



5.2

Dynamische Veränderungen des Säuregehaltes in der Milchverarbeitung

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



Dynamische Veränderungen des Säuregehaltes

- Die meisten Produkte, die in Käsereien hergestellt werden, unterlaufen eine Fermentation.
- Um diesen Prozess zuverlässig zu steuern, muss die Säuerung an vielen Stellen kontrolliert werden.
- Ein entsprechender Säuerungsverlauf während des Herstellungsprozesses hat einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität und Sicherheit des Endproduktes.
- Im Produktionsmaßstab einer Hofkäserei ist die Messung der Prozess- und Produktsäuerung das wichtigste und effizienteste Werkzeug, um die Lebensmittelqualität und -sicherheit zu gewährleisten.



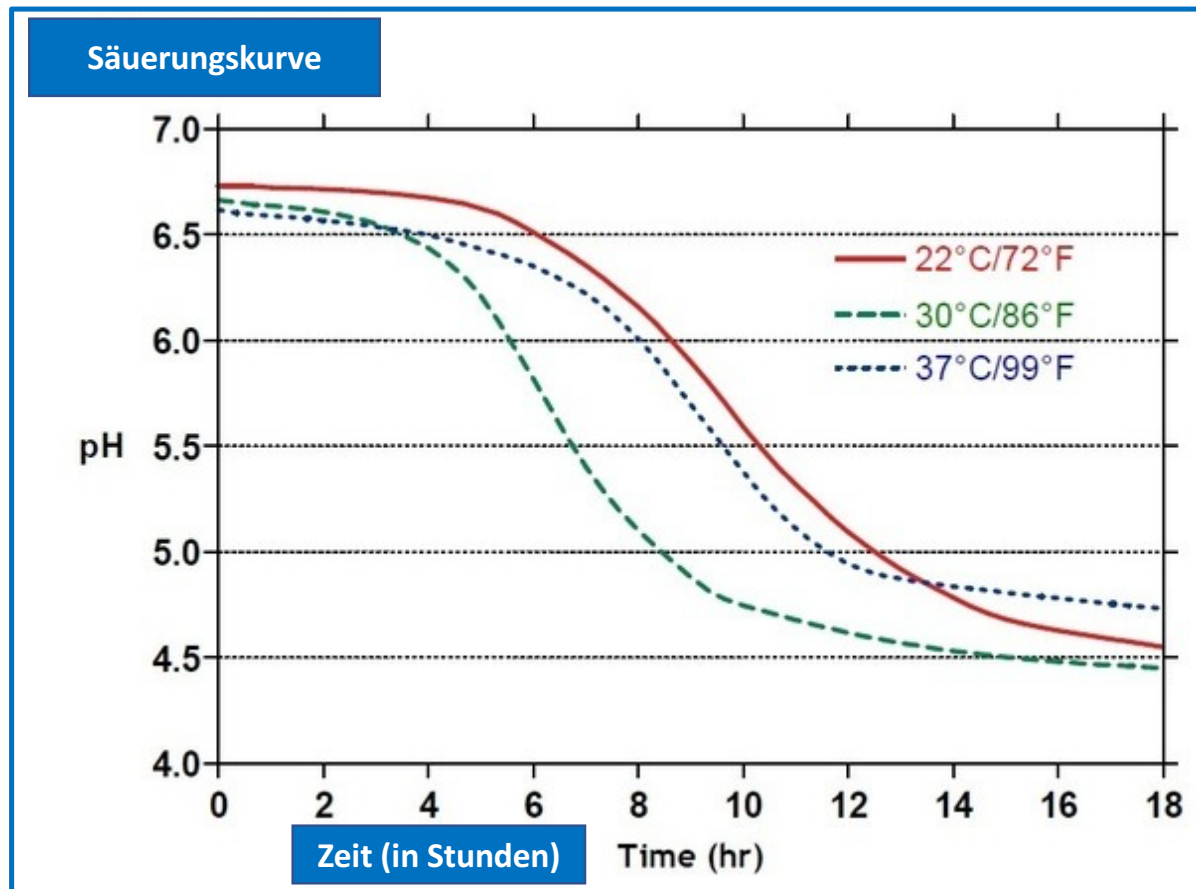
Die Bedeutung der Säuerung

Der Säuregehalt gibt dem Produzenten Auskunft darüber, ob sein Prozess korrekt und in der vorgesehenen Zeit abläuft:

- Steigt der Säuregehalt langsamer als erwartet an, könnte dies ein Hinweis darauf sein, dass die Starterkultur nicht richtig arbeitet.
- Dies kann sich negative auf die Produkteigenschaften und die Produktsicherheit auswirken, da eine langsame Milchsäureentwicklung es schädlichen Bakterien ermöglichen kann, sich zu vermehren.
- In der Regel werden viele schädliche Mikroorganismen ab einem pH-Wert $\leq 5,5$ stark gehemmt.



Beispiel für eine Säuerungskurve

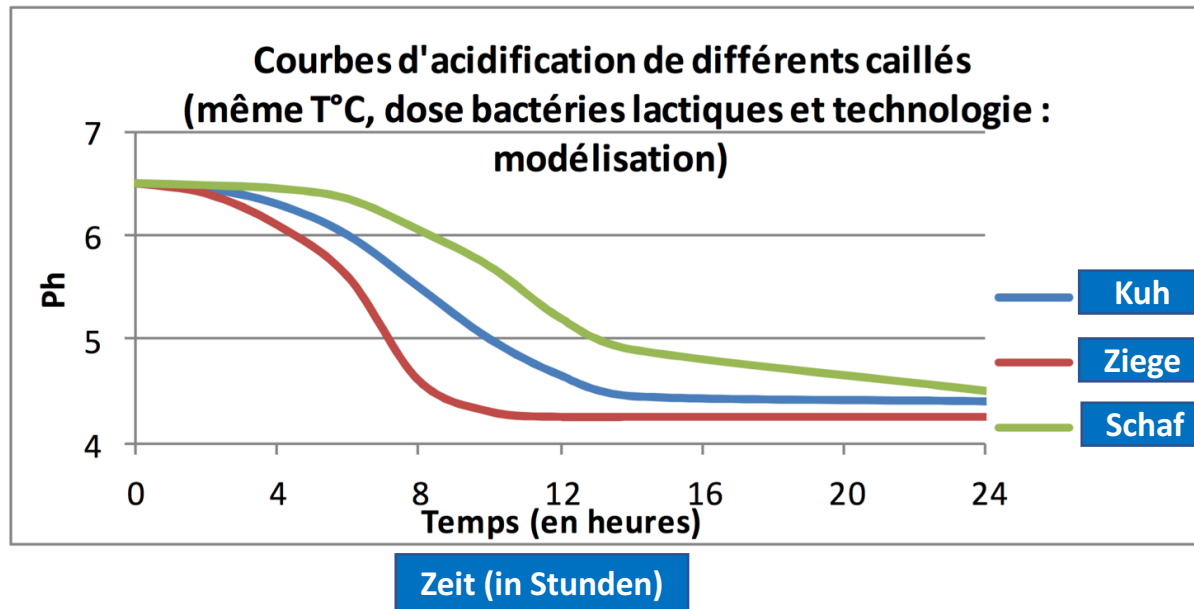


In der handwerklichen Milchverarbeitung ist die Messung des Säuregehaltes in Milch, Starterkultur, Herstellungsprozess und Produkt das wichtigste und effizienteste Werkzeug, um Lebensmittelqualität und -sicherheit zu gewährleisten.



Beispiel für eine Säuerungskurve

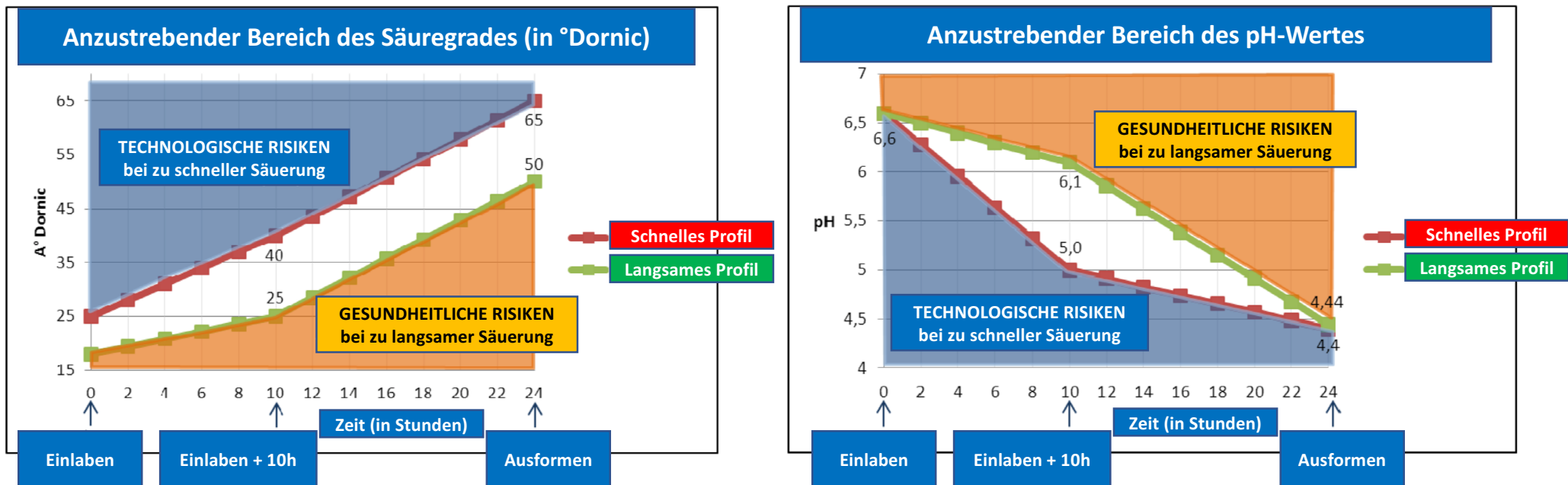
Säuerungskurven des Käsebruchs bei unterschiedlichen Milcharten (bei gleicher Temperatur, gleicher Kulturmenge und gleicher Technologie (Säuregerinnung))



In der handwerklichen Milchverarbeitung ist die Messung des Säuregehaltes in Milch, Starterkultur, Herstellungsprozess und Produkt das wichtigste und effizienteste Werkzeug, um Lebensmittelqualität und -sicherheit zu gewährleisten.



Beispiel für eine Säuerungskurve



Source image: PEP Caprin





Arten der Säuremessung

In der Lebensmittelanalytik gibt es zwei miteinander verknüpfte Konzepte, die für die Säuremessung herangezogen werden:

- ***pH-Wert***
- ***Titrierbarer Säuregehalt***



5.3 Messung der titrierbaren Säure
5.4 Messung des pH-Wertes

Jede dieser Methoden ist analytisch unterschiedlich definiert und hat ihre ganz eigene Bedeutung für die Lebensmittelqualität.

- Die pH-Säure einer Lösung wird durch Messung der Konzentration an Hydroniumionen (H_3O^+) mithilfe eines speziellen Messinstrumentes, des sog. PH-Meters, bestimmt.
- Der titrierbare Säuregehalt bezieht sich auf die Messung der totalen Säurekonzentration in einem Lebensmittel (sog. Gesamtsäuregehalt). Er wird bestimmt durch die Titration einer bekannten Milchmenge mit Natronlauge bis zum Ausschlag eines Indikators (z.B. Phenolphthalein).



Unterschiedliche Methoden der Titration

Die Methodik des titrierbaren Säuregehaltes (TS) ist nicht besonders präzise, da die Messgenauigkeit von vielen Faktoren abhängt, wie:

- **Sauberkeit der benutzten Geräte**
- **Exakte Konzentration der Lauge**
- **Exakte Menge der zu untersuchenden Probe**
- **Gleichbleibende Messgeschwindigkeit**
- **Korrektes Ablesen der Ergebnisse**
- **Erfahrung des Personals**

Allerdings hat diese Methode einen großen Vorteil in der täglichen Praxis: sie ist einfach und preiswert

In den verschiedenen Ländern werden unterschiedliche TS-Methoden angewandt.



Unterschiedliche Methoden der Titration

Das Prinzip all dieser Methoden ist das gleiche:

Bei der Messung des titrierbaren Säuregehaltes wird die Menge an Lauge gemessen, die nötig ist, um den aktuellen pH-Wert der Milchprobe so zu verändern, dass ein pH-Wert erreicht wird, der zum Ausschlag des Phenolphthaleins (pinke Farbänderung) führt, das der Milch zugegeben wurde.

1. Soxlet-Henkel-Zahl (SH) – Menge an 0.25N NaOH, die nötig ist, um 100ml Milch zu neutralisieren
2. Grad Dornic (D) – Menge an 1/9N NaOH, die nötig ist, um 10ml Milch zu neutralisieren
3. Dornic-Marshall-Zahl (DM) – Menge an 0.1N NaOH, die nötig ist, um 9ml Milch zu neutralisieren
4. Grad Thoerner (T) – Menge an 0.1N NaOH, die nötig ist, um 100 ml Milch zu neutralisieren

$$^{\circ}\text{SH} = \frac{4}{9} \cdot ^{\circ}\text{D} = \frac{4}{10} \cdot ^{\circ}\text{Th}$$



**5.3 Messung
der titrierbaren
Säure**



Unterschiedliche Methoden der Titration

| Ablauf | SH | Dornic | Thörner |
|--|--|----------------------------------|--------------------------------|
| Milch in einen Erlenmeyerkolben pipetieren | 25 ml Milch (wenn eine SH-Bürette mit 0,25-schrittiger Unterteilung benutzt wird) 100 ml Milch (wenn eine SH-Bürette mit 1,0-schrittiger Unterteilung benutzt wird) | 10 ml Milch | 10 ml Milch + 30 ml Wasser |
| Phenolphthalein zugeben | 1 ml Phenolphthalein (2%) | 3-4 Tropfen Phenolphthalein (1%) | 5 Tropfen Phenolphthalein (5%) |
| Stabbürette mit der Laugen-Lösung befüllen | 1/4 N Natronlauge | 1/9 N Natronlauge | 1/10 N Natronlauge |



Unterschiedliche Methoden der Titration

Charakteristische Werte für die unterschiedlichen Säuregrade

| Methode | Alkalisierte Milch | FrISChe Milch | Milch, die beim aufkochen gerinnt | Milch, die bei Raumtemperatur gerinnt |
|----------|--------------------|---------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| SH | ≤ 6 | 7,0- 7,5 | 11-12 | 25-30 |
| D und DM | ≤ 14 | 15-17 | 26-27 | ≥ 70 |
| T | ≤ 16 | 16-19 | ≥ 27 | ≥ 75 |



Unterschiedliche Methoden der Titration

Zusammenhang zwischen verschiedenen Säuregraden
und Milchsäuregehalt in %

| | Milchsäure [%] | °Soxhlet- Henkel | °Dornic- Marschal | °Thoerner |
|-------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------|
| Milchsäure 1% | 1,0 | 44,44 | 100,0 | 111,1 |
| 1°Soxhlet-Henkel | 0,0225 | 1,00 | 2,25 | 2,5 |
| 1°Dornic-Marschal | 0,01 | 0,444 | 1,0 | 1,11 |
| 1°Thoerner | 0,009 | 0,4 | 0,9 | 1,0 |



Unterschiedliche Methoden der Titration



5.5 Bedeutung
der Puffer-
kapazität

Gruppenübung zum Unterschied zwischen pH und Titration

| Zeit (h) | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 |
|--|-----|---|-----|---|-----|---|-----|-----|
| Säuregehalt von Joghurt (pH) | 6,5 | | | | | | | 4,7 |
| Säuregehalt von Joghurt (° SH) | 7 | | | | | | | 30 |
| Säuregehalt von Wasser (°SH) (Wasser sollte denselben pH wie der Joghurt oben haben) | | | | | | | | |