicht  
Milcherzeugung*)

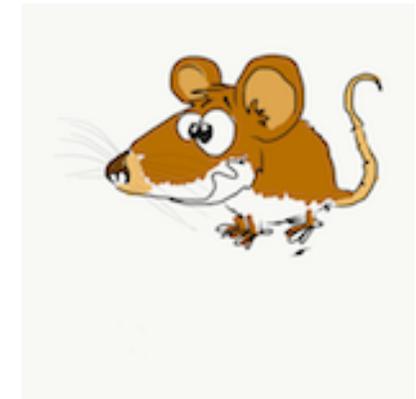


\*RESERVOIR: Dort, wo der Erreger normalerweise lebt und sich vermehrt, typischerweise ohne sich selber zu schädigen. Das Reservoir dient als Infektionsquelle für andere



## Überleben SALMONELLEN in der Umwelt?

- Normalerweise vermehren sie sich nicht, ABER
- Sie können für lange Zeit überleben:
  - Im Wasser: 3 Monate
  - In Mist/Gülle: 1 Monat
  - In Jauche/Schlamm: 2-3 Monate
- Achtung: Nagetiere und Hühner können Träger sein





## Wie sind SALMONELLEN in der Milch zu vermeiden?

- Erkennen und isolieren positiver Tiere (Kot- und sogar Milchproben)
- Gute Hygiene beim Melken einhalten
- Ordnungsgemäße Reinigung der Melkanlage
- Nach einer Gülledüngung ein bis drei Monate mit der Beweidung warten
- Wasser: wenn möglich, Trinkwasser vor fäkaler Kontamination schützen und/oder Chlor zugeben
- Achtung bei Vögeln, Hühnern, Nagetieren



## Wie kann eine Kontamination mit SALMONELLEN in der Käserei vermieden werden?

- Kontamination der Milch vermeiden
- Gute Hygiene Praxis:
  - Nach dem Benutzen der Toilette
  - Saubere Schuhe und Kleidung
- Im Falle von Krankheitssymptomen im Magen und Darmbereich wie Durchfall, Arbeit in der Käserei meiden
- Gute Wasserqualität sicherstellen



# LISTERIA MONOCYTOGENES

LEBENSMITTELSICHERHEITSKRITERIUM



## Wie wirkt *Listeria monocytogenes* auf den Menschen

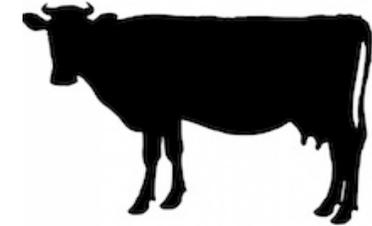


- Oft nur milde Symptome: Durchfall, Fieber, Kopfschmerz
- Hauptrisiken für Neugeborene und Kleinkinder, Schwangere, immungeschwächte Menschen:
  - Meningitis
  - Fehlgeburt
- Niedrige Erkrankungsrate, aber hohe Mortalitätsrate bei immungeschwächten Menschen (Hoch-Risiko-Gruppe):  
15 – 30 %



## Wie wirkt *Listeria monocytogenes* auf Wiederkäuer?

- Meningitis
- Fehlgeburt
- Subklinische Mastitis
- Augenprobleme
- Endokarditis (Entzündung der Herzinnenhaut)



IN DER REGEL IN ALLEN TIEREN  
VORHANDEN



## Wo lebt *Listeria monocytogenes*?

UBIQUITÄRER KEIM: ÜBERALL

- Fäkalien, auch von gesunden Menschen
- Brustsekrete (selten, aber möglich)
- Erde, Pflanzen
- Futter, hauptsächlich Silage
- Stehendes Wasser
- Vernebler in Reiferäumen



## Unter welchen Bedingungen lebt *Listeria monocytogenes*?

### TEMPERATUR (kälteresistent)

- Temperatur: 0 - 45°C
- Optimum: 30 - 37°C
- Abtötung >60°C

- pH: 4,39 - 9,40
- Optimum: 7
- $a_w^*$ : 0,92 - 0,97

### SALZ (sehr resistent)

- > 19,5° Baumé
- 21 Vol.-%

### Kein Wachstum:

- pH  $\leq$  4,4, oder
- $a_w \leq$  0,92, oder
- pH:  $\leq$  5 und  $a_w^*$ :  $\leq$  0,94

\*  $a_w$  (Wasseraktivität): Die Menge an freiem Wasser in Lebensmitteln, das den Mikroorganismen zur Verfügung steht. Skala 0 (min) bis 1(max)



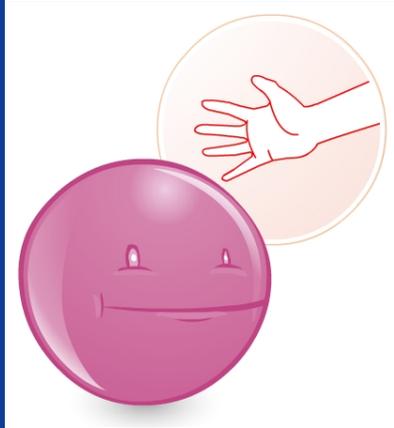
## Risikofaktoren für eine Kontamination der MILCH mit *Listeria monocytogenes*

- Kontamination durch Tierfäkalien beim Melken → vermeidbar durch gute Hygiene
- Kontaminiertes Wasser
- Kontaminiertes Futter, insbesondere Silage
- Subklinische Mastitis
- Reservoir in wilden Tieren, wie Rotwild, Wildschweine und Nagetiere



## Wie kann *Listeria monocytogenes* in der Käseerei vermieden werden?

- Kontamination der Milch vermeiden
- Gute Hygiene Praxis:
  - Personalhygiene, saubere Schuhe und Kleidung
  - Direkten und indirekten Kontakt zwischen Lebensmitteln und Boden vermeiden (z.B.: Spritzen)
- Stehendes Wasser und Kondensatbildung vermeiden
- Vernebler sorgfältig reinigen
- Kontaminierte Luft aus Silagebereichen vermeiden



# STAPHYLOCOCCUS AUREUS

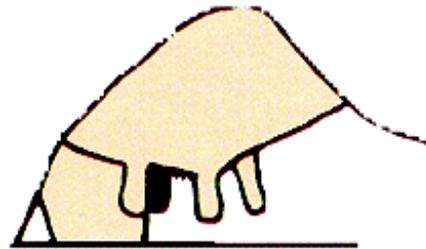
PROZESSHYGIENEKRITERIUM

LEBENSMITTELSICHERHEITSKRITERIUM NUR IM  
FALLE DER BILDUNG VON STAPHYLOKOKKEN-  
ENTEROTOXIN



# STAPHYLOCOCCUS AUREUS

- Hauptreservoir: Schleimhäute von Tieren und Menschen (Nase, Rachen, Zitzen), oberflächliche Wunden, Haare



- Auch in Luft, Wasser, Oberflächen
- Sehr persistent (überlebensfähig) in der Umwelt



## Viele *Staphylococcus aureus* Stämme produzieren Enterotoxine

Wann produzieren die Bakterien Enterotoxine?

- Grad der Kontamination:  $> 1.000.000$  kbE/g, und
- Gute Umweltbedingungen:  $\text{pH} > 4,5$ ;  $T > 10^\circ\text{C}$ ;  $a_w > 0,88$ ; Salz bis zu 20%
- Nicht alle *S. aureus* Stämme

Toxine sind resistent gegen:

- Pasteurisation
- Geringe Feuchtigkeit
- Gefrieren
- Proteolytische Enzyme, u.a. aus dem Magen (Pepsin, Rennin)



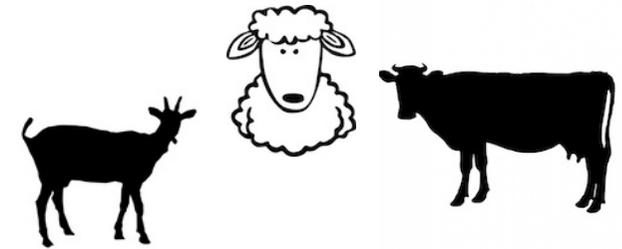
## Wie wirkt *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*?

### MENSCHEN



- Erbrechen, Bauchkrämpfe, Durchfall, Kopfschmerzen,
- Normalerweise keine Lebensgefahr; Sterblichkeit ist am höchsten bei Menschen aus Risikogruppen: immungeschwächte Personen und Kinder unter fünf Jahren

### TIERE



- Klinische und subklinische Mastitis:
  - Schafe und Kühe: die häufigste Ursache für Mastitis
  - Ziegen: 2,5% der Mastitisvorfälle, aber hohe Ausscheidung mit der Milch
- In eitrigen Wunden: Metritis, Vaginitis, Abszesse



## Unter welchen Bedingungen lebt *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*?

### WACHSTUMSTEMPERATUR

- von 7°C bis 48°C
- Optimum: 35 - 40°C
- Überleben Kälte und Gefrieren gut

### SALZ (sehr resistent)

- > 20 Vol.-%

### pH:

- 4 - 10
- Optimum: 6 - 7

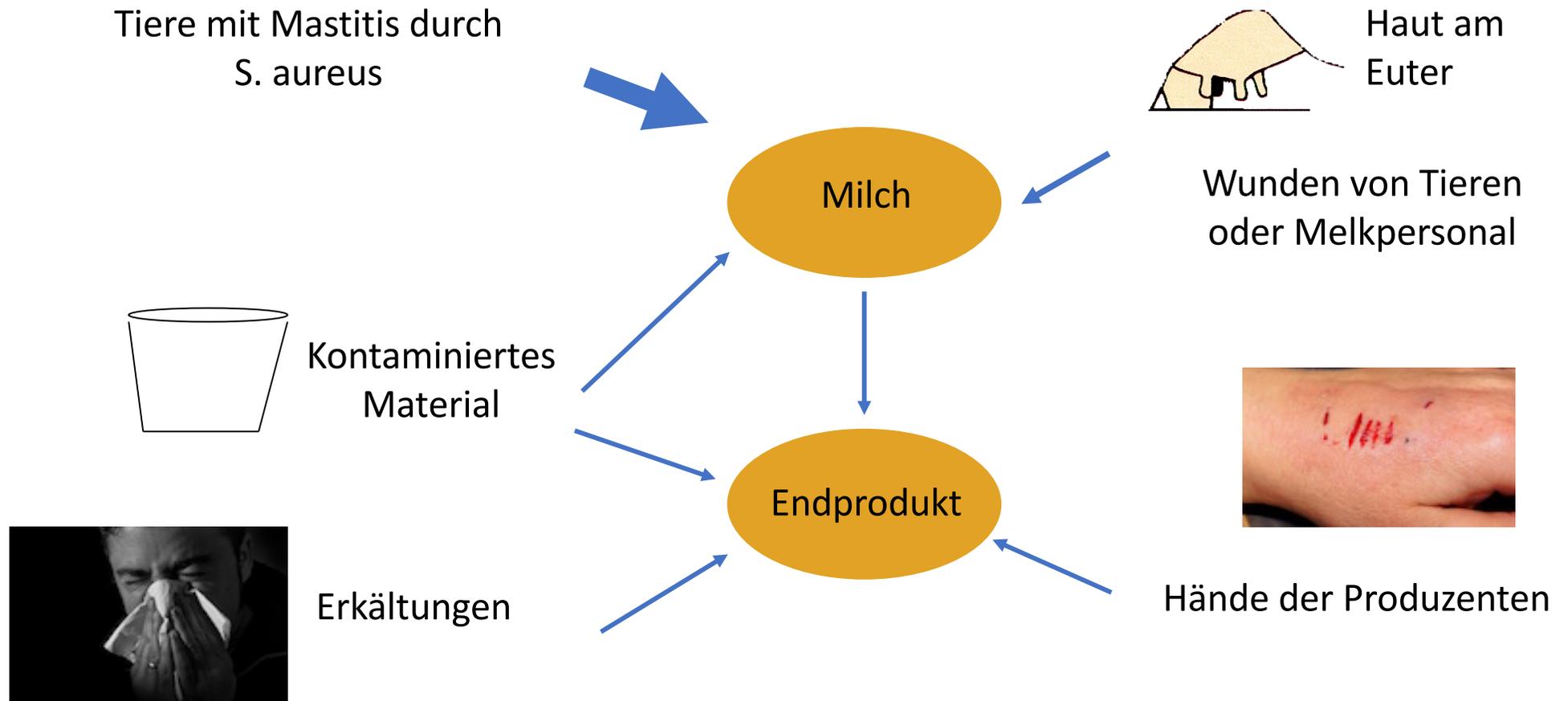
### $a_w^*$ :

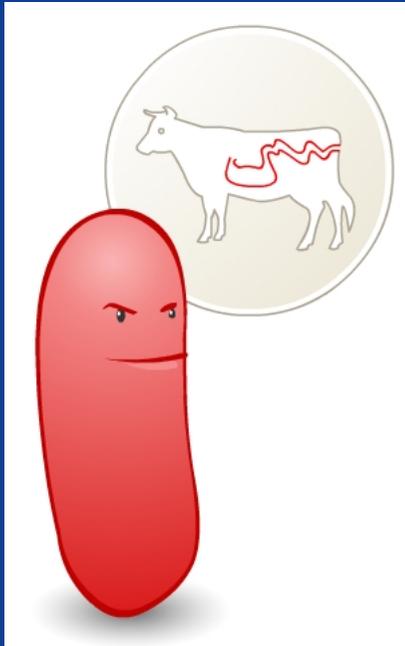
- 0,83 - 0,99

\*  $a_w$  (Wasseraktivität): Die Menge an freiem Wasser in Lebensmitteln, das den Mikroorganismen zur Verfügung steht. Skala 0 (min) bis 1(max)



# Wie kann es zu einer Kontamination mit *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* kommen?





# ESCHERICHIA COLI

## PROZESSHYGIENEKRITERIUM



## *ESCHERICHIA COLI*

- Normales Bakterium im Darm von Tier und Mensch
- Anwesenheit indiziert schlechte Hygiene
- Meiste Stämme sind nicht pathogen (spezifische Stämme, die das Shiga-Toxin erzeugen, sind pathogen)
- Verursacht Käsefehler:
  - Produziert Gas
  - Verändern den Geschmack der Käse unangenehm



## Es gibt jedoch auch seltene pathogene Stämme

### MENSCHEN:

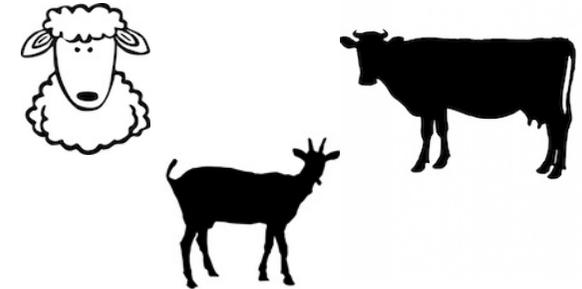


- Gastrointestinale Symptome: Durchfall mit Blut, Fieber, Dehydration

### SÄUGLINGE:

- Hämolytisch-urämisches Syndrom
- Meningitis und Sepsis

### TIERE:



- Gastroenteritis versus Sepsis
- Klinische Mastitis



## Wie lebt *ESCHERICHIA COLI*?

### WACHSTUMSTEMPERATUR

- von 7°C bis 46°C
- Optimum: 35 - 40°C
- Überleben Kälte und Gefrieren gut

### SALZ

- Kein Wachstum > 6%

### pH:

- 4,4 - 9
- Optimum: 6-7

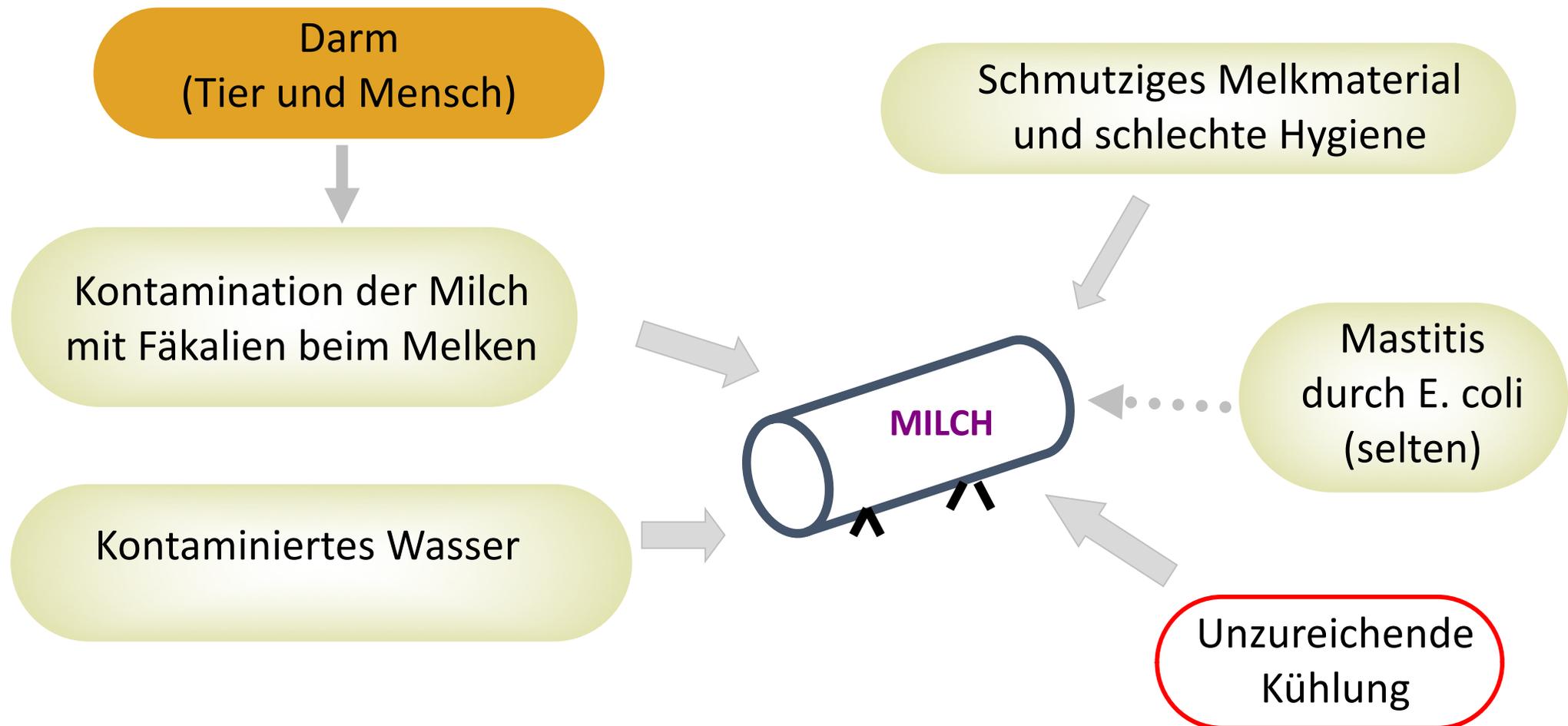
### $a_w^*$ :

- 0,95 - 0,995

\*  $a_w$  (Wasseraktivität): Die Menge an freiem Wasser in Lebensmitteln, das den Mikroorganismen zur Verfügung steht. Skala 0 (min) bis 1(max)



# Wie kann es zu einer Kontamination der Milch mit **ESCHERICHIA COLI** kommen?





## Wie kann eine Kontamination mit *ESCHERICHIA COLI* in der Käserei vermieden werden?

- Kontamination der Milch vermeiden
- Schnelle und ausreichende Kühlung der Milch
- Gute Hygiene Praxis: Hände, sauberes Material und saubere Arbeitsgeräte
- Kontaminiertes Wasser vermeiden
- Schädlingskontrolle (Reservoir)
- Käse aus Säuregerinnung: gute Säuerung



# Sind Käse sichere Lebensmittel?

Einige offizielle Daten hierzu findet man im  
Teacheesy-Instrument 9.10