

Februar 1982/115

Herausgegeben von der
Eidgenössischen Forschungsanstalt für Milchwirtschaft
CH-3097 Liebefeld
Direktor: Prof. Dr. B. Blanc

Ueberlegungen zur Temperaturbehandlung und Haltbarkeit der pasteurisierten Milch

von E. Flückiger und H. Glättli

Einleitung

Das Ziel der Pasteurisation besteht darin, bei **möglicher Schonung der Rohmilcheigenschaften** zu erreichen, dass

- die Milch durch Abtötung aller hitzeempfindlichen, pathogenen Keime trinkfertig
- und durch Reduzierung der Zahl der saprophytären Keime im Vergleich zur Ausgangsmilch haltbarer wird.

Die aus verschiedenen Ländern gemeldete Haltbarkeit der Pastmilch variiert, obwohl ähnliche Erhitzungsverfahren angewendet werden, ausserordentlich stark (1). In den USA wird damit gerechnet, dass Pastmilch 18 oder mehr Tage haltbar ist. Auch in einigen europäischen Ländern gilt eine Haltbarkeit von 10 bis 14 Tagen als nicht ungewöhnlich; in anderen werden dagegen 3 bis 5 Tage vor allem im Sommer nur mühsam erreicht. Die Schweiz scheint zu den letzteren zu gehören.

Es stellt sich nun die Frage, wo die Gründe für die grossen Haltbarkeitsdifferenzen zu suchen sind. Der Hinweis darauf, dass es keine einheitliche Definition und damit auch keinen internationalen Massstab für eine vergleichende Beurteilung der Haltbarkeit gibt, mag zutreffen, führt aber nicht weiter. Letztlich wird die Haltbarkeit der Pastmilch durch ihre sensorischen Eigenschaften, d. h. durch den Geruch und Geschmack bestimmt. Die bei der Abgabe an den Konsumenten zugelassene Keimzahl von 50 000/ml ist naturgemäss ein ganz anderer Massstab.

Um den Gründen näher zu kommen, muss man nach den Faktoren fragen, die die Haltbarkeit der Pastmilch in erster Linie bestimmen. Ist es die Haltbarkeit der Rohmilch, sind es die Pasteurisationsbedingungen oder sind es die Nachinfektionen und die Temperaturen während der Lagerung und Verteilung der pasteurisierten Milch? Betrachten wir zunächst den Faktor Rohmilch.

Einfluss der Rohmilch

Man kann oft hören, die Schweiz habe die beste Rohmilch, aber nicht die beste Pastmilch. Tatsache ist, dass zwischen der bakteriologischen Qualität der Rohmilch ab Hof und vor der Pasteurisation erhebliche Differenzen vorkommen, die sich auf die Haltbarkeit der Pastmilch auswirken können. Massgebend ist dabei nicht die Gesamtkeimzahl der Rohmilch sondern ihr Gehalt an hitzeresistenten Keimen und Enzymen, die in der Pastmilch aktiv werden können, auch wenn diese bei einer Temperatur von 5 °C gelagert wird. Mit zunehmender Gesamtkeimzahl steigt jedoch das Risiko, dass sich solche Keime und Enzyme später sensorisch bemerkbar machen. Zudem können Stoffwechselprodukte der Rohmilchflora stimulierend auf die Pastmilchflora wirken (4). Zu den hitzeresistenten Keimen gehören unter anderen aerobe Sporenbildner und Vertreter der Gattungen *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Microbacterium* sowie *Alcaligenes*. Von den erwähnten Organismen gelten vor allem die aeroben Sporen-

bildner, Mikrobakterien und *Alcaligenes* als psychrotroph. Sie haben deshalb einen massgebenden Einfluss auf die Haltbarkeit der nicht rekontaminierten, kühlgelagerten Pastmilch. Von den genannten Gruppen scheinen die aeroben Sporenbildner, die meist aus der Luft in die Milch gelangen, am wichtigsten zu sein. Zwischen der Zahl der Sporenbildner der Rohmilch und der Gesamtkeimzahl besteht normalerweise kein direkter Zusammenhang.

Zum Faktor Rohmilch ist festzuhalten:

- gute Rohmilch ist eine wesentliche Voraussetzung, aber noch keine Garantie für gute Pastmilch
- die Schonung der Rohmilcheigenschaften bei der Pasteurisation kann auch bedeuten, dass Geruchs- und Geschmacksfehler der Rohmilch «geschont» werden und auf die Pastmilch übergehen
- Rohmilch sollte nach dem Eintreffen in der Molkerei möglichst schnell pasteurisiert und bis dahin bei 3 bis 5 °C gelagert werden.

Einfluss der Pasteurisationsbedingungen

Die Lebensmittelverordnung lässt 3 Pasteurisationsverfahren zu:

- Dauererhitzung 65 °C, Heisshaltung 30 min
- Kurzzeiterhitzung 72—75 °C, Heisshaltung 15 s
- Hocherhitzung 85 °C, ohne Heisshaltung.

Der letzte Revisionsentwurf sieht eine etwas stärkere thermische Belastung der Milch vor:

- Kurzzeitpasteurisation: 72—75 °C, Heisshaltung 30 s
- Hochpasteurisation: 80—90 °C, Heisshaltung 4—15 s.

Einigkeit besteht darüber, dass die Veränderungen der chemisch und sensorisch relevanten Eigenschaften der Milch mit zunehmender thermischer Belastung zunehmen, dass eine zuverlässige Kontrolle der thermischen Vergangenheit einer Pastmilch aber schwierig ist.

Die Erhitzungstemperaturen selektionieren. Aus einer neueren Arbeit geht hervor, dass bei 74 bis 77 °C und 40 s Bacillen, Mikrobakterien und Mikrokokken dominierten; bei 74 °C zudem Streptokokken. Die bei 85 °C während 40 s erhitzten Proben verderben durch Bacillusarten und Mikrobakterien (psychrotrophe, hitze resistente Keime). Im Temperaturbereich zwischen 74 und 77 °C wurden noch Fäkalstreptokokken gefunden. Eine Nachkontrolle bestätigte, dass letztere Temperaturen bis 80 °C bei 40 s Heisshaltung zu überleben vermochten (13).

Es stellt sich die Frage, ob der Nachteil der thermisch bedingten sensorischen Veränderungen der Milch wenigstens durch den Vorteil einer verlängerten Haltbarkeit aufgewogen wird. Durch die stärkere thermische Belastung wird in den meisten Fällen eine niedrigere Keimzahl der frisch pasteurisierten Milch erreicht. Leider lässt diese Keimzahl aber keine direkten Schlüsse auf die Haltbarkeit der Pastmilch zu. SWARTLING fand z. B. beim Vergleich der Gesamtkeimzahl frisch pasteurisierter Milch und der Haltbarkeit dieser Milch den äusserst niedrigen Korrelationskoeffizienten von 0,08 (2, 3). Es kommt auch hier wieder auf die Keimarten an. Die hitzeresistente Flora besteht vor allem aus *Str. thermophilus*, Mikrokokken oder *Arthrobacter* und Mikrobakterien. Bei niedrigen Pasteurisationstemperaturen um 71 °C können *Alcaligenes tolerans*, *Str. faecalis* und *Str. bovis* dazukommen (1).

Bekanntlich überleben auch die Sporen von Bacillen und Clostridien die Pasteurisation. Clostridien können sich als strenge Anaerobier wegen des O₂-Gehaltes der Pastmilch kaum vermehren. Im Gegensatz dazu vermögen sich aerobe Sporenbildner aber zu entwickeln, zumal von den meisten Spezies der Gattung *Bacil-*

lus psychrotrophe Formen bekannt sind, also solche, die auch noch bei 5—7 °C wachsen. Neuere Arbeiten haben aber die praktische Erfahrung bestätigt, dass psychrotrophe Sporenbildner und andere, die Pasteurisation überlebende Keime, in kühlgelagerter Milch bedeutend langsamer wachsen als typische psychrotrophe Rekontaminanten wie z. B. die *Pseudomonaden* (4).

Grundsätzlich kann man sagen, dass niedrige Pasteurisationstemperaturen gegenüber hohen die Serumproteine und Labfähigkeit weniger schädigen und das Verhältnis zwischen Säurebildnern und Nichtsäurebildnern weniger beeinflussen (3, 5). Schonend pasteurisierte Milch ist dagegen empfindlicher gegen Lichteinwirkung und Geschmacksfehler der Rohmilch. Futter- und Stallgeschmack machen sich stärker bemerkbar (6).

Die im Revisionsentwurf vorgesehene stärkere Erhitzung der Milch wird in der Praxis bereits angewendet oder überschritten, z. T. mit der Begründung, dass die zulässigen Keimzahlen von 25 000/ml ab Erzeugerbetrieb und 50 000/ml bei Abgabe an den Konsumenten sonst nicht eingehalten werden könnten.

Die Milch wird also höher erhitzt, um Zahlen zu erreichen, deren Bedeutung für die Haltbarkeit der Pastmilch zumindest fraglich ist (3, 8). Die für die Haltbarkeit der rekontaminationsfreien Pastmilch wichtigen aeroben Sporenbildner werden jedenfalls durch erhöhte Pasteurisationstemperaturen nicht ausgeschaltet. Prof. Wiesner hat aus diesem Grunde ein 3-stufiges Erhitzungsverfahren vorgeschlagen: Die erste Stufe entspricht einer normalen Pasteurisation (72 °C/30 s), die zweite einer Reifung während 1—2 h bei 30 °C (um die hitzeaktivierten Sporen auskeimen zu lassen) und die 3. Stufe besteht in einer erneuten Pasteurisation zur Abtötung letzterer (7). Das Verfahren hat sich aus verschiedenen Gründen nicht durchgesetzt.

Zum Faktor Pasteurisationstemperatur ist festzuhalten:

- durch Erhöhung der Pasteurisationstemperatur lässt sich die Haltbarkeit der Pastmilch kaum wesentlich verlängern
- die sensorischen Eigenschaften der Pastmilch entfernen sich aber mit zunehmender thermischer Belastung immer mehr von denen der Rohmilch
- die gesetzlichen Keimzahlen haben zur Anwendung erhöhter Pa-

sturisationstemperaturen, aber nicht unbedingt zu einer besseren Haltbarkeit der Pastmilch beigetragen. Die Beibehaltung dieser Grenzzahlen sollte deshalb überdacht werden.

Einfluss der Rekontamination

Nach dem Pasteur kommt die Milch mit verschiedenen Oberflächen in Kontakt. Wenn diese nicht steril oder wenigstens keimarm sind, können sie die Haltbarkeit der Pastmilch, insbesondere auch die der kühlgelagerten, entscheidend beeinträchtigen (1, 4). Die Vermeidung von Rekontaminationen durch gründliches Reinigen und Entkeimen ist somit eine der wichtigsten Voraussetzungen für eine gut haltbare Pastmilch. Versuche, in welchen Pastmilch aseptisch wie UHT-Milch verpackt wurde, haben wesentlich zur Festigung dieser Einsicht beigetragen. MOURGUES und AUCLAIR fanden bei Ausschaltung der Reinfektion eine traumhafte Haltbarkeit von 27—82 Tagen wenn die Milch bei 4 °C aufbewahrt wurde und von 10—37 Tagen wenn sie bei 8 °C gelagert wurde (9). Unter Praxisbedingungen ist eine gewisse Rekontamination und sei es nur durch das letzte Spülwasser, nicht ganz zu vermeiden. Verwendet man heisses Spülwasser, so wird eine gründliche Reinigung doppelt wichtig, weil sich sonst selektiv aerobe Sporenbildner ansiedeln können. Eine entsprechend grosse Bedeutung kommt der ständigen Ueberwachung der Reinigungsmöglichkeit aller für eine Nachinfektion in Betracht kommenden Anlageteile zu. Dabei darf insbesondere auch der Kühlsektor des Pasteurs nicht vergessen werden.

Einwegpackungen oder Rohmaterialien zu deren Herstellung werden meist keimarm geliefert. Wenn sie nicht nachträglich kontaminiert werden, beeinträchtigen sie die Haltbarkeit der Pastmilch kaum wesentlich. Die Sauerstoffdurchlässigkeit des Packmaterials hat auf die Haltbarkeit der Pastmilch ebenfalls kaum einen nennenswerten Einfluss (10).

Zum Faktor Rekontamination ist festzuhalten:

- für den schnellen Verderb der Pastmilch ist weit häufiger eine psychrotrophe Rekontaminationsflora massgebend als die Rohmilchflora, die die Pasteurisation überstanden hat

- die Vermeidung von Rekontaminationen ist somit ein effizientes Mittel zur Verbesserung der Haltbarkeit der Pastmilch (ideal wäre die aseptische Verpackung)
- eine einfache Kontrolle der Rekontaminationsrate stösst deshalb auf zunehmendes Interesse.

Einfluss der Temperatur bei Lagerung und Verteilung

Neben der Rekontamination hat die Aufbewahrungstemperatur zweifellos den grössten Einfluss auf die Haltbarkeit der Pastmilch. Diese beiden Faktoren entscheiden darüber, ob die Milch nur 2 oder z. B. 10 Tage haltbar ist. Je grösser die Rekontamination, desto grösser die Wahrscheinlichkeit, dass schnell wachsende Psychrotrophe in bedeutender Zahl unter den Rekontaminanten sind. Mit steigender Lagerungstemperatur wird aber nicht nur das Bakterienwachstum beschleunigt, sondern es wird auch das Spektrum der am Verderb beteiligten Arten erweitert. Ein Temperaturanstieg von 3 °C kann die Haltbarkeit um 50% verkürzen. Bei der Verteilung in nichtisolierten Fahrzeugen und einer Umgebungstemperatur von 25–30 °C kann sich die Milch in einer Stunde um 5–6 °C erwärmen. Die spätere Rückkühlung im Kühlschrank nimmt wesentlich mehr Zeit in Anspruch.

Bei ca. 4 °C entwickeln sich nur wenige extrem psychrotrophe Sporenbildner, Pseudomonaden, einige Enterobakterien und Streptokokken. Erreicht die Milch aber 10 °C und höher, so tragen zunehmend auch mesophile Gruppen wesentlich zum Verderb bei (11).

Zum Faktor Lagertemperatur ist festzuhalten:

- ohne geschlossene Kühlkette bleiben gute Rohmilch, schonende Erhitzung und reinfektionsfreies Arbeiten nur Stückwerk
- ohne adäquate Kühlung können schon vereinzelte Rekontaminanten die sensorischen Merkmale

der Milch in kurzer Zeit (4 bis 7 h Generationsdauer) beeinträchtigen.

Untersuchungen über die Milchflora aus der Schweiz

Eine Arbeitsgruppe der Schweiz. Milchkommission untersuchte von Oktober 1975 — Dezember 1976 374 Einzelproben aus 21 Genossenschaften. Dabei wurde festgestellt:

- ca. 80% der Keime der frischen und ein noch höherer Anteil der 3 Tage bei 4 bzw. bei 8 °C gelagerten Rohmilch waren psychrotroph
- von den psychrotrophen Keimen erwies sich nur ein geringer Teil als hitzeresistent (die befürchtete Anreicherung einer hitzeresistenten Flora durch das Ausbrühen der Melkutensilien konnte somit nicht bestätigt werden)
- die hitzeresistenten Keimgruppen der frisch pasteurisierten, **nicht rekontaminierten** Milch zeigten sowohl bei 4 als auch bei 8 °C in 3 Tagen nur eine geringe Vermehrung.

Durch diese Untersuchungen wird bestätigt, dass die bakteriologische Haltbarkeit der Pastmilch vor allem von der Temperatur und von der Nachinfektion mit Keimen abhängt, die sich in der gekühlten Pastmilch gut vermehren können (12).

Zusammenfassung

Zwischen Haltbarkeit und Geschmacksqualität der Pastmilch besteht ein direkter Zusammenhang. Bei der Pasteurisation wird bewusst auf die Abtötung aller Keime und Sporen verzichtet und zwar zugunsten der Erhaltung des Rohmilchcharakters, insbesondere der geschmacklichen Qualität. Die Stärke der Pastmilch liegt also in ihrer geschmacklichen Qualität. Wer den Pastmilchkonsum und damit den Trinkmilchverbrauch fördern will, muss deshalb bestrebt sein, diese Stärke der Pastmilch voll auszuspie-

len, zumal schlechter Geschmack oft mit ernährungsphysiologisch minderwertig gleichgestellt wird.

Literatur

- 1 BUSSE, M.: IDF, B-Doc 76 (1979)
- 2 SWARTLING, P.: Proc. XIIIth Intern. Dairy Congr. 2, 394—398 (1953)
- 3 KLEEBERGER, A.: Deutsche Milchwirtschaft, 39 (43), 1601—1605 (1979)
- 4 SUHREN, G., HEESCHEN, W. und TOLLE, A.: Deutsche Molkerei-Zeitung, 101 (33), 1208—1211 (1980)
- 5 BLANC, B.: Alimenta-Sonderausgabe 1980 über Veränderungen der Trinkmilch bei verschiedenen Erhitzungsarten und Lagerungsbedingungen
- 6 TÖPEL, A.: Chemie und Physik der Milch (S. 397), VEB Fachbuchverlag Leipzig 1976
- 7 BAKE, K.: Die Molkerei-Zeitung, WDM, 32 (48), 1542—1532 (1978)
- 8 KÄSTLI, P.: Die Haltbarkeit von pasteurisierter Flaschenmilch bei Kühlung, Propagandazentrale der Schweiz. Milchwirtschaft, Bern 1959
- 9 MOURGUES, R. et AUCLAIR, J.: Le lait 53 (528), 481—490 (1973)
- 10 BECKER, K., CERNY, G., RADTKE, R., REINELT, G. und ROBINSON, C.: Die Molkerei-Zeitung, WDM, 31, 1073—1081 (1977)
- 11 SOLBERG, P.: IDF, B-Doc 76 (1979)
- 12 SCHWAB, H.: Bericht der Arbeitsgruppe SMK zur Untersuchung der psychrotrophen und hitzeresistenten Keime in Milch (1978)
- 13 STÖR, S.: Erhitzungs- und Lagerungsversuche an einer Anlage zur Laborpasteurisation von Milch; Ingenieurarbeit Techn. Universität München (1980).

