

Uperisation der Milch

Von Prof. Dr. H. MOHLER

Einleitung

Heute ist es ein anerkannter Grundsatz, jede zum Konsum bestimmte Milch wegen der Möglichkeit der Übertragung von Krankheitskeimen durch Milch und Milchprodukte auf den Menschen¹ erst nach geeigneter Entkeimung zu genießen. Diese Vorsichtsmaßnahme gilt wie für andere Länder² auch für die Schweiz³. Hinzu kommt die zunehmende Tendenz zum «Kaltmilchtrinken», die eine trinkfertige Milch ohne Kochgeschmack erfordert.

Zur Erreichung dieses Zieles zeichnen sich zwei Wege ab: Erstens die von den Milchproduzentenorganisationen vorgeschlagene Stallsanierung im weitesten Sinne mit Einschluß der besseren Kühlung der Milch, Verkürzung der Transportzeiten usw. mit dem Ziel, die Milchqualität am Produktionsort zu steigern; zweitens die hygienische Richtung, der mit Rücksicht auf die Volksgesundheit das Primat zu geben ist, nämlich Schutz des Menschen durch Entkeimung der Milch vor der Abgabe an den Konsumenten. Das erste, jedenfalls zu erfüllende Programm ist langwierig und seit Jahrzehnten in Angriff genommen; es führt auch im besten Fall zu keiner «trinkfertigen» Rohmilch⁴. Für den anderen Weg stand vor zwei Jahren als praktisch durchführbares Verfahren die Pasteurisierung im Vordergrund⁵.

Gegen die Pasteurisierung der Milch lassen sich Einwände erheben⁶. Durch die Pasteurisierung werden pathogene Keime vernichtet, nicht aber Sporen gewisser Bakterien und bestimmte nichtsporenbildende Arten, die sich rasch vermehren und der Milch einen unangenehmen Geruch und Geschmack verleihen, sofern sie

nicht kühl gelagert wird. Somit zeigt auch pasteurisierte Milch nur eine beschränkte Haltbarkeit. Auch ist es richtig, daß eine hochwertige pasteurisierte Milch eine gute Rohmilch voraussetzt⁷. Zur Verhütung der Nachinfektion ist es zweckmäßig, pasteurisierte Milch in sterile Flaschen abzufüllen⁸. Durch die Pasteurisierung der Milch wird aber jedenfalls die hygienische Forderung, Schutz des Konsumenten vor Infektion, erfüllt.

Wenige Monate vor meiner Abreise nach dem Irak (Herbst 1951) wurde ich durch Oberingenieur H. C. EGLOFF auf ein neuartiges, eben zum Abschluß gekommenes Milchentkeimungsverfahren aufmerksam gemacht, das in jahrelanger Gemeinschaftsarbeit von den Firmen Alpura AG., Bern, und Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Winterthur, entwickelt worden war. Dieser Zusammenarbeit gingen längere Versuche durch den technischen Stab der Bernalpen Milchgesellschaften und der Ursina AG. voraus. Mit diesem als «Uperisation»⁹ bezeichneten und auf Initiative von Generaldirektor K. GRESSLY ausgearbeiteten Verfahren soll Milch durch kurzes Erhitzen auf 150°C völlig keimfrei werden, den Rohmilchcharakter beibehalten und über Wochen haltbar sein. Zwei damals im Chemischen Laboratorium der Stadt Zürich orientierenderweise untersuchte Proben uperisierter Milch, die in Blechbüchsen hermetisch abgefüllt waren, erwiesen sich tatsächlich als praktisch keimfrei (in einer Probe waren gar keine Keime nachweisbar, in der anderen nur vereinzelte), und die Proben zeigten in Aussehen, Geruch und Geschmack mindestens den Charakter einer guten pasteurisierten Milch. Eigentlicher Kochgeschmack war nicht zu erkennen. Da bereits ausgedehnte Versuche über eine auffallende Haltbarkeit der uperisierten Milch vorlagen und mit diesem Verfahren offenbar eine pasteurisierte Milch ohne die Nachteile der Pasteurisierung zu gewinnen ist, eröffneten sich für die Lösung des Konsummilchproblems unerwartete Perspektiven. Nachdem ich in die Verfahrenstechnik sowie in bereits durchgeführte umfangreiche physikalische, chemische, biologische und bakteriologische Versuche Einblick erhalten hatte, verblieb mir vor meiner Abreise nur noch die Aufgabe, der für die gesamte Milchwirtschaft der Schweiz bedeutungsvollen Sache durch einige Anregungen zu dienen. In der Zwischenzeit wurde vor allem die wissenschaftliche Seite des Verfahrens vertieft, und am 4. Juni 1952 fand nun in Konolfingen eine von Milch- und Ernährungswissenschaftlern aus Deutschland und der Schweiz besuchte

¹ Die Gefährlichkeit des bovinen Typus des Tuberkelbakteriums für den Menschen wurde nur allmählich erkannt, und von einer Übertragungsmöglichkeit der Brucellen auf den Menschen wußte man lange Zeit nichts. Auch Krankheitskeime, die vom Menschen stammen, können durch die Milch übertragen werden.

² Vgl. z. B. P. KÄSTLI, *Die Übertragung von Krankheitskeimen durch den Konsum von Milch und Milchprodukten*, Bericht, genehmigt von der Generalversammlung des Internationalen Milchwirtschaftsverbandes am 15. August 1951 in Oslo.

³ Die vor zwei Jahren erfolgte öffentliche Diskussion des Milchproblems in der Schweiz wurde zwar durch den Geschäftsbericht 1949 des Chemischen Laboratoriums der Stadt Zürich ausgelöst, doch hatte schon früher P. KÄSTLI auf die ungenügende Qualität der schweizerischen Konsummilch hingewiesen (*Mitt. Lebensm. Hyg.* 39, 46, 1948). Auch veterinärmedizinische Institute, die Naturforschende Gesellschaft Zürich, die Gesellschaft der Ärzte in Zürich u. a. befaßten sich mit dem Problem.

⁴ Das geringe Milchquantum aus Ställen, deren Tiere unter ständiger Kontrolle stehen, fällt für das Gesamtproblem außer Betracht.

⁵ Die gesetzlichen Grundlagen zur Einführung der zentralen Milchpasteurisierung in großen Konsumzentren sind in der Schweiz zwar noch nicht geschaffen worden, doch muß nun die als «trinkfertig» bezeichnete Milch vor der Abgabe an den Konsumenten durch den Käufer pasteurisiert oder abgekocht werden, sofern nicht «Vorzugsmilch» vorliegt. In den meisten Ländern, mit Ausnahme der Schweiz, gelangt in den Städten pasteurisierte Milch zum Verkauf, vgl. P. KÄSTLI².

⁶ Vgl. z. B. P. KÄSTLI, *Schweiz. Zbl. Milchwirtsch.* 41, Nr. 8 (1952).

⁷ Stallsanierung und Pasteurisierung müssen zweifellos parallel gehen.

⁸ Dies wirkt preissteigernd. Deshalb wurde – in Anlehnung an das Ausland – die Abgabe «offener» pasteurisierter Milch und ärztliche Überwachung des Molkereipersonals in Vorschlag gebracht.

⁹ Anlehnung an die Bezeichnung «Ultrapasteurisation».

Arbeitstagung zur Vorführung und Diskussion der Uperisation statt¹⁰. Bei diesem Anlaß wurden Referate gehalten, über welche hier kurz berichtet werden soll. Dabei steht im Rahmen dieser Zeitschrift die verfahrenstechnische Seite in Vordergrund.

Technische Grundlagen

Eingangs wurde erwähnt, daß, wenn eine richtig pasteurisierte Milch frei ist von pathogenen Bakterien, sie doch nicht als keimfrei betrachtet werden darf, denn immer noch enthält sie Bakteriensporen und andere hitzebeständige Bakterienarten. Jede Verbesserung der Milchkonservierung hat diesem Umstand Rechnung zu tragen. Sporen und hitzebeständige Bakterien werden erst von Temperaturen zwischen etwa 130 bis 150°C, die also wesentlich höher liegen als die Pasteurisierungstemperatur (bei der sogenannten Hoherhitzung beträgt sie mindestens 85°C), geschädigt. Mit solchen Temperaturen nimmt aber die Gefahr der Beeinträchtigung lebenswichtiger Milchbestandteile ganz wesentlich zu. Im vornherein kamen daher nur ganz kurze Erhitzungszeiten in Frage. Andererseits mußte auf Grund der Erfahrungen bei der Fabrikation von Dauermilchprodukten Luftsauerstoff nach Möglichkeit ausgeschlossen werden.

In Abb. 1 ist eine vollständige Uperisationsanlage schematisch dargestellt. Die wesentlichen Teile sind: Ent-

lüftung, Vorwärmung, Hoherhitzung und Expansion. In der ersten Phase wird der Milch Luft entzogen, was eine Schädigung des Vitamins C bei der Hoherhitzung verhindern soll. Die Erwärmung erfolgt in zwei Stufen, und zwar in einem Röhrenerhitzer von der in der Milch-industrie üblichen Bauart und dann im «UP-Kopf», der wohl als wesentlicher Teil der Anlage zu betrachten ist. Hier erfolgt eine schockartige Erhitzung bei rund 150°C durch Dampf injektion. In einem nachfolgenden Behälter wird die unter Druck stehende hoherhitzte Milch entspannt, wobei eine partielle Wasserdampfdestillation stattfindet und ein Homogenisationseffekt eintritt.

Das Studium der *Dampfkondensation im Flüssigkeitsstrom* war daher ein wesentliches verfahrenstechnisches Problem. Hierüber referierte Dr. L. PIATTI, Wissenschaftliches Laboratorium der Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Winterthur. Wir geben hier den Inhalt seines Autoreferates wieder.

Um Milch auf die zum Uperisieren erforderliche Temperatur zu bringen, ist es notwendig, dieses Erhitzen *rasch* und *gleichmäßig* durchzuführen. Rasch und gleichmäßig deshalb, weil ja jede unerwünschte physikalische und chemische Veränderung der Milch – insbesondere durch örtliches Überhitzen – zu vermeiden ist.

Beim Einführen von Dampf in die Milch bilden sich vorerst in dieser Flüssigkeit Dampfblasen, die nach kurzer Zeit infolge der eintretenden Kondensation des Dampfes verschwinden. Sie sind aber zunächst vorhanden, und an der Grenzfläche Dampf-Milch verlaufen Erscheinungen, die für eine schädliche Veränderung von Milchbestandteilen von Bedeutung sein können. An dieser Grenzfläche Dampf-Milch wird nämlich Eiweiß angereichert, da durch eine solche Konzentrations-erhöhung die Oberflächenspannung der Milch an der Grenzfläche herabgesetzt wird. Stoffe, die die Grenzflächenspannung erniedrigen, wandern ja stets an solche Stellen. Ob diese Anreicherung von Eiweiß an der Grenzfläche durch GIBBSsche Adsorption bewirkt wird, ist zweifelhaft, die Tatsache der Anreicherung selbst ist aber unbestritten^{11, 12}. Diese Grenzschicht höherer Eiweißkonzentration wird nun der verhältnismäßig hohen Temperatur des Dampfes ausgesetzt. Um nämlich die Milch auf die gewünschte Behandlungstemperatur zu bringen, ist Dampf von höherer Temperatur als die zu erreichende Flüssigkeitstemperatur notwendig. Es erfolgt also eine Wärmeeinwirkung auf die verhältnismäßig stabile Eiweißgrenzschicht. Durch Kondensation infolge der eintretenden Abkühlung des Dampfes unter die Siedetemperatur des Wassers bei dem Arbeitsdruck verschwinden nun die Blasen. Dieses Verschwinden ist jedoch mit dem Freiwerden von Energie verbunden. Es handelt sich bei dem Zusammenbruch dieser Hohlräume um Erscheinungen, die denjenigen der Kavitation ähnlich sind. Es können dabei lokale Druckstöße in der

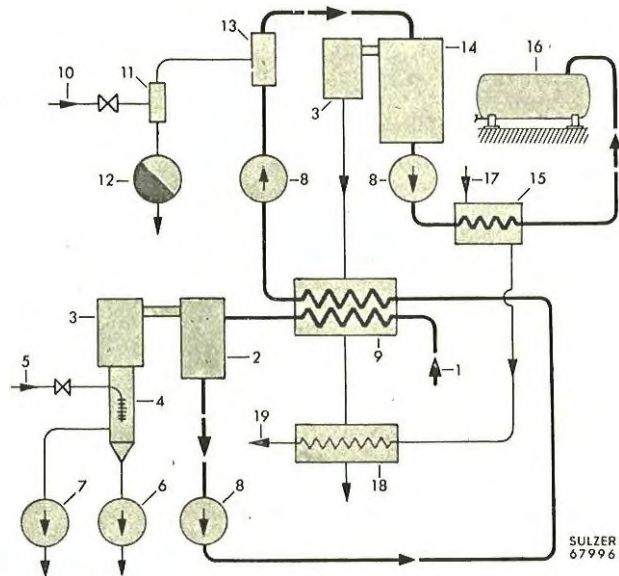


Abb. 1. Prinzipschema der Uperisation

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| 1 Milcheintritt | 11 Dampfreiniger |
| 2 Entlüftungsbehälter | 12 Kondenstopf |
| 3 Tropfenabscheider | 13 Uperisator |
| 4 Kondensator | 14 Expansionsgefäß |
| 5 Kühlwassereintritt | 15 Milchkühler |
| 6 Kondensatpumpe | 16 Milchlagertank |
| 7 Vakuumpumpe | 17 Kühlwassereintritt |
| 8 Milchpumpen | 18 Wärmerückgewinnungsboiler |
| 9 Röhrenerhitzer | 19 Warmwasseraustritt |
| 10 Dampfeintritt mit Regulierstation | |

SULZER 67996

¹⁰ Vgl. H. PINNER, *Deutsche Milchwirtschaftler in der Schweiz*, Dtsch. Molkerei-Ztg. 73, 746 (1952).

¹¹ J. J. BIKERMAN, *Surface Chemistry*, S. 150, New York 1948.
¹² H. FREUNDLICH, *Kapillarchemie*, 4. Auflage, S. 1033, Leipzig 1930.

Größenordnung von mehreren tausend atü auftreten. Auch die freiwerdende Oberflächenenergie beim Verschwinden der Oberfläche ist dabei von Einfluß, ebenso die Kondensationswärme. Unerwünschte Einwirkungen auf Milchbestandteile können daher dann auftreten, wenn die Kondensation des Wasserdampfes in der Milch nicht so geführt wird, daß sie rasch und unter intensivem Vermischen beider Phasen erfolgt. Es war also anzustreben, daß die in einer solchen Vorrichtung zum Erhitzen der Milch herrschende Strömung eine *turbulente Strömung* ist.

Über die Verhältnisse, wie sie bei der Kondensation von Dampf in strömenden Flüssigkeiten herrschen, wurde bisher in der Literatur kaum etwas veröffentlicht. Es mußten daher zunächst die wissenschaftlichen Grundlagen geschaffen werden, die für die Konstruktion einer einwandfrei arbeitenden Vorrichtung zum gleichmäßigen Erhitzen von strömender Milch durch kondensierenden Dampf notwendig ist. Aus diesem Grunde war es notwendig, in den Laboratorien der Firma Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Winterthur, die nötige *Grundlagenforschung* durchzuführen, die zeigen sollte, wie eigentlich die Dampfkondensation in einer strömenden Flüssigkeit verläuft, insbesondere dann, wenn diese Strömung turbulent ist.

Die Gesetze der Strömungen in Rohren – oder auch in Apparaten – sind in der Fachliteratur behandelt¹³. Es sei jedoch kurz hervorgehoben, daß der Strömungstechniker bekanntlich im wesentlichen zwischen *laminarer* und *turbulenter* Strömung unterscheidet¹⁴.

Beobachtet man die Flüssigkeitsbewegungen in einem Glasrohr unter Einführung eines Farbstrahls, so erkennt man bei kleinen Strömungsgeschwindigkeiten ein scharfes Abzeichnen des Farbfadens von der übrigen Flüssigkeit. Dies ist die *Laminarbewegung*. Bei größerer Geschwindigkeit wird der Farbfaden unruhig und schließlich verschwindet er infolge Durchmischung vollständig. Die Strömung ist dann *turbulent*. Für diese letztere Strömungsform – also die turbulente – ist charakteristisch, daß sich der Hauptströmung Geschwindigkeitsschwankungen überlagern, die sich örtlich und zeitlich – und zwar sowohl in ihrer Größe als auch in ihrer Richtung – verhältnismäßig schnell ändern. Man kann sich diese Strömungsart, wenn auch grob, so vorstellen, daß sich gewisse Flüssigkeitsbereiche, Turbulenzballen genannt, parallel, quer und schräg zur Hauptströmungsrichtung bewegen und nach einer Wegstrecke von der Größenordnung ihres eigenen Durchmessers zerfallen, sich zerteilen und unter Zusammenfassen anderer Bestandteile der Flüssigkeit neu bilden. In Längs- und Querrichtung findet somit ein intensives Durchmischen statt. Bei laminarer Strömung haben die einzelnen Flüssigkeitsteilchen nicht überall die gleiche Geschwindigkeit. In einem

geraden Rohr z. B. herrscht nach Durchlaufen der sogenannten Anlaufstrecke eine parabolische Geschwindigkeitsverteilung. Die Grenzschicht an der Wandung hat dabei einen so geringen Wärmeübergang, daß in Berührung mit einer heißen Oberfläche eine (z. B. bei Milch schädliche) Überhitzung erfolgt. Eine solche Geschwindigkeitsverteilung zeigt schematisch Abb. 2.

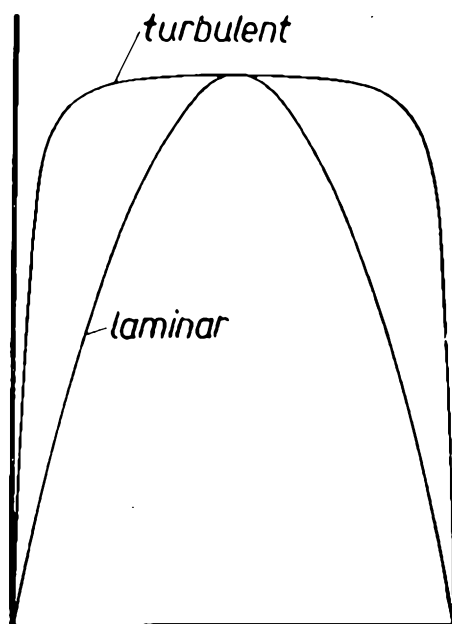


Abb. 2. Schematische Geschwindigkeitsverteilung bei laminarer und bei turbulenter Strömung einer Flüssigkeit in einem Rohr. Die höhere Geschwindigkeit der Grenzschicht bei turbulenter Strömung ist für den Wärmeübergang günstiger

Eine derartige Strömung herrscht nur im Gebiet unterhalb der sogenannten kritischen REYNOLDS-Zahl Re_k , bei der die laminare in die turbulente Strömung übergeht. Eine Strömung schlägt dann vom laminaren zum turbulenten Verhalten um, wenn die Zähigkeitskräfte nicht mehr in der Lage sind, in der Strömung einmal aufgetretene Störungen aufzuzehren und abklingen zu lassen. Dies wird durch die Beziehung $\frac{\text{Trägheitskraft}}{\text{Reibungskraft}}$ ausgedrückt, ein dimensionsloses Verhältnis, das ein bedeutender physikalischer Parameter der gesamten Strömungslehre ist. Diese Beziehung ist die schon erwähnte REYNOLDS-Zahl Re .

Solche strömungstechnische Gesetze waren u. a. zu berücksichtigen, als mit Hilfe einer dazu aufgebauten Apparatur die Erscheinungen studiert wurden, die beim Kondensieren von Dampf in einer strömenden Flüssigkeit auftreten. Wesentlich war dabei auch die Feststellung des Einflusses der Beziehung zwischen der Temperatur des eintretenden Dampfes und derjenigen der Flüssigkeit.

Es wurde dazu eine Apparatur aufgebaut, die aus Abb. 3 ersichtlich ist.

Durch ein Quarzrohr strömte Wasser mit konstanter Geschwindigkeit und unter einem bestimmten Druck.

¹³ L. PRANDTL-TIETJENS, *Hydro- und Aerodynamik*, Berlin 1929 und 1931; B. ECK, *Technische Strömungslehre*, Berlin 1949.

¹⁴ Vgl. F. KLUGE, *Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie*, 3. Auflage, 1. Band, S. 18 ff., München-Berlin 1951.

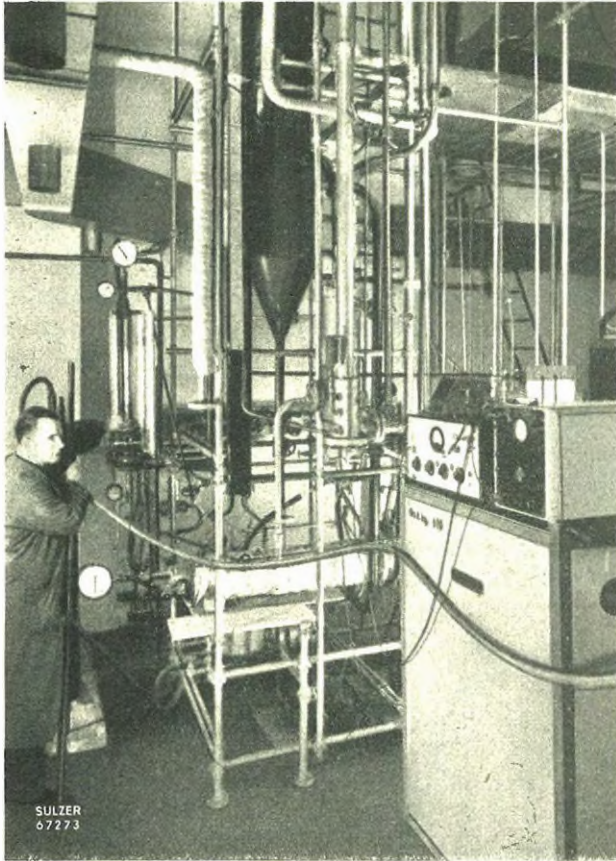


Abb. 3

Stroboskopische Untersuchungen und Schallfrequenzmessungen im Versuchslaboratorium der Gebrüder Sulzer, Aktiengesellschaft, Winterthur

Dampf von verschiedenem, aber bei den einzelnen Versuchen konstantem und genau gemessenem Druck wurde in die Flüssigkeit eingeführt. Es sollte damit insbesondere die Abhängigkeit der Kondensation von dem Δt zwischen Dampf und Wasser ermittelt werden. Dazu wurde Dampf durch Düsen verschiedener Bauart und in verschiedener Richtung zum Flüssigkeitsstrom in das Wasser eingeführt. Die Kondensation des Dampfes wurde mit Hilfe eines Stroboskopes photographisch aufgenommen, wobei intensive Lichtblitze (50 000 Volt) von einer Dauer von 10^{-6} Sekunden angewendet wurden.

Von den zahlreichen und systematischen Messungen zeigt Abb. 4 beispielsweise einige Aufnahmen. Es ist daraus ersichtlich, wie bei Verwendung einer Düse mit einem kreisförmigen Querschnitt von 0,2 mm und einem Δt zwischen Dampf und Flüssigkeit von $76,8^\circ\text{C}$ der Kondensationsweg sehr kurz ist. Mit abnehmender Differenz der Temperaturen von Dampf und Wasser wird – wie die folgenden Bilder zeigen – der Weg des Dampfes bis zur vollständigen Kondensation allmählich länger. Während bei größerem Δt die Kondensation in kurzer Entfernung vom Dampfeintritt vollständig ist, erfolgt bei Verkleinerung des Δt eine Aufteilung des Dampfes in getrennt kondensierende Blasen.

Die Untersuchungen zeigten auch deutlich den Einfluß

der Düsenform auf die Dampfkondensation durch Vergleich des Kondensationsweges bei Verwendung einer Düse mit runder Öffnung und einer Schlitzdüse.

Aus allen Aufnahmen ist gut ersichtlich, wie stark der Kondensationsweg und die Form des kondensierenden Dampfstrahls von der Differenz zwischen der Temperatur der Flüssigkeit und derjenigen des eintretenden Dampfes abhängen. Wesentlich dabei ist auch die Menge des in die Flüssigkeit in der Zeiteinheit eintretenden Dampfes. Von Bedeutung ist außerdem sein Strahlwinkel. Die Aufnahmen zeigen jedenfalls deutlich, daß es möglich ist, die Kondensation sehr rasch erfolgen zu lassen oder aber auch in ein Gebiet zu gelangen, in welchem die Kondensation so langsam erfolgt, daß beide Phasen ein verschwommenes Gemisch ergeben.

Die Kondensation von Dampf in einer Flüssigkeit erfolgt stets unter gleichzeitiger Bildung von Schallwellen. Es ist ja allgemein bekannt, daß eine solche Kondensation mit einer Geräuschentwicklung verbunden ist. Außer den hörbaren Schallwellen tritt jedoch auch Ultraschall auf. Solche Ultraschallwellen können nun auf Milch ungünstige, aber auch günstige Wirkungen ausüben. Aus diesem Grunde wurden auch die während der Kondensation erzeugten Ultraschall-schwingungen mit Hilfe eines Oszillographen aufgenommen.

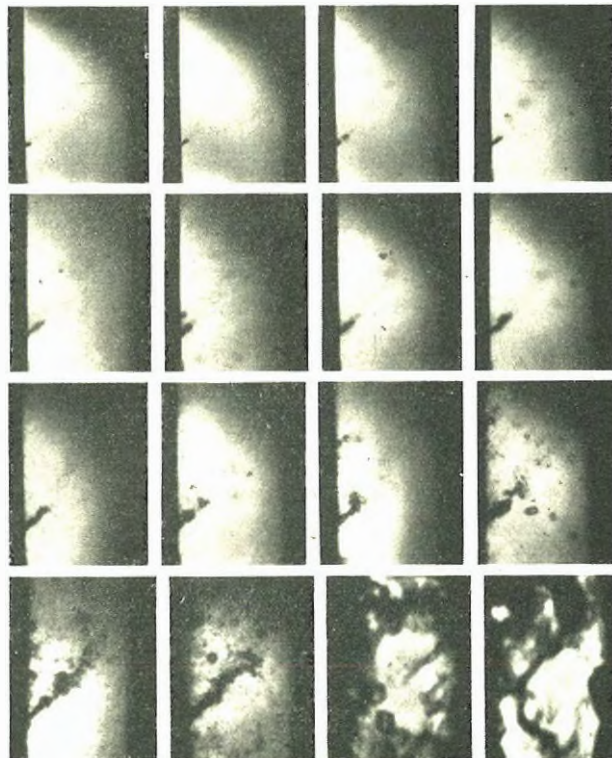


Abb. 4. Stroboskopische Aufnahme des Kondensationsweges von Dampf in Flüssigkeit. Mit abnehmender Differenz der Temperaturen von Flüssigkeit und Dampf wird der Kondensationsweg des aus einer Runddüse von 0,2 mm Querschnitt strömenden Dampfes zunehmend länger, und es tritt schließlich die Bildung eines wolkigen Gemisches ein

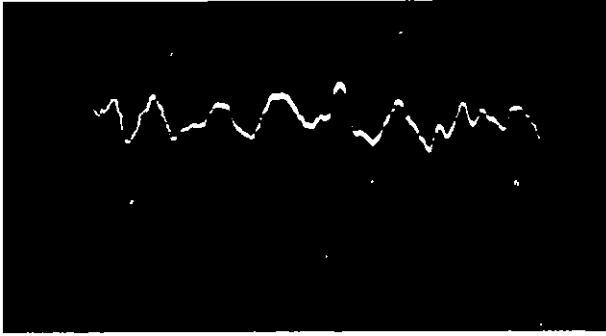


Abb. 5. Oszillogramm der bei der Kondensation von Wasserdampf von 8,5 atü in Wasser von 120 °C auftretenden Schallfrequenzen (Schlitzdüse mit einer Öffnung von 1,5 mm)

Abb. 5 zeigt die Aufnahme eines solchen Oszillogrammes, wie es bei der Kondensation von Wasserdampf von 8,5 atü in Wasser von 120 °C und unter Verwendung einer Schlitzdüse mit einer Öffnung von 1,5 mm erhalten wurde. Abb. 6 gibt in graphischer Form die Beziehung zwischen Wassertemperatur, Wasserdruck und Dampfdruck einerseits und der relativen Schallintensität andererseits wieder. Wie die Betrachtung dieser Kurven zeigt, ist es möglich, durch Wahl der Düsenform mit den Schallintensitäten auch zu Extremwerten nach oben oder nach unten zu gelangen.

In diesem Rahmen konnte naturgemäß nur ein allgemeiner Überblick über die durchgeführte Behandlung des Problems der Kondensation von Dampf in strömenden Flüssigkeiten gegeben werden. Die Auswertung der erhaltenen Ergebnisse ermöglichte es jedoch, eine Vorrichtung zu konstruieren, die sowohl für die Schonung der Milch beim Erhitzen als auch in wärmetechnischer Hinsicht optimale Bedingungen zu erreichen gewährleistet.

Untersuchungsergebnisse

Schon vor der Arbeitstagung vom 4. Juni 1952 lagen Gutachten von LASZT, BURRI und BERNHARD über Eigenschaften uperisierter Milch vor.

Prof. Dr. L. LASZT, Chef der Abteilung für Ernährungsphysiologie der Universität Fribourg, kommt auf Grund eines etwa 600 Tage dauernden Tierversuches zum Schluß, daß uperisierte Milch bezüglich ihres Nährwertes keine Nachteile zeigt und wegen ihrer Keimfreiheit der gewöhnlichen pasteurisierten Milch vorzuziehen ist.

Prof. Dr. R. BURRI, der inzwischen leider verstorbene ehemalige Vorsteher der Eidgenössischen Milchwirtschaftlichen und Bakteriologischen Anstalt Liebefeld-Bern, zog auf Grund eingehender bakteriologischer Untersuchungen die Folgerung, daß, vom bakteriologischen Standpunkt aus gesehen, mit der Uperisation ein Novum geschaffen worden sei, denn eine Milch mit annähernd Rohmilchcharakter, die auf Grund ihrer Keimfreiheit in größeren Quantitäten eine praktisch unbeschränkte Zeit aufbewahrt werden könne, habe bisher nicht existiert. Um die Bedeutung der Uperisation klarzumachen, stellte er im wesentlichen folgende begriffliche Klassifikation auf:

Die *Pasteurisierung* im bisher bekannten Verfahren liefert ein nach Aussehen und Geschmack der Rohmilch sehr nahestehendes Produkt, das frei ist von nichtsporenbildenden Krankheitskeimen, aber noch andere Keimarten im lebenden Zustand enthält. Aus diesem Grund zeigt die pasteurisierte Milch eine sehr beschränkte Haltbarkeit.

Die *Sterilisation* im Autoklav liefert eine von sämtlichen lebenden Keimen befreite und darum praktisch unbeschränkt haltbare Milch. Aussehen und Geschmack dieser Milch sind unvorteilhaft verändert auf Grund von chemischen Umsetzungen, die infolge der starken Erhitzung eingetreten sind.

Die *Uperisation* liefert wie die Pasteurisierung ein nach Aussehen und Geschmack der Rohmilch sehr ähnliches Produkt, das nicht nur frei von krankmachenden Organismen ist, sondern überhaupt keine lebenden Mikroorganismen enthält. Uperisierte Milch vereinigt demnach die Vorteile der pasteurisierten und sterilisier-

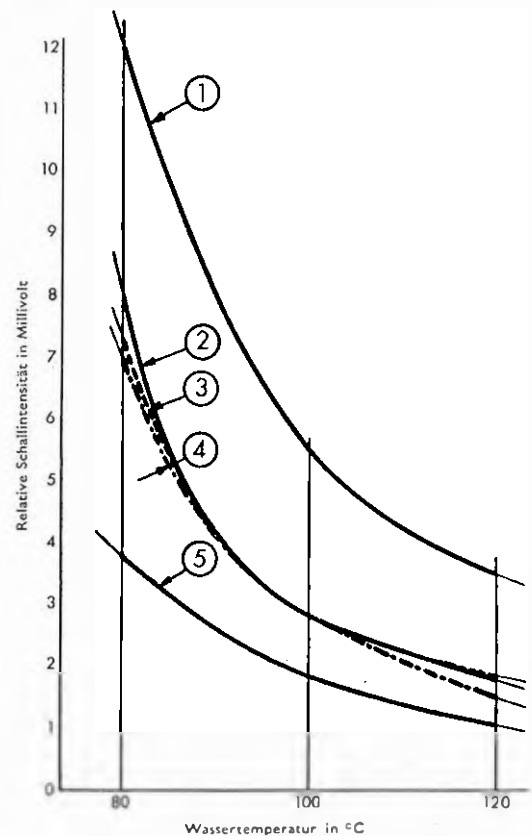


Abb. 6. Abhängigkeit der relativen Schallintensität von den Kondensationsbedingungen

- 1 Schlitzdüse 0,3 mm Breite
- 2 Runddüse 0,4 mm Querschnitt
Lochachse 45° zur Strömungsrichtung
- 3 Runddüse 1,5 mm Querschnitt
Lochachse 45°
entgegengesetzt zur Strömungsrichtung
- 4 Runddüse 1,5 mm Querschnitt
Lochachse 45° zur Strömungsrichtung
- 5 Runddüse 0,2 mm Querschnitt
Lochachse 45° zur Strömungsrichtung

Wasserdruck 6 atü; Dampfdruck 8,5 atü

ten Milch, ohne mit den Nachteilen dieser Milchsorten behaftet zu sein.

Prof. Dr. K. BERNHARD, Vorsteher des Physiologisch-Chemischen Institutes der Universität Basel und des Schweizerischen Vitamininstitutes, stellte fest, daß uperisierte Milch der pasteurisierten Milch ernährungsphysiologisch und biologisch in keiner Weise nachstehe, besonders auch im Hinblick auf den Vitamingehalt.

An der Tagung selbst referierten neben Dr. PIATTI auch A. JATON, Leiter des Zentrallaboratoriums der Ursina AG., über «Wissenschaftliche und technische Probleme bei der Uperisation», Dr. P. HAERRY über «Oxydations- und Reduktionsvorgänge der Uperisation» und Dr. A. FUCHS über «Biologische und physiologische Merkmale der uperisierten Milch». Leider ist es nicht möglich, hier auf die interessanten, im Zentrallaboratorium der Ursina AG. in Konolfingen durchgeführten Untersuchungen näher einzugehen. Wir greifen lediglich zwei Fragen, nämlich das Enzymproblem und den Einfluß der Dampfinjektion auf die Zusammensetzung der Milch, heraus.

In der Milch kommen, wie in allen tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln, zahlreiche Enzyme (Fermente¹⁵), die teils originären Ursprungs sind, teils von Bakterien allmählich gebildet werden. Durch die Erhitzung der Milch werden neben Bakterien auch Enzyme ganz oder teilweise zerstört. Zum Nachweis einer erfolgten Erhitzung der Milch sind daher auch Enzymreaktionen anwendbar. In Frage stehen Peroxydase, Phosphatase, Amylase und Reduktase¹⁶, wovon die beiden ersteren vorzugsweise angewendet werden. Zurzeit steht die Phosphatase im Vordergrund. Sie gehört zu den Esterasen und hat die Fähigkeit, aus organischen, phosphorhaltigen Verbindungen Phosphorsäure abzuspalten. Ihre Abwesenheit in der Milch spricht für eine zur Abtötung der Tuberkelbakterien genügende Erhitzung. Nach dem Bericht von Dr. FUCHS wurden in uperisierter Milch unmittelbar nach der Fabrikation und nach verschieden langer Lagerungszeit der Milch Peroxydase, Lipase und Reduktase nicht mehr nachgewiesen. Außergewöhnlich verhielt sich jedoch die Phosphatase. Durch vergleichende Untersuchungen in den Zentrallaboratorien der «United Dairies» in London und in Konolfingen wurde erwiesen, daß in Milch unmittelbar nach der Uperisation keine Phosphatase mehr feststellbar ist; nach einer mehrtägigen Lagerung wird dieser Nachweis jedoch positiv. Die bisher in Konolfingen durchgeführten umfangreichen Versuche sprechen für eine Reaktivierung der ursprünglich vorhandenen Phosphatase. Auf Grund bestehender lebensmittelpolizeilicher Vorschriften müßte eine solche Milch beanstandet werden, da ein positiver Phosphatasetest als Hinweis auf eine ungenügende Erhitzung der Milch bewertet wird. In Berücksichtigung

der Keimfreiheit uperisierter Milch wäre in diesem Fall ein solcher Schluß irrig. Im Gegenteil, bei der Beurteilung uperisierter Milch ist dieser Befund in Verbindung mit dem Trübungstest von ASCHAFFENBURG dahin zu interpretieren, daß bei der Uperisation eine schonende, d. h. in biologischer Hinsicht vorteilhafte Erhitzung stattgefunden hat.

Die zweite Frage, die wir herausgreifen, ist die im UP-Kopf stattfindende Dampfinjektion. Sie wird durch die anschließende partielle Wasserdampfdestillation sofort kompensiert. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse sprechen praktisch für eine Erhaltung der ursprünglichen Milchezusammensetzung. Eine weitere Diskussion dieser Frage dürfte sich erübrigen, nachdem das Eidgenössische Gesundheitsamt in Bern die Uperisation der Milch als ein zweckmäßiges Verfahren zur Milchentkeimung anerkannt hat.

Schlußbemerkungen

Es ist bemerkenswert, in welcher kurzer Zeit nach ihrem Bekanntwerden die Uperisation die Zustimmung sachverständiger Kreise gefunden hat. Dies dürfte damit zusammenhängen, daß nicht nur eine technisch sorgfältig ausgearbeitete und gute Lösung vorliegt, sondern daß sie in einem richtigen Zeitpunkt gefunden wurde. Die Bedeutung der Lösung des Problems erhellt ohne weiteres aus der Einleitung. Heute ist es möglich geworden, eine keimfreie, biologisch wertvolle Milch von Rohmilchcharakter, ohne Kochgeschmack von langer Haltbarkeit in den Verkehr zu bringen, d. h. eine gute pasteurisierte Milch ohne ihre Nachteile. Diese Tatsache ist für Produzent und Konsument gleich wichtig. Der Weg für die Versorgung großer Konsumzentren mit einwandfreier Milch dürfte damit gewiesen sein. Die Beschreitung dieses Weges erscheint um so dringlicher, als es nicht mehr länger zu verantworten ist, den Konsumenten ohne Schutz zu lassen¹⁷. Aber auch der Produktion und dem Handel eröffnen sich neue Perspektiven für Lagerung, Transport und Verteilung der Milch¹⁸.

Auch wissenschaftlich ist ein interessantes Objekt entstanden. Die Probleme wurden im Referat von A. JATON im wesentlichen umrissen. Sie liegen auf dem Gebiet der Verfahrenstechnik, der Biologie und der Physiologie (Übertragung der im Tierversuch gewonnenen Erkenntnisse auf den Menschen) sowie der Analyse und Beurteilung uperisierter Milch und ihre Unterscheidung von Rohmilch, pasteurisierter und sterilisierter Milch (wie Lumineszenz im Woodschen Licht und Methylenblauprobe bei Kochtemperatur). Weitschichtige Versuche sind bereits eingeleitet, und es ist verständlich, daß an der Lösung der verschiedenen Fragen in erster Linie Schweizer Forscher interessiert sind.

¹⁷ Bis ein billigeres Packungsmaterial als Glas gefunden ist, kommt die Abgabe «offener» uperisierter Milch in Frage.

¹⁸ Die Uperisation ist auch auf andere Flüssigkeiten als Milch anwendbar. Es eröffnen sich ebenfalls für verschiedene Milchprodukte neue Perspektiven, worauf hier nicht näher eingetreten werden konnte.

¹⁵ B. FLASCHENTRÄGER und E. LEHNARTZ, *Physiologische Chemie*, 1. Band, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1951.

¹⁶ H. JANECKE, *Über die Milchphosphatase*, Dtsch. Lebensm.-Rdsch. 46, 202 (1950).