Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 38 (1947)

Heft: 1

Artikel: Untersuchungen über den Keimgehalt der pasteurisierten Schulmilch

Autor: Fischer, Hans

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-983025

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Untersuchungen über den Keimgehalt der pasteurisierten Schulmilch

Von *Hans Fischer*

(Mitteilung aus dem kantonalen Laboratorium Zürich)

Einleitung

Die Abgabe von erhitzter Milch im Kanton Zürich an Schulkinder hat erstmals in den dreissiger Jahren einen grösseren Aufschwung erfahren. Während der grossen Wirtschaftskrise dieses Jahrhunderts wurde der erschwerte Absatz von Milch und Milchprodukten bei der Landwirtschaft besonders empfunden. Man sprach und schrieb noch bis zum Ausbruch des Krieges 1939 von einer sogenannten «Milchschwemme», weshalb von milchwirtschaftlicher Seite besondere Schritte zur Förderung des Milchkonsums unternommen wurden. Hiervon profitierte auch die Schulmilchaktion, und sie fasste in vielen Gemeinden Boden, die bis anhin dieser Bewegung fern gestanden hatten. Die Milchrationierung (1. November 1942) hat den Schulmilchkonsum stark eingeschränkt, obgleich durch Austausch von Coupons eine Sonderregelung für die Schülerspeisung vorgenommen wurde. Am 1. September 1945 erfolgte eine Erleichterung für die Schulmilchaktion, indem an die schulpflichtigen Kinder vom 1. bis 9. Schuljahr 2 dl rationierungsfreier Milch zugeteilt wurden. Unter geschickter Mitwirkung der Propagandazentrale der schweiz. Milchkommission nahm der Schulmilchvertrieb einen mächtigen Aufschwung.

Durch ein Kreisschreiben an alle Gesundheitsbehörden des Kantons Zürich (Kreisschreiben des Kantonschemikers Zürich an die örtlichen Gesundheitsbehörden über das Inverkehrbringen von pasteurisierter Milch vom 12. Dezember 1945) brachten wir in Erfahrung, dass in 48 Gemeinden Milch pasteurisiert oder gekocht an Schulkinder bei der «Znünipause» abgegeben wird. Da bei ungenügender Erhitzung die Gefahr der Verbreitung von tier- und menschenpathogenen Keimen möglich ist, haben wir mit vorliegender Arbeit den Versuch unternommen, die verschiedenen, zum grössten Teil behelfsmässigen Erhitzungsarten und ihren Einfluss auf den Keimgehalt zu überprüfen. Wir gelangen auch erst zur Veröffentlichung des nachstehenden Zahlenmaterials, nachdem wir von verschiedenen Seiten darauf aufmerksam gemacht wurden, dass über die schweizerischen Verhältnisse bezüglich der pasteurisierten Schulmilch noch wenig bekannt und daher eine Publikation von allgemeinem Interesse sei. Wir sind uns aber bewusst, dass die vorliegenden Untersuchungen das Problem der pasteurisierten Schulmilch noch nicht gelöst, sondern erst berührt haben.

Kontrolle und Methoden

In der Regel wurde je eine Milchprobe von der rohen Milch und der entsprechenden pasteurisierten Milch, so wie sie an die Schulen geliefert wird, erhoben. Wenn in vorliegenden Tabellen vom Pasteurisationseffekt geschrieben wird, so ist dieser Ausdruck nur bedingt richtig. Neben der Vernichtung der Keime durch die Erhitzung (Pasteurisationseffekt im engeren Sinne) sind in unseren Zahlen die nachträglich durch Neuinfektionen in Leitungen, Abfüllapparaten, Gläsern usw. neu auftretenden Keime inbegriffen, was natürlich eine starke Verschiebung des Pasteurisationseffektes im engeren Sinne ergeben kann. Da aber laut der eidg. Lebensmittelverordnung vom 26. Mai 1936 die Keimzahl von nicht über 50 000 (Art. 73, Abs. 7) für konsumfähige, pasteurisierte Milch massgebend ist, glauben wir berechtigt zu sein, den Pasteurisierungseffekt auch in diesem erweiterten Sinne zu errechnen.

Zur Eruierung der Keime kamen Plattenkulturen zur Anwendung. Die Aussaat auf die verschiedenen Nährböden erfolgte jeweils noch am gleichen Vormittag, und zwar regelmässig um 10.00 Uhr, zur gleichen Zeit also, wo die in den Verkehr gegebene Schulmilch an die Kinder verteilt wurde. Dadurch erhielten wir die möglichst genaue Keimzahl im Zeitpunkt der Konsumierung der Milch. Für die Gesamtkeimzahlbestimmung fanden Nährgelatine und Nähragar Verwendung. Die Auszählung der Keime erfolgte nach 4 Tagen (Vorschrift im schweiz. Lebensmittelbuch, vierte Auflage). Rohe Milch wurde in einer Verdünnung von 10^{-2} bis 10^{-5} angesetzt, während die pasteurisierte Milch von 1 cm^3 bis 10^{-3} verdünnt wurde.

Parallel zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl erfolgte noch eine Untersuchung auf die typischen Colibakterien (Escherichia). Mit dieser Untersuchung möchten wir überprüfen und nachweisen, inwieweit diese Kontrolle benützt werden kann zur Ermittlung einer genügenden Pasteurisation. Als Nährboden verwendeten wir Endo-Agar Plattenkultur, und auf Neutralrot-Agar bestimmten wir die Coli-Reaktion. Diese beiden Untersuchungsmethoden auf Coli ergaben gut übereinstimmende Resultate mit höchstens 10^{-1} Abweichungen, so dass es sich erübrigt, die Resultate der Coli-Reaktion auf Neutralrot-Agar im einzelnen anzugeben.

Für die Bestimmung der Colikeimzahl auf Endo-Agar wie auch für die Bestimmung der Coli-Reaktion auf Neutralrot-Agar wurden anfänglich Verdünnungen für rohe Milch von 10^{-3} bis 10^{-6} angewendet. Es zeigte sich aber, dass die Betriebsinhaber mit kleinem Schulmilchumsatz wenn möglich immer frische Milch erhitzten und zudem Milch, welche nur aus einem oder mehreren ihnen bekannten, vorzüglich geführten Landwirtschaftsbetrieben stammte. Dadurch lassen sich die öfters auffallend niedrigen Colikeimzahlen bei roher Milch erklären. Um diese niedrigen Bakterienzahlen zu erfassen, mussten Verdünnungen von 10^{-1} bis 10^{-4} für rohe Milch in Anwendung gebracht werden, während

die pasteurisierte Milch in der Verdünnung von 1 cm^3 bis 10^{-3} ausgesät wurde. Bestimmt wurde die Colikeimzahl nach drei, die Coli-Reaktion bereits nach zwei Tagen.

Erhitzungsarten

In 27 verschiedenen Betrieben, welche für 33 Gemeinden Schulmilch liefern, erfolgte unsere Kontrolltätigkeit. Wir stellten hiebei die verschiedensten Erhitzungsarten fest, welche in folgende Kategorien eingeteilt werden können:

1. Behelfsmässige Erhitzungen

a) Erhitzung im Wasserbad	8 Betriebe, davon	3 Betriebe	auf 80° C
		1 Betrieb	auf 83° C
		1 Betrieb	auf 84° C
		2 Betriebe	auf 85° C
		1 Betrieb	auf 87° C
b) Erhitzung mit Dampfrohr		1 Betrieb	auf 72° C
c) Flächenerhitzer		1 Betrieb	auf 81° C
d) Erhitzung auf Kochherd		3 Betriebe	auf 80° C
e) Durchlauferhitzer, verbunden mit offenem zweitem Gefäss	3 Betriebe, davon	1 Betrieb	auf 72° C
		1 Betrieb	auf 85° C
		1 Betrieb	auf 92° C
f) Erhitzung im geschlossenen Gefäss		1 Betrieb	auf 80° C

2. Molkereitechnische Erhitzungen

g) Durchlauferhitzer mit Rührwerk	7 Betriebe, davon	1 Betrieb	auf 83° C
		1 Betrieb	auf 85° C
		1 Betrieb	auf 89° C
		3 Betriebe	auf 90° C
		1 Betrieb	auf 97° C
h) Plattenpasteur	3 Betriebe, davon	1 Betrieb	auf 78° C
		1 Betrieb	auf 85° C
		1 Betrieb	auf 92° C

In den nachfolgenden Tabellen bringen wir zuerst die Ergebnisse unserer Untersuchungen über den Gesamtkeimgehalt der rohen Milch und der entsprechenden pasteurisierten Schulmilch zur Darstellung. Anschliessend folgt der Untersuchungsbefund über den Coligehalt. Da für den Keimgehalt der rohen Milch die Milchart, d.h. ob frische oder alte Milch, wie auch die Herkunft, ob von einem Einzelbetrieb oder von einer grösseren Mischmilch aus einer Molkerei,

ausschlaggebend sind, wurde dieser Faktor mit berücksichtigt. Für die pasteurisierte Milch ist der Weg von Bedeutung, welchen sie nach der Erhitzung zurücklegt, da hiebei starke Neuinfektionen auftreten können. Wie bereits dargelegt, bezieht sich der Pasteurisationseffekt auf die trinkfertige, in Flaschen oder Kannen abgefüllte Schulmilch, also einschliesslich der eventuell nachträglichen Infektion.

1. Behelfsmässige Erhitzungen

a) Erhitzung im Wasserbad

Diese Erhitzungsart wird in Betrieben verwendet, welche eine Milchmenge von unter 40 l zu pasteurisieren haben. In einer Holzstande, in dem Geschirrreinigungstrog oder auch in einem grossen Waschkessel wird in der Regel die zu erwärmende Milch in eine Antikorrodalkanne gestellt. Das das Milchgefäss umgebende Wasser wird mit Dampf erhitzt, so dass die Milch nach etwa 30 Minuten eine Temperatur von 80 bis 87° C aufweist (öfteres Aufrühren der Milch).

Der Pasteurisationseffekt bei dieser Erhitzungsart ist sehr befriedigend, werden doch im Minimum 95 % der ursprünglich vorhandenen Keime vernichtet. Im Betrieb Nr. 8, wo neben Milch auch das Glas und der Verschlussdeckel pasteurisiert werden und eine nachträgliche Infektion der Milch nicht mehr stattfinden kann, beträgt der Pasteurisationseffekt 100 %, d. h. praktisch wurden sämtliche Keime abgetötet. Letzteres Beispiel zeigt aber auch, dass durch die Erhitzung in offenen Gefässen und Umschütten der Milch in sogenannte Abfüllgefässe und von hier in die 2-dl-Gläser durch mehr oder weniger lange Leitungen, wie von den Verschlussdeckeln, eine nachträgliche Keimvermehrung wieder eintreten kann. Besonders das Schlauchverbindungsstück vom Abfüllgefäss zum Automaten bildet bei kleinster Nachlässigkeit die grösste Gefahr einer Nachinfektion. Tägliche Reinigung sämtlicher Geschirre mechanisch und mit desinfizierenden Mitteln ist für die Herstellung eines einwandfreien Produktes Grundbedingung.

Die Vernichtung der Colikeime beträgt auch hier annähernd 100 %, und gerade der Betrieb Nr. 8 zeigt eindeutig, dass bei Verhinderung jeder Nachinfektion die Vernichtung der Colikeime als vollständig anzusehen ist. Im allgemeinen sind auf Endo-Agar die Colibakterien pro cm^3 pasteurisierter Milch nicht oder nur vereinzelt vorhanden, und auch die Coli-Reaktion auf Neutralrot-Agar tritt übereinstimmend auch nur bei dieser Milchmenge auf. Wir sind der Ansicht, dass beim Vorhandensein von Colibakterien in pasteurisierter Milch bei einer Verdünnung von weniger als 1 cm^3 berechtigter Verdacht besteht, dass eine Schmutzstelle (Milchresten) diese Nachinfektion verursacht. Der verantwortliche Schulmilchlieferant muss in diesem Falle zur Behebung der Nachinfektion, d. h. zur gründlichen Reinigung sämtlicher Milchberührungsstellen angehalten werden.

Keimzahl auf Gelatine und Agar pro cm³ nach 4 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl auf Gelatine roh	Keimzahl auf Gelatine past.	Past. Effekt %	Keimzahl auf Agar roh	Keimzahl auf Agar past.	Past. Effekt %
1	frisch, Einzellieferant	85	gleiche Abfüllkanne mit Hahn, Glas	30 000	0	100	10 000	500	95,0
2	frisch, Mischmilch	87	Umschütten in Abfüllkanne, Automat, Glas	170 000	2000	98,8	65 000	1000	98,5
3	frisch, Mischmilch	83	Umschütten in Abfüllkanne, Hahn. Glas	300 000	1500	99,5	300 000	4000	98,7
4	frisch, Mischmilch	84	Kanne, Milchkrug, Glas	30 000	1500	95,0	14 000	600	95,7
5	frisch, Mischmilch	80	in gleicher Kanne an Schule geliefert	100 000	2000	98,0	40 000	1000	97,5
6	frisch, Mischmilch	80	gleiche Kanne, Hahn, Schlauch, Glas (ohne Automat)	100 000	400	99,6	100 000	1000	99,0
7[1])	frisch, Einzelmilch	80	in gleicher Kanne an Schule geliefert	1 000	20	98,0	2 000	20	99,0
8	24 Std. alt, Mischmilch	85	roh, in 2-dl-Glas und past.	20 000 000	1000	100	300 000	0	100

[1]) Milch war beim Eintreffen bereits auf 67° C erhitzt, daher die geringe Keimzahl der rohen Milch.

Coligehalt nach 3 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl in roher Milch pro cm³	Keimzahl in past. Milch pro cm³
1	frisch, Einzellieferant	85	gleiche Abfüllkanne mit Hahn, Glas	unter Tausend	1
2	frisch, Mischmilch	87	Umschütten in Abfüllkanne, Automat, Glas	unter Hundert	3
3	frisch, Mischmilch	83	Umschütten in Abfüllkanne, Hahn, Glas	unter Hundert	1
4	frisch, Mischmilch	84	Kanne, Milchkrug, Glas	40	0
5	frisch, Mischmilch	80	in gleicher Kanne an Schule geliefert	260	1
6	frisch, Mischmilch	80	gleiche Kanne, Hahn, Schlauch, Glas (ohne Automat)	100	2
7[1])	frisch, Einzelmilch	80	in gleicher Kanne an Schule geliefert	0	0
8	24 Std. alt, Mischmilch	85	roh, in 2-dl-Glas und pasteurisiert	180 000	0

[1]) Milch war beim Eintreffen bereits auf 67° C erhitzt.

b) Erhitzung mit Dampfrohr

In die rohe Milch wird eine Kühl- bzw. Heizschlange gestellt und mit Dampf beschickt. Nur ein Betrieb (Nr. 9) verwendet diese Erhitzungsart. Obgleich frische Milch erhitzt wird, setzt sich innert kurzer Zeit eine starke, isolierende Milchverbrennungskruste an die Dampfrohrleitung an, so dass anormal lange erhitzt werden muss, um die Milch nur bis auf 72° C zu erwärmen. Verschiedene andere Schulmilchproduzenten berichteten uns, dass sie früher auch nach dieser Methode die Milcherwärmung vornahmen, infolge starker Anbrennung der Milch und daher beschwerlicher Erwärmung und Reinigung der Rohrleitung aber zu einer anderen Erhitzungsart gewechselt hätten.

Keimzahl auf Gelatine und Agar pro cm³ nach 4 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl auf Gelatine roh	Keimzahl auf Gelatine past.	Past. Effekt %	Keimzahl auf Agar roh	Keimzahl auf Agar past.	Past. Effekt %
9	frisch, Einzelmilch	72	Umschütten in Abfüllkanne, Hahn, Glas	15 000	300	98,0	23 000	6000	74,0

Coligehalt nach 3 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl in roher Milch pro cm³	Keimzahl in past. Milch pro cm³
9	frisch, Einzelmilch	72	Umschütten in Abfüllkanne, Hahn, Glas	unter Tausend	0

Die thermophilen Bakterien erweisen sich bei einer Temperatur von 72° C als sehr widerstandsfähig, so dass von diesen Keimen nur 74 % vernichtet werden, obgleich eine Wärmeeinwirkung von 63 bis 72° C über 30 Minuten vorhanden ist. Dass aus gewöhnlichen Ställen bei sorgfältiger Melkarbeit eine keimarme Milch in den Verkehr gebracht werden kann, zeigt die hier vorliegende Milch. Bei einer Keimzahl von 23 000 können Colikeime bei einer Verdünnung von 10^{-3} überhaupt nicht nachgewiesen werden, so dass selbst bei einer verhältnismässig ungenügenden Pasteurisation bei 1 cm³ erhitzter Milch keine Coli nachweisbar sind und auch die Coli-Reaktion auf Neutralrot-Agar negativ verläuft. Wegen der starken Anbrennungserscheinungen, welche auch das Erwärmen und das nachträgliche Reinigen erschweren, kann diese Erhitzungsart nicht empfohlen werden. Auf alle Fälle sollte auch hier eine Erhitzungstemperatur von über 80° C erreicht werden.

c) Flächenerhitzer

Dieser Flächenerhitzer, der bei der Milchanlieferung in der Molkerei zum Kühlen der Milch gebraucht wird, ist am Dampfkessel angeschlossen, so dass er

mit Dampf beschickt werden kann. Zweimal wird die Schulmilch über diese mit Dampf (120° C) erhitzte Fläche fliessen gelassen, wobei am Schlusse eine Milchtemperatur von 81° C erreicht wird. Nach Beendigung der Pasteurisation wiesen hier die Röhren beim Dampfeintritt eine starke Milchverbrennungskruste auf.

Keimzahl auf Gelatine und Agar pro cm³ nach 4 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl auf Gelatine		Past. Effekt	Keimzahl auf Agar		Past. Effekt
				roh	past.	%	roh	past.	%
26	frisch, Einzelmilch	81	Auffangkanne, Schlauch, Automat, Glas	20 000	2000	90,0	26 000	10 000	61,5

Coligehalt nach 3 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl in roher Milch pro cm³	Keimzahl in past. Milch pro cm³
26	frisch, Einzelmilch	81	Auffangkanne, Schlauch, Automat, Glas	unter Hundert	70

Beim ersten Durchlauf betrug die Abflusstemperatur der Milch 79° C, nach dem zweiten Durchlauf 81° C, während im Auffangsgefäss am Schlusse der Pasteurisation eine Temperatur von 77° C festgestellt wurde. Die Milch wird somit nur kurze Zeit auf über 80° C erhitzt, was z.T. den vorliegenden schlechten Pasteurisationseffekt zu erklären vermag. Zudem ist bei einer Pasteurisation, wo die Milch auf grosse Fläche verteilt mit der Luft im Raume fortwährend in Berührung steht, eine laufende Neuinfektion zu erwarten und auch vorhanden. Da Colibakterien bei pasteurisierter Milch in einer Verdünnung von 10^{-1} nachweisbar sind, hingegen nicht bei roher Milch in einer Verdünnung von 10^{-2}, so muss u. E. eine nachträgliche Infektion (Automat mit Schlauch) ebenfalls die Pasteurisationswirkung nachteilig beeinflusst haben. Die vorliegende Erhitzungsart ist nicht empfehlenswert, und nur das bakterienarme Ausgangsmaterial — frische Milch aus einem vorzüglich geführten Landwirtschaftsbetrieb — verhütete hier eine Beanstandung.

d) Erhitzung auf Kochherd (80° C)

Das Erwärmen der Milch auf einer Herdstelle findet man in den Schulhäusern selbst, wo zur Ermittlung der Temperatur in der Regel kein Thermometer verwendet wird, sondern ein sogenannter Milchsiedeanzeiger (Glas, Steingut). Beim ersten Anzeigen eines Geräusches wird die Milch vom Herd genom-

men, in Krüge abgefüllt und in Tassen oder auch in 2-dl-Gläser verteilt. Wie wir ermittelt haben, beträgt die Milchtemperatur beim ersten Angeben des Milchsiedeanzeigers 80° C.

Keimzahl auf Gelatine und Agar pro cm³ nach 4 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl auf Gelatine roh	Keimzahl auf Gelatine past.	Past. Effekt %	Keimzahl auf Agar roh	Keimzahl auf Agar past.	Past. Effekt %
23	frisch, Mischmilch	80	in gleicher Kanne an Schule geliefert	121 000	90	99,9	156 000	3000	98,1
24	12 Std. alt, Mischmilch	80	Umschütten in Milchkrug, Glas	800 000	700	99,9	325 000	2000	99,4
25	frisch, Mischmilch	80	Umschütten in Milchkrug, Tassen	80 000	1000	98,8	44 100	1000	97,8

Coligehalt nach 3 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl in roher Milch pro cm³	Keimzahl in past Milch pro cm³
23	frisch, Mischmilch	80	in gleicher Kanne an Schule geliefert	unter Hundert	0
24	12 Std. alt, Mischmilch	80	Umschütten in Milchkrsg, Glas	200	0
25	frisch, Mischmilch	80	Umschütten in Milchkrug, Tassen	100	0

Wie vorliegende Untersuchungsergebnisse zeigen, hat diese einfache Erhitzungsart einen ausgezeichneten Pasteurisationseffekt. Hiezu mag die langsame Erhitzung bis auf 80° C und das längere Stehenbleiben der Milch bei dieser Wärme viel beitragen. Nicht ausser acht zu lassen ist aber auch die sofortige Konsumierung dieser Milch und die Ausschaltung von jeglichen Leitungen (Schlauch, Automat), so dass kaum eine nachträgliche Infektion stattfinden kann. In kleinen Verhältnissen oder überall da, wo die Milch in der Schule selbst erwärmt werden kann, ist diese wenig Arbeit erfordernde Erhitzungsart sehr zu empfehlen, und sie genügt auch jeglichen Anforderungen.

e) Durchlauferhitzer verbunden mit offenem zweitem Gefäss

Die Milch wird in einem Durchlauferhitzer (Ahlborn) erwärmt und durch das Rührwerk in ein zweites offenes Gefäss gepumpt. Von hier kehrt die Milch im Kreislauf zurück zum Erhitzer, bis die gewünschte Temperatur erreicht ist. Hierauf wird sie in die Abfüllgefässe (Kanne mit Hahn) abgezapft und in der Regel mit Hilfe eines Automaten, der mit einem Schlauch als Verbindungsstück mit dem Hahn verbunden ist, in die 2-dl-Gläser verteilt.

Keimzahl auf Gelatine und Agar pro cm³ nach 4 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl auf Gelatine roh	Keimzahl auf Gelatine past.	Past. Effekt %	Keimzahl auf Agar roh	Keimzahl auf Agar past.	Past. Effekt %
19	frisch, Mischmilch	92	Abfüllgefäss, Automat, Glas	50 000	2000	96,0	50 000	1000	98,0
20	frisch, Mischmilch	72	Abfüllgefäss, Automat, Glas	70 000	9000	87,0	70 000	12 000	83,0
21	12 Std. alt, Mischmilch	85	Abfüllgefäss, Automat, Glas	400 000	1000	99,7	250 000	2000	99,2

Coligehalt nach 3 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl in roher Milch pro cm³	Keimzahl in past. Milch pro cm³
19	frisch, Mischmilch	92	Abfüllgefäss, Automat, Glas	100	0
20	frisch, Mischmilch	72	Abfüllgefäss, Automat, Glas	100	0
21	12 Std. alt, Mischmilch	85	Abfüllgefäss, Automat, Glas	1000	0

Mit Ausnahme von Betrieb Nr. 20 ist ein guter bis vorzüglicher Pasteurisationseffekt vorhanden. Es zeigt sich aber auch hier, dass die Erhitzung mindestens auf 85° C erfolgen muss, um diese Wirkung zu erreichen. Die Gefahr einer Nachinfektion tritt bei dieser Erhitzungsart verstärkt hervor, muss doch die erhitzte Milch in grössere Abfüllgefässe umgeschüttet werden, und zudem werden die Gläser mit dem Automat (Schlauch) abgefüllt. Nur durch diese nachträgliche Infektion lässt sich der bedeutend bessere Pasteurisationseffekt vom Betrieb Nr. 21 gegenüber Betrieb Nr. 19 erklären, obgleich nach der Erhitzungstemperatur ein umgekehrtes Resultat zu erwarten war. Colikeime lassen sich pro cm³ pasteurisierter Milch keine mehr nachweisen, trotzdem sie in roher Milch aufgetreten sind. Eine Nachinfektion mit diesen Keimen hat somit nicht stattgefunden, was auf eine gute Reinigung sämtlicher Milchberührungspunkte schliessen lässt.

f) Erhitzung im geschlossenen Pasteur

Eine Molkerei (Nr. 22) verwendet zum Pasteurisieren der Milch ein geschlossenes Gefäss, welches mit einem mechanischen Rührwerk versehen ist. Durch Einleiten von Dampf in die Gefässdoppelwand und unter ständigem langsamen Umrühren der Milch wird diese auf 80° C erhitzt, d. h. die Dampf-

zufuhr wird beim Erreichen von 75° C abgestellt, und der Inhalt erwärmt sich innert 15 Minuten auf 80° C. Hierauf zapft man die Milch in die Abfüllkanne ab, und von hier werden die Gläser durch einen Ablaufhahn (ohne Schlauch und Automat) abgefüllt.

Keimzahl auf Gelatine und Agar pro cm³ nach 4 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl auf Gelatine		Past Effekt	Keimzahl auf Agar		Past. Effekt
				roh	past.	%	roh	past.	%
22	12 Std. alt, Mischmilch	80	Abfüllgefäss, mit Hahn, Glas	180 000	1600	99,1	160 000	1000	99,4

Coligehalt nach 3 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl in roher Milch pro cm³	Keimzahl in past. Milch pro cm³
22	12 Std. alt, Mischmilch	80	Abfüllgefäss, mit Hahn, Glas	200	1

Wie zu erwarten, ist hier die Pasteurisationswirkung ausgezeichnet. Durch Verwendung eines Abzapfhahns an Stelle von Schlauch mit Automat reduziert sich ebenfalls die Gefahr einer Nachinfektion. Interessant wäre bezüglich Coligehalt hier der Nachweis gewesen, ob der pro cm³ pasteurisierter Milch gefundene eine Keim von einer noch ungenügenden Erhitzung oder von einer Nachinfektion herrührt. Analog wurde auch auf Neutralrot-Agar eine positive Reaktion festgestellt.

2. *Molkereitechnische Erhitzungen*

g) *Durchlauferhitzer mit Rührwerk*

In Molkereien mit grösserem Umsatz von Schulmilch findet dieses System Anwendung. In der Regel wird die Milch noch vor der Milchannahme am Morgen erhitzt, damit sie noch an alle Gemeinden und Schulhäuser verteilt werden kann. Es wird daher, bis an Betrieb Nr. 14 und Nr. 16, nur Milch vom Vorabend verwendet. In der Zeit zwischen Abfüllung in die 2-dl-Gläser und Abgabe an die Schulen wird die abgefüllte Milch entweder in isolierten Kisten oder auch in erwärmten Räumen aufbewahrt, um so die Milch noch im warmen Zustande an die Kinder abliefern zu können.

Die im Pasteur erhitzte Milch wird, ohne abgekühlt zu werden, in Kannen aufgefangen, in die Abfüllgefässe umgeschüttet und dann von hier mit Hilfe

Keimzahl auf Gelatine und Agar pro cm³ nach 4 Tagen

Bztr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl auf Gelatine		Past. Effekt	Keimzahl auf Agar		Past. Effekt
				roh	past.	%	roh	past.	%
10	12 Std. alt, Mischmilch	89	Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	27 000	135 000	[2])	25 000	157 500	[2])
28[1])	12 Std. alt, Mischmilch	89	Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	140 000	4000	97,1	94 000	1000	98,9
11	12 Std. alt, Mischmilch	97	Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	500 000	1000	99,8	200 000	3000	98,5
12	12 Std. alt, Mischmilch	90	Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	150 000	100	99,9	100 000	200	99,8
13	12 Std. alt, Mischmilch	90	Bassin, Automat (ohne Schl.), Glas	38 000	1000	97,4	40 000	4000	90,0
14	frisch, Mischmilch	85	Kühler, Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	110 000	4000	96,4	55 000	15 000	72,8
15	12 Std. alt, Mischmilch	83	Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	alles verfl.	2600	—	600 000	4000	99,3
16	frisch, Mischmilch	90	Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	200 000	2000	99,0	70 000	9000	87,2

[1]) Nachkontrolle zu Betrieb Nr. 10
[2]) Kein Pasteurisationseffekt

Coligehalt nach 3 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl in roher Milch pro cm³	Keimzahl in past. Milch pro cm³
10	12 Std. alt, Mischmilch	89	Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	100	0
28[1])	12 Std. alt. Mischmilch	89	Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	1000	1
11	12 Std. alt, Mischmilch	97	Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	4000	5
12	12 Std. alt, Mischmilch	90	Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	3000	0
13	12 Std. alt, Mischmilch	90	Bassin, Antomat (ohne Schl.), Glas	unter Zehn	10
14	frisch, Mischmilch	85	Kühler, Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	930	0
15	12 Std. alt, Mischmilch	83	Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	15 000	0
16	frisch, Mischmilch	90	Kanne, Abfüllgefäss, Automat, Glas	70	0

[1]) Nachkontrolle zu Betrieb Nr. 10

eines Automaten (Schlauch) in die 2-dl-Gläser abgefüllt. Die Milch wird hiebei z.T. bis unter 60° C abgekühlt, so dass eine nachträgliche Infektion leicht eintreten kann. Zudem wird die Schulmilch bis zur Konsumation etwa 4 bis 5 Stunden warm aufbewahrt, wodurch die Möglichkeit einer erneuten starken Keimvermehrung vorhanden ist. Wie bei den übrigen Erhitzungsarten wurde auch hier mit der Aussaat auf die Nährböden bis 10.00 Uhr zugewartet, um den Keimgehalt im Zeitpunkt des Konsums zu ermitteln.

Die Schulmilch aus dem Betriebe Nr. 10 musste beanstandet werden, da der Keimgehalt dieser Milch gegenüber der rohen um das 5 bis 6fache erhöht war. Bakteriologische Kontrollversuche ergaben einen anormalen Keimgehalt der Milchflaschen. Nach Behebung dieser Infektionsquelle konnte auch in diesem Betriebe bei genau gleicher Erhitzung, gleichen Abfüll- und Versandverhältnissen eine einwandfreie pasteurisierte Schulmilch gewonnen werden (s. Nachkontrolle Betrieb Nr. 28). Ebenfalls auf Nachinfektion ist der schlechte Pasteurisationseffekt im Betriebe Nr. 14 zurückzuführen. Nach genügender Erhitzung wird diese Milch über einen Rundkühler (ohne Wasser) geleitet, wobei besonders den thermophilen Keimen Gelegenheit zur Neuansiedlung und Vermehrung geboten wird. Im allgemeinen ist bei dieser Erhitzungsart die Gefahr einer Nachinfektion schon bedeutend erhöht, da in gewissen Betrieben (z. B. Nr. 13) die erhitzte Milch in z.T. längeren Leitungen zu grösseren, offenen Bassins geführt wird. Zur Pasteurisation werden hier Apparate bewährter Systeme verwendet, selbstregistrierende Wärmemesser sind aber auch hier nirgends vorhanden.

Die Anzahl der Colikeime in der erhitzten Milch ist gering oder pro cm^3 überhaupt nicht nachweisbar. Analog dazu ist auch das Ergebnis auf Neutralrot-Agar, wo sich auch bei stark infizierter roher Milch mit Coli nach der Pasteurisation nur bei 1 cm^3 eine positive oder sogar auch hier schon keine Reaktion mehr ergibt. Im Gegensatz zur Keimvermehrung auf Gelatine und Agar konnte hier nach der Erhitzung keine Nachinfektion mit Colikeimen (eventuell mit Ausnahme von Betrieb Nr. 13) festgestellt werden.

h) Plattenpasteur

Nur drei Molkereibetrieb verwenden Plattenpasteure zur Erhitzung der Schulmilch. Betrieb Nr. 18 ist die einzige Molkerei, die bezüglich technischen Vorrichtungen der Vorschrift der eidg. Lebensmittelverordnung vom 26. Mai 1936 genügt, indem hier noch der automatisch registrierende Wärmemesser vorhanden ist. Leider finden sich in zwei Molkereien (Nr. 17 und Nr. 18) sehr nachteilige und unpraktische technische Einrichtungen, wobei der Grundsatz für Pasteurisationseinrichtungen «lange Zuleitung zum und kurze Wegleitung vom Pasteurisationsapparat» missachtet wurde. Die Distanz zwischen Erhitzung und Abfüllung ist zu lang; in einem Falle muss die pasteurisierte Milch einige 10 m Leitung durchlaufen, wobei man zur Einstellung der Temperatur und Regulierung der Abflussgeschwindigkeit noch ein Bassin dazwischen einschaltete. In

einem andern Falle (Nr. 18) wird die rohe Milch durch natürliches Gefälle in den Keller geleitet, hier pasteurisiert und durch den angeschlossenen Wärmeaustauscher die Milch auf etwa 60° C abgekühlt. Die Milch wird dann in einem Bassin aufgefangen und durch eine Pumpe drei Stockwerke hoch in ein zweites Bassin geleitet, von wo die Milch durch zwei Automaten in Flaschen zur Abfüllung kommt. Die vorzügliche Wirkung des Plattenpasteurs kann hier leicht durch eine Nachinfektion illusorisch werden, wenn nicht durch eine tägliche gründliche Reinigung des gesamten Leitungssystems vorgesorgt wird.

Keimzahl auf Gelatine und Agar pro cm³ nach 4 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl auf Gelatine roh	Keimzahl auf Gelatine past.	Past. Effekt %	Keimzahl auf Agar roh	Keimzahl auf Agar past.	Past. Effekt %
17	12 Std. alt, Mischmilch	92	Leitung, Bassin, Leitung, Automat, Glas	1 500 000	B.[1]) 1000 G.[2]) a. verfl.	99,9 —	1 500 000	B.[1]) 300 G.[2]) 70 000	100 95,4
18	12 Std. alt, Mischmilch	85	Bassin, Pumpe, Leitung, Bassin, Automat, Glas	1 200 000	B.[1]) 5000 G.[2]) 6000	99,6 99,5	1 200 000	B.[1]) 9000 G.[2]) 7000	99,2 99,4
19	frisch, Mischmilch	78	Abfüllkanne, Hahn, Schlauch, Automat, Glas	600 000	6000	99,0	200 000	1000	99,5

[1]) Bassin direkt nach Pasteur

[2]) Glas abgefüllt. nach Durchlauf der Leitung und der Abfüllmaschine

Coligehalt nach 3 Tagen

Betr. Nr.	Milchart	Temp. °C	Milchweg nach der Erhitzung	Keimzahl in roher Milch pro cm³	Keimzahl in past. Milch pro cm³ Bassin	Keimzahl in past. Milch pro cm³ Glas
17	12 Std. alt, Mischmilch	92	Leitung, Bassin, Leitung, Automat, Glas	500	0	500
18	12 Std. alt, Mischmilch	85	Bassin, Pumpe, Leitung, Bassin, Automat, Glas	18 000	0	0
19	frisch, Mischmilch	78	Abfüllkanne, Hahn, Schlauch, Automat, Glas	unter Zehn	—	0

Trotz Pumpe und den langen Milchleitungen blieb die Keimzahl in der pasteurisierten Milch der Molkerei Nr. 18 konstant, ein Beweis, dass bei Anwendung aller hygienischen Vorsichtsmassnahmen die Keimzahl auch bei ungünstigen Verhältnissen tief gehalten werden kann.

Die Milch des Betriebes Nr. 17 musste hingegen beanstandet werden. Zwischen dem eingeschalteten Bassin und abgefüllten Glas, wo die Milch in der vorhin erwähnten, über einige 10 m langen Leitung zur Abfüllmaschine geführt wird, muss eine Nachinfektion stattgefunden haben, welche eine über zweihundertfache Keimvermehrung verursachte. Besonders schwerwiegend ist noch, dass auch der Colikeimgehalt wieder zunahm und sogar die gleiche Menge wie in der rohen, ursprünglichen Milch erreichte. Durch verschiedene Nachkontrollen konnte die Zunahme der Keimzahl in dieser Milchleitung gegenüber beim Verlassen des Pasteurs auf das zwei- bis vierfache eingeschränkt werden. Die Colikeimzahl selbst erfuhr in der Leitung keine Zunahme mehr. Eine neue Störung, die im Laufe des Sommers 1946 auftrat, konnte erst nach längeren Versuchen behoben werden. Zu hohe Leistungsanforderung an den Pasteur, eine Infektionsquelle im Wärmeaustauscher (die Milch wurde im Wärmeaustauscher des Pasteurs abgekühlt und bereits hier infiziert) wie auch ein anormaler hoher Keimgehalt der gereinigten und abfüllbereiten 2-dl-Flaschen trugen Schuld an dieser erneuten Beanstandung.

In der Molkerei Nr. 19 wäre gewiss noch eine bessere Pasteurisationswirkung eingetreten, hätte der Besitzer eine Erhitzung von über 80° C angewendet. Da die Milch heiss, direkt vom Pasteur in die Gläser eingefüllt wird — Milch wird mit Abfüllkanne vom Pasteur aufgefangen und mit Automat (Schlauch) in die Gläser verteilt —, scheint eine Nachinfektion völlig ausgeschlossen zu sein. Zudem wird hier eine frische Rohmilch von verschiedenen Lieferanten verwendet. Auffallend ist, dass in dieser rohen Milch selbst in einer Verdünnung von 10^{-1} keine Colikeime auffindbar sind.

Schlussfolgerungen

Vorliegende Untersuchungen zeigen, dass auch durch einfache Mittel ein vorzüglicher Pasteurisationseffekt erreicht werden kann. Nochmals zu erwähnen ist insbesondere das Erhitzen der Schulmilch im Heisswasserbad, wobei aber, um sicher zu gehen, eine Temperatur von mindestens 85° C erreicht werden soll. Die gleiche Mindesttemperatur muss aber auch bei allen übrigen Erhitzungsarten verlangt werden, da, wie aus den Tabellen ersichtlich, bei Erhitzung unter 80° C sofort eine Senkung des Pasteurisationseffektes eintritt. Abzulehnen sind die Flächenerhitzer und die Pasteurisation mit dem Dampfrohr, da der Pasteurisationseffekt nicht genügt und hier nur infolge vorzüglichen Ausgangsmaterials (ca. 20 000 Keime) eine Beanstandung nicht ausgesprochen werden musste. Auch das nachträgliche Kühlen der Milch über offene Kühlvorrichtungen sollte wegen der Nachinfektion vermieden werden, wie überhaupt jedes offene Stehenlassen der pasteurisierten Milch.

Als grundlegende Forderungen zur Herstellung einer einwandfreien pasteurisierten Schulmilch haben nach unseren Erfahrungen zu gelten:

1. Gewissenhaftes Arbeiten bei sämtlichen hier vorkommenden Verrichtungen (Einhalten der Temperatur von 85° C, Aufrühren der Milch usw.).
2. In Kleinbetrieben Auslese der Rohmilch von einem oder mehreren zuverlässigen Lieferanten.
3. Tägliche Reinigung und Desinfizierung der gesamten Anlage. Wenn möglich sollen die Apparate und Leitungen direkt vor der Benützung mit kochendem Wasser gespült oder ausgedämpft werden. Besondere Aufmerksamkeit verdienen das Reinigen und Aufbewahren der Milchflaschen.

Werden diese Bedingungen eingehalten, so kann mit Sicherheit auch bei behelfsmässiger Pasteurisation eine Schulmilch mit weniger als 50 000 Keimen gewonnen werden.

Die Untersuchung der Milch erstreckte sich auch auf die Colibakterien (Endo-Agar) wie auch auf die Reaktion dieser Keime (Neutralrot-Agar). Bei Erhitzung auf über 80° C wurden höchstens noch vereinzelte Colibakterien pro cm^3 nachgewiesen. Analog war auch die Coli-Reaktion auf Neutralrot-Agar. Auffallend ist, dass in Kleinbetrieben, wo der Milchkäufer die zu erhitzende Milch von den einzelnen Lieferanten noch auslesen kann, Coli nicht mehr in den normalen Verdünnungen nachzuweisen sind. Es zeigt dies, dass durch sorgfältige Milchgewinnung bzw. Auslese in der Sammelstelle das Rohprodukt bereits frei oder doch arm an Coli ist. Daraus ergibt sich aber auch, dass die alleinige Bestimmung der Colikeime in pasteurisierter Schulmilch nur bedingt Aufschluss über genügende Pasteurisation geben kann. Bei grossen Mengen Mischmilch in Molkereien, wo bezüglich Herkunft der Milch keine Auslese mehr stattfinden kann und auch wenigstens 12 Stunden alte Milch zur Pasteurisation zugezogen werden muss, gibt die Colikeimzahlbestimmung wie auch die Coli-Reaktion allein schon guten Aufschluss über den Effekt der Pasteurisation, nicht aber in Kleinbetrieben, wo noch eine Auslese der Milch, wie vorliegende Untersuchung zeigt, tatsächlich ausgeführt wird, und daher selbst in roher Milch keine oder nur vereinzelte Colikeime vorkommen können. Nach unseren Untersuchungen kann im allgemeinen die Forderung aufgestellt werden, dass Colibakterien in pasteurisierter Milch höchstens noch vereinzelt pro cm^3 nachweisbar sein sollen. Sollten Coli in Verdünnungen nachgewiesen werden können, so muss auf ungenügende Pasteurisation oder auf eine nachträgliche Infektion geschlossen werden.

Laut Fachliteratur werden durch die Hoch-[1]) wie Dauerpasteurisation [2]) [3]) die nicht sporenbildenden Krankheitskeime, wie die Abortus Bang Bakterien, Tuberkelbazillen usw., mit Sicherheit abgetötet. Es erübrigt sich deshalb, unsere Untersuchung noch speziell auf diese pathogenen Keime auszudehnen. Hingegen werden wir auch im Winterhalbjahr 1946/47 unsere bakteriologischen Kontrollen der pasteurisierten Schulmilch weiterführen und die Frage: «Was ist nachträgliche Infektion, was ist wirklicher Pasteurisationseffekt?» abzuklären versuchen.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit den verschiedensten Pasteurisationsarten von Schulmilch im Kanton Zürich. Die Untersuchungen zeigen, dass sich auch bei den behelfsmässigen Erhitzungen ein gutes Resultat erreichen lässt. Voraussetzung ist aber genügende Erhitzung (mindestens 80° C) und gewissenhafte Arbeit durch zuverlässige Personen.

Die Colibestimmung als Index für richtig durchgeführte Pasteurisation ist nur bedingt zulässig. Sie ist nur anwendbar in Grossmolkereien, wo keine Auslese der rohen Milch mehr stattfinden kann. In Milchsammelstellen, wo in der Regel Milch von Einzellieferanten erhitzt wird, sind diese Colibakterien nicht immer in der Rohmilch vorhanden.

Résumé

Ce travail traite des différents modes de pasteurisation du lait distribué aux écoliers dans le canton de Zurich. Il ressort de ces recherches que même avec des installations de fortune on peut obtenir de bons résultats à condition de porter le lait à une température suffisamment élevée (au moins 80° C) et que l'opération soit faite par une personne très consciencieuse.

La recherche du coli n'a qu'une valeur relative comme indice d'une pasteurisation bien faite. Elle ne peut être appliquée avec succès que dans le cas des grandes laiteries où l'on a à faire à du lait mélangé sans qu'il soit procédé à un tri du lait cru. Dans le cas des plus petites laiteries, où l'on pasteurise dans la règle du lait d'un seul fournisseur, il n'y a pas toujours des coli-bacilles dans le lait initial.

Literatur

[1]) *Seelemann*, Molk. Ztg. Hildesheim **40,** Nr. 9 und 11 (1926).
[2]) *Zeller*, Deutsche tierärztl. W'schrift **35**, Nr. 47, 762.
[3]) *Seelemann*, Deutsche tierärztl. W'schrift **35,** Nr. 47, 765.