[Aus dem hygienischen Institut der Universität zu Breslau.]

Versuche über das Pasteurisiren der Milch.

Von

Dr. H. Bitter,

Assistenten am hygienischen Institut zu Breslau.

Zahlreiche neuere Beobachtungen und Untersuchungen haben dargethan, dass bei der Verbreitung infectiöser Krankheiten der Milch eine sehr bedeutende Rolle zufällt. Einerseits kann sie als Transportmittel der Keime menschlicher Infectiouskrankheiten, wie Typhus und Cholera, die Ursache mehr weniger ausgedehnter Epidemien werden, andererseits können durch sie manche thierische Infectiouskrankheiten auf den Menschen übertragen werden. Besonders schwerwiegend ist die Gefahr einer solchen Uebertragung bei der Tuberculose. Angesichts der enormen Häufigkeit der Tuberculose unter dem Rindvieh¹ und angesichts der aus den

¹ In Berlin wurden 4·57 Procent, in München 2·44 Procent, in Augsburg 2·24 Procent, in Mühlhausen 3·4 Procent alles geschlachteten Rindviehes tuberculös gefunden. (Vgl. Schmidt-Mühlheim, *Fleischkunde*. S. 186 ff.) Nach amtlichen Feststellungen waren im Jahre 1889 von dem in den öffentlichen Schlachthäusern Oberschlesiens geschlachteten Rindvieh mit Tuberculose behaftet: 1·001 Proc. der Bullen, 7·31 Proc. der Ochsen, 9·54 Proc. der Kühe, 1·87 Proc. des Jungviehes, 0·13 Proc. der Kälber. Ueber die Häufigkeit der Tuberculose bei dem Vieh der Milchwirthschaften in den Städten und in der nächsten Peripherie derselben liegen leider keine genauen statistischen Angaben vor. Sicher kann man erfahrungsgemäss aber sagen, dass bei Kühen dieser Art die Tuberculose weit häufiger ist als bei den in den öffentlichen Schlachthäusern getödteten Thieren. Denn in die Schlachthäuser werden nur solche Thiere gebracht, welche äusserlich noch keine Erscheinungen der Seuche zeigen; die der Tuberculose Verdächtigen werden meist schon in den Dörfern geschlachtet. Man wird gewiss kaum fehl gehen, wenn man annimmt, dass mindestens 10 Procent aller dieser lange verwendeten Kühe mit ausschliesslicher Stallfütterung tuberculös sind. Da aber, wie besonders Hirschberger's Untersuchungen zeigen, ca. 50 Procent aller tuberculösen Kühe eine tuberkelbacillenhaltige Milch liefern, so ergibt sich als wahrscheinlich, dass fast 5 Proc. sämmtlicher Milch, welche manche Städte verbrauchen, Tuberkelbacillen enthält.

Untersuchungen Gerlach's, Bollinger's und anderer¹ sich ergebenden Thatsache, dass 40 bis 50 Procent aller Milch von tuberculösen Kühen Tuberkelbacillen enthält, kann es kaum mehr zweifelhaft erscheinen, dass wir in der Milch eine der Hauptursachen der tuberculösen Erkrankungen, besonders des Kindesalters, zu suchen haben.²

Indessen nicht allein die specifisch pathogenen Mikroorganismen der Milch können zu Erkrankungen Anlass geben, sondern unter den zahlreichen, eigentlich saprophytischen Bakterien, welche stets in der Milch vorkommen, giebt es ohne Zweifel Arten, welche in grosser Menge, besonders in den reizbaren Darm junger Kinder eingebracht durch Herbeiführung abnormer Zersetzungen und durch Production toxischer Stoffe die Hauptursache der so viele Opfer fordernden Sommerdiarrhoe der Kinder darstellen. Besonders bei extrem hohen Aussentemperaturen scheinen derartige Bakterien sich ungemein rasch zu vermehren und in bedeutendem Maasse über die normalen Milchbakterien die Oberhand zu bekommen.

Diese Menge von Gefahren, welche die Milch für die Gesundheit des Menschen in sich birgt, muss es uns in hohem Grade wünschenswerth erscheinen lassen, ein Mittel aufzufinden, durch welches es gelingt, dieselbe von pathogenen Keimen zu befreien und auch das Leben der Saprophyten in ihr entweder ganz zu verhindern oder doch möglichst einzudämmen.

Die Verhinderung oder Beschränkung der Wucherung saprophytischer Bakterien in der Milch würde auch noch einen anderen Vorthail mit sich

¹ Vgl. Gerlach, *Jahresbericht der Kgl. Thierarzneischule zu Hannover*. 1869. — Günther und Harms. *Ebenda*. Bericht für 1870, 1872 u. 1873. — Bollinger, *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie*. 1870. Bd. I. und *Tageblatt der 52. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte*. 1879. — May, Ueber die Infectiosität der Milch tuberculöser Kühe. *Archiv für Hygiene*. Bd. I. — Stein, Experimentelle Beiträge zur Infection der Milch perlsüchtiger Kühe. *Dissertation*. Berlin 1884. — Bang, *Deutsche Zeitschrift für Thiermedizin und vergl. Pathologie*. 1884. Bd. XI. — Hirschberger, *Deutsches Archiv für klinische Medizin*. 1889. Bd. XLIV. — Gebhardt, *Virchow's Archiv*. Bd. CXVIII.

² Durch zahlreiche Fütterungsexperimente ist nachgewiesen, dass die Tuberkelbacillen die unverletzte Schleimhaut des Digestionstractus, besonders auch die des Rachens, passiren und in den nächstgelegenen Lymphdrüsen käsige Processe hervorrufen können. Diese Thatsache ist geeignet, auf die Genese der bei Kindern so häufigen Halsdrüsen- und Mesenterialdrüsen-Tuberculose einiges Licht zu werfen. — Wesener, *Kritische und experimentelle Beiträge zur Lehre von der Fütterungstuberculose*. Freiburg i. B. 1885. — Cornil, Ueber die Durchlässigkeit der intacten Schleimhäute für das Tuberkelvirus. I. Tuberculose-Congress. Paris 1888. Ref. *Centralblatt für klin. Medicin*. 1888. S. 898. — Baumgarten, *Lehrbuch der pathol. Mykologie*. S. 602. — Vergl. ferner Meyerhofer, *Zeitschr. für klin. Medicin*. 1889. Bd. VIII. — Johné, *Deutsche Zeitschr. f. Thiermedizin u. vergl. Pathologie*. Bd. IX. — P. Hermsdorf, Ueber primäre Intestinaltuberculose, wahrscheinlich durch Nahrungsmittelinfection bedingt. *Dissertation*. München 1889.

bringen, nämlich den einer grösseren Haltbarkeit der Milch. Liegt dieser Vortheil auch vor Allem auf wirthschaftlichem Gebiete, indem dadurch der Verkaufswerth der Milch steigen kann, so ist doch auch seine hygienische Bedeutung nicht zu unterschätzen. Manchen bisher wegen zu grosser Entfernung von milchproducirenden Gegenden mangelhaft mit Milch versorgten Districten, besonders vielen grossen Städten, könnte dann reichlich gute Milch zugeführt werden.

Das einzige Mittel, welches wir zur Bekämpfung des Bacterienlebens in der Milch mit Erfolg anwenden können, ist die Hitze. Alle anderen vorgeschlagenen Mittel, vor Allem die chemischen Zusätze, müssen, wie aus den Untersuchungen von Lazarus¹ hervorgeht, in dieser Hinsicht als völlig werthlos bezeichnet werden.

Absolut zu verwerfen ist vom hygienischen Standpunkte aus auch die besonders in Frankreich in letzter Zeit üblich gewordene Conservirung der Milch durch Gefrierenlassen. Durch das Frieren werden nämlich die Bacterien nicht abgetödtet, sondern nur im Zustande des latenten Lebens gehalten. So lange die Milch gefroren ist, behält sie genau dieselben Eigenschaften, welche sie im Momente des Gefrierens hat, und zwar nicht bloss die guten, sondern auch die schlechten. Es ist möglich, durch Gefrieren selbst eine Milch zu conserviren, welche schon mit grossen Mengen von Bacterien und deren Stoffwechselproducten beladen ist, welche unmittelbar vor dem Verderben steht. Gleich nach dem Aufthauen wird solche Milch ganz normal aussehen, und doch kann sie wegen der in ihr enthaltenen grossen Zahl von Bacterien und deren Ptomaine in hohem Maasse hygienisch bedenklich sein, ganz abgesehen davon, dass bald nach dem Aufthauen das Wachsthum der Bacterien wieder beginnt und in ganz kurzer Zeit auch ein äusserlich sichtbares Verderben der Milch herbeiführt. Es ist also geradezu durch das Gefrierenlassen ein Mittel gegeben, um fast verdorbene Milch betrügerischer Weise noch verkaufsfähig zu halten.

Vor Allem aber wird der Hygieniker gegen die gefrorene Milch einwenden müssen, dass in derselben ebenso wie die Saprophyten auch etwaige pathogene Bacterien lebensfähig bleiben. Eine Abtödtung dieser findet, wie aus vielfachen Untersuchungen hervorgeht, durch Kältegrade, selbst wenn dieselben ziemlich bedeutend unter 0 liegen, sicher nicht statt. Bei der grossen Infectionsgefahr, welche, nach dem oben Gesagten, die Milch bietet, muss die Hygiene an ein Conservierungsmittel aber in erster Linie die Forderung stellen, dass es auch die Infectiosität der Milch sicher beseitigt.

¹ *Diese Zeitschrift*. Bd. VIII. p. 207.

Dieser Anforderung entspricht, wie schon erwähnt, so weit wir bis heute wissen, nur die Hitze.

Einige Minuten langes Aufkochen genügt nachweislich, um alle in der Milch enthaltenen Krankheitserreger, Milzbrandsporen nicht ausgenommen, sicher abzutöden, und auch die Saprophyten sind in ihrer weitaus grössten Mehrzahl nicht im Stande, einer kurzen Einwirkung der Siedetemperatur Widerstand zu leisten. Speciell diejenigen Bacterien, welche die Säuerung der Milch und abnorme Gährungsvorgänge veranlassen, gehen dabei sicher zu Grunde. Eine aufgekochte Milch hält sich denn auch selbst im Sommer bedeutend länger gut wie ungekochte.

Man könnte demnach glauben, dass die durch die Milch bedingte Infektionsgefahr, welche ja zweifellos die hygienisch wichtigste Folge des Bacteriengehaltes der Milch ist, am einfachsten dadurch beseitigt würde, dass von Seiten der Aerzte u. s. w. das Publicum angewiesen würde, niemals rohe Milch zu geniessen, sondern dieselbe stets vor dem Gebrauch aufzukochen. Die allgemeine Durchführung dieser Massregel scheitert indessen an der Indolenz des grossen Publicums, umsomehr weil, wenn das lästige Ueberschäumen der Milch vermieden werden soll, die Anwendung besonderer Milchkocher (Wasserbäder u. s. w.) kaum zu umgehen ist. Dazu kommt noch, dass auch die beim Kochen eintretende Geschmacksveränderung der Milch manchen von der Sterilisirung abhält. Für die Milch, welche zur Säuglingsernährung verwandt wird, und welche, wie wir fordern müssen, nicht nur von pathogenen, sondern überhaupt von Bacterien frei sein soll, würde ausserdem das Aufkochen nur bedingungsweise genügen. Hier muss auch noch das Wiederhineingelangen neuer Keime in die Milch aus unreinen Gefässen (Saugflaschen u. s. w.) sorgfältig vermieden werden, wenn nicht der Effect des Aufkochens schon nach kurzer Zeit ganz oder theilweise paralysirt werden soll.

Es ist ja nun allerdings in der neuesten Zeit von Soxhlet eine vorzügliche Einrichtung zum Selbstpräpariren keimfreier Kindermilch angegeben; aber dieselbe leistet nur etwas in den Händen von Personen, welche sehr sorgfältig und reinlich damit umgehen. In den Händen von Dienstboten und bei der ärmeren Bevölkerung werden diese Apparate — ihre allgemeine Anwendung, welche auch schon der Kosten wegen auf Schwierigkeiten stossen möchte, vorausgesetzt — ihrem Zwecke kaum entsprechen, weil es an der nöthigen Geschicklichkeit oder an der Zeit, welche zur Handhabung unbedingt erforderlich ist, fehlt.

So zweckmässig und heilsam also auch das Aufkochen der Milch im Hause bei regelmässiger und gewissenhafter Ausführung sein kann, so wird man nach dem Gesagten doch zugeben müssen, dass allein durch das Bestreben, den Consumenten zum Sterilisiren der Milch anzuhalten,

den Anforderungen der Hygiene nicht hinreichend Genüge geleistet wird. Vielmehr kann der vor Allem anzustrebende Zweck, eine von pathogenen Bacterien freie Milch und eine dauernd keimfreie Säuglingsmilch allgemein dem grossen Publicum darzubieten, nur erreicht werden durch ein Sterilisiren der Milch vor dem Verkauf von Seiten des Producenten. Dabei ist dann zugleich auch die Möglichkeit der Lösung des hygienisch für die Milchversorgung von Städten und in finanzieller Beziehung für den Landwirth so wichtigen Problems, der Milch eine grössere Haltbarkeit zu verleihen, gegeben.

Die Milch vor dem Verkauf so zu behandeln, dass dieselbe nicht nur von specifisch pathogenen Keimen frei ist, sondern zugleich auch eine grössere Haltbarkeit besitzt, bietet ausser den erwähnten directen Vortheilen noch den nicht zu unterschätzenden indirecten, dass der Milchproducent viel leichter geneigt sein wird, den Forderungen der Hygiene zu genügen, wenn er selbst einen handgreiflichen Nutzen für sich dabei vor Augen sieht.

Bei dem Versuch einer Lösung des Problems, welche nach dem oben Gesagten nur auf dem Wege einer zweckmässigen Erhitzung gesucht werden kann, ist vor Allem darauf zu achten, dass die mit der Milch vorgenommenen Manipulationen einerseits nicht zu complicirt sind, damit der Preis nicht zu sehr erhöht wird und die allgemeine Anwendung des Verfahrens Schaden leidet, anderntheils aber auch die Beschaffenheit der Milch nicht zu sehr verändert wird. Besonders gilt dieses in Bezug auf Geschmack und Geruch der Milch. Das Publicum hat sich mit Recht gewöhnt, in der Intactheit des eigenthümlichen Geschmackes und Geruches der frischen rohen Milch ein Criterium der guten Beschaffenheit der Verkaufsmilch zu sehen. Wird durch die Sterilisation der Rohgeschmack aufgehoben oder verändert, so fällt dieses Criterium fort, und das Publicum würde eine derartige Milch mit Misstrauen betrachten. Viele Personen, besonders ältere Kinder haben auch geradezu einen Widerwillen gegen die eigenthümliche Geschmacksveränderung, welche die Milch bei zu starkem Erhitzen und bei längerem Kochen erleidet.

Soll also die keimfreie Milch sich leicht einbürgern, so muss sie besonders in geschmacklicher Beziehung mit der rohen Milch vollständig concurrenzfähig sein.

Es sind nun schon seit längerer Zeit verschiedentlich Bestrebungen gemacht, durch Erhitzen ein hinreichendes Keimfreimachen der Verkaufsmilch zu erzielen. Aber entweder erreichen die angewandten Methoden das erstrebte Ziel gar nicht oder doch nur unvollkommen, oder sie erreichen es in einer Weise, dass darunter die Verkaufsfähigkeit der Milch leidet.

Von den bisher geübten Methoden kommt zunächst die der vollkommenen Sterilisation in verschlossenen Gefässen in Betracht.

Bekanntlich findet eine Abtödtung sämmtlicher Milchsaprophyten nur statt bei 2 bis 3 Stunden langem Kochen der Milch, oder in kürzerer Zeit (15 bis 30 Minuten) beim Erhitzen auf Temperaturen von 110° bis 115°. Dabei werden natürlich auch alle etwa in der Milch enthaltenen pathogenen Bacterien vernichtet. Nimmt man nun die Erhitzung in bacteriendicht verschlossenen (z. B. zugellotheten) Gefässen vor, so ist eine so behandelte Milch erfahrungsgemäss unbegrenzt haltbar und genügt dabei zugleich allen hygienischen Anforderungen.

Derartig vollständig keimfreie Milch repräsentiren z. B. die seit Jahren in den Handel gebrachten Milchconserven von Scherff, Nägeli, Loefflund und die Dahl'sche Milch. So empfehlenswerth nun aber auch diese Conserven an sich sind, so ist doch eine allgemeine Milchversorgung mittelst derselben undurchführbar. Schon der naturgemäss hohe Preis würde dem im Wege stehen. Weiterhin aber hat die lange Zeit auf 100° oder darüber erhitzte Milch eine Reihe von Veränderungen erlitten, welche ihren Werth selbst in den Augen der Consumenten, welche der Preis nicht zurückschreckte, herabzusetzen geeignet sind. Sie hat das eigenthümliche Aroma der rohen Milch verloren und dafür deutlich den bekannten etwas brenzlichen Geschmack der gekochten Milch angenommen. Ferner wird durch das lange Kochen der Milchzucker zum Theil caramelisirt und zwar um so mehr, je stärker alkalisch die Milch reagirt. Die Folge davon ist eine, bei manchen der genannten Präparate ziemlich hochgradige, gelbe bis bräunliche Verfärbung der Milch.

Wo es sich indessen darum handelt, Milch unbegrenzt weit transportiren zu können, z. B. auf Schiffen, Expeditionen, oder wo jede andere Milch fehlt, wie häufig in tropischen Ländern, werden natürlich die genannten Nachtheile nicht im Stande sein, den Werth der völlig sterilen Milchconserven zu schmälern.

Auch für die Säuglingsernährung lässt sich die vollkommen sterilisirte Milch sehr wohl verwenden. Die Fehler, welche sie zur allgemeinen Milchversorgung ungeeignet machen, fallen hierbei, wie die Veränderung von Farbe und Geschmack, theils gar nicht oder, wie der hohe Preis, nicht so bedeutend in's Gewicht. Gerade die in geschlossenen Gefässen sterilisirten Milchconserven bieten den grossen Vortheil, dass man in ihnen die zur Ernährung von Kindern in den ersten Lebensmonaten, besonders bei etwa schon vorhandenen Verdauungsstörungen, so ungemein wichtige ganz keimfreie Milch jeden Augenblick zur Hand hat.

Thatsächlich ist z. B. die Scherff'sche Milch mit Vortheil zur Kinderernährung verwandt worden. Ihres hohen Preises wegen, und weil ihr bei der eventuell nothwendigen Verdünnung durch das zugesetzte Wasser resp. durch die Flaschen neue Keime zugeführt werden können, entspricht

indessen auch sie noch nicht dem Ideal einer allgemeinen Versorgung mit guter Säuglingsmilch. Etwas Vollkommenes in dieser Beziehung ist in neuerer Zeit von Hochsinger¹ in Wien geleistet.

Hochsinger hat den bekannten Soxhlet'schen Milchkochapparat mit einigen Modificationen in's Grosse übersetzt, indem er einen Apparat construirte und in Wien in Function setzte, welcher in kurzer Zeit mehrere hundert Flaschen hinreichend keimfreier Milch liefert. Das Princip bei dem Soxhlet'schen Apparate ist bekanntlich, dass die Milch — und zwar die schon dem Alter des Säuglings entsprechend verdünnte Milch — in mit Gummistopfen verschlossenen Flaschen, welche gerade das Quantum einer Mahlzeit (150—200 ^{ccm}) fassen, im Wasserbade 35 Minuten gekocht wird. Die Flaschen werden dann an einem kühlen Orte aufbewahrt und je nach Bedarf zum Gebrauch verwendet, indem der Gummistopfen entfernt und durch ein gut gereinigtes Saughütchen ersetzt wird.

Der Apparat von Hochsinger weicht insofern von seinem Vorbilde ab, als darin die Milch nicht in einem Wasserbade, sondern in einem Dampfkochtopf 40 Minuten lang auf 120° erhitzt wird. Eine solche Milch ist thatsächlich von infectiösen Bakterien und auch von Gährungserregern vollständig frei.

Der Gummistopfenverschluss verhindert zwar nicht absolut das Hineingelangen neuer Keime, so dass die Milch nicht ganz unbegrenzt haltbar und für den Transport geeignet ist, wie die vorgenannten Milchconserven; aber in praktischer Beziehung ist er völlig ausreichend. Wenn die Milch in den ersten Tagen nach der Sterilisation verwandt wird, ist sie zweifellos keimfrei. Derartige Milch wird von den betreffenden Anstalten entweder gratis oder gegen Bezahlung an das Publicum abgegeben.

Den klaren und schlagenden Ausführungen Hochsinger's über den Werth der Anstalten zur Herstellung keimfreier Säuglingsmilch brauche ich hier nichts hinzuzufügen; der Hygieniker muss denselben in jeder Hinsicht beistimmen.

Durch die Errichtung von nach dem Hochsinger'schen oder verwandten Principien arbeitenden Anstalten in weitester Ausdehnung, event. durch Abgabe sterilisirter Säuglingsmilch in den Apotheken wäre thatsächlich das hygienisch so wichtige Problem einer Versorgung der Städte mit guter Säuglingsmilch am besten gelöst.

Zur Erzielung einer höheren Haltbarkeit und zur Tödtung pathogener Bakterien ist nun aber das stundenlange Kochen oder die entsprechende Erhitzung im gespannten Dampf nicht nöthig. Schon in einer kurze Zeit

¹ *Ueber Säuglingsernährung mit keimfreier Milch und eine Milchsterilisiranstalt nach Soxhlet'schen Principien.* Wien 1889.

auf 95° bis 100° erhitzten Milch sind alle Krankheitserreger und die grösste Zahl der Gährungspilze sicher abgestorben. Es bleiben dann nur noch die meist in der Milch in sehr geringer Zahl enthaltenen Sporen einiger Heubacillen und Buttersäurebacillen übrig. Diese bedürfen allerdings, um ihre Entwicklungsfähigkeit aufzuheben, der oben erwähnten forcirten Erhitzung. Da sich aber die durch das Auskeimen dieser Sporen entstehenden Bakterien bei Temperaturen unter 25° so langsam vermehren, dass sie erst nach vielen Tagen eine Zersetzung der Milch bewirken, und da sie in der geringen Menge, in welcher sie in den ersten Tagen in der Milch sich finden, auch sicher selbst für Kinder in den ersten Lebensmonaten unschädlich sind, so konnte man mit Recht daran denken, durch kurzes Erhitzen der Milch auf den Siedepunkt oder Temperaturen, welche demselben nahe liegen, die Milch hygienisch indifferent und zugleich für die Praxis genügend haltbar zu machen.

Soxhlet ging ja in der That bei der Construction seines Apparates von diesem Princip aus, und die Erfolge mit der in diesem Apparate hergestellten Milch in der Praxis beweisen, dass seine theoretischen Voraussetzungen sicher richtig waren. Es scheint mir deshalb auch, dass auf Grund dieser Erfahrungen der sonst vorzügliche Hochsinger'sche Apparat noch dahin vereinfacht werden könnte, dass man das umständliche und immerhin theure Apparate erfordernde Erhitzen der Milch im gespannten Dampf umgeht und einfach die Milch im gewöhnlichen strömenden Wasserdampf 35 bis 40 Minuten kocht.

Man kann sich hiermit um so eher begnügen, als eine längere — über Wochen und Monate sich erstreckende Aufbewahrung auch der vollkommen sterilisirten Hochsinger'schen Milch kaum thunlich erscheint, theils wegen des oben erwähnten nicht völlig bacteriendichten Verschlusses, theils weil bei längerem Stehen die auf der Milch gebildete Rahmschicht oft so fest wird, dass ihre spätere gleichmässige Vertheilung in der Milch schwierig ist.

Das Princip der unvollkommenen Sterilisation durch kurzes Erhitzen auf 100° hat auch zu dem Versuch einer Milchversorgung in grösserem Umfange Anwendung gefunden. Oekonomierath Grub in Berlin bringt z. B. derartig behandelte Milch in Flaschen zu $\frac{1}{2}$ Liter mit dem bekannten Patentverschluss der Bierflaschen in Handel. Da diese Milch, wie ich mich überzeugen konnte, immerhin einige Wochen haltbar ist, also die Milchsaprophyten sicher zum weitaus grössten Theil vernichtet sind, so ist gewiss nicht daran zu zweifeln, dass diese Milch auch lebende pathogene Bakterien nicht enthält.

Für die allgemeine Milchversorgung dürfte indessen das Verfahren kaum brauchbar sein, selbst wenn man die kostspielige Erhitzung in

Flaschen durch eine solche in grösseren Gefässen ersetzt. Denn wenn auch die Farbe der rohen Milch einigermaßen erhalten ist, so hat doch der Geschmack solche Veränderungen erlitten, dass nach dem oben Gesagten die Milch beim grossen Publicum keine günstige Aufnahme finden würde.

Die Nothwendigkeit, dass die conservirte Milch in Farbe, Geschmack und Preis mit der rohen Milch vollständig concurrenzfähig sein muss, wenn der Absatz nicht leiden soll, ist denn auch von anderer Seite längst erkannt und hat zur Ausbildung einer Reihe von Verfahren Anlass gegeben, welche von der Erreichung des Siedepunktes ganz Abstand nehmen, vielmehr bezwecken, durch ganz kurzes Einwirkenlassen weit niedriger Temperaturen (65 bis 80°), wobei der Geschmack wenig oder gar nicht verändert wird, die Bacterien in der Milch soweit abzutödten, dass die Milch eine grössere Haltbarkeit erlangt. Diese Verfahren werden, da sie ursprünglich von Pasteur zum Conserviren von Bier und Wein angewendet waren, Pasteurisiriren genannt.

Pasteur¹ hat nämlich schon 1868 gefunden, dass ganz kurzes Erhitzen des Weines auf 55° genügt, um die die Haltbarkeit in Frage stellenden Nachgärungen zu verhüten und auch solche Pilze, welche zu Krankheiten des Weines Anlass geben können, sicher zu tödten. Nach Pasteur's Angaben wurden zur Erreichung dieses Zweckes von verschiedenen Seiten Erhitzungsapparate construirt, von welchen nach Pasteur's eigenem Urtheil der Apparat von Rossignol am besten functionirte. Derselbe bestand aus einem mit einem Deckel verschliessbaren hölzernen Fasse, dessen Boden herausgenommen und durch einen geschlossenen Wasserkessel von Kupfer ersetzt war. Um Ueberdruck im Kessel zu vermeiden, war in der Mitte des Deckels desselben ein durch die Mitte des Fasses und den Deckel nach aussen gehendes offenes Standrohr angebracht. In das Fass wurde nun der Wein eingefüllt, und das Wasser im Kessel durch ein darunter angemachtes Feuer auf etwa 80° bis 90° erwärmt. Wenn der Wein im Fasse die Temperatur von 55° erreicht hatte, wurde er sogleich, noch heiss, in die Fässer oder Flaschen abgelassen.

Für Milch ist das Verfahren bis dahin nur ziemlich einseitig zu dem Zweck ausgebildet, der Verkaufsmilch eine höhere Haltbarkeit zu geben und damit dem Producenten einen finanziellen Vortheil zu verschaffen. Auf die hygienische Seite, besonders auf die Tödtung von Krankheitserregern, ist bei dem jetzt gebräuchlichen Pasteurisirverfahren so gut wie gar keine Rücksicht genommen.

¹ *Études sur le vinaigre etc.* Paris 1868.

Zur Anwendung der Methode der kurzen Erhitzung auf relativ niedere Temperaturen zur Conservirung der Milch ist man auch weniger auf Grund exacter wissenschaftlicher Versuche, als auf dem Wege der Empirie und der Combination gekommen.

Indem die Erfinder der Pasteurisirverfahren für Milch, — unter diesen als erster wohl Thiel, dessen Apparat unten näher beschrieben werden soll — auf Grund von Pasteur's Erfahrungen bei Wein und Bier als a priori feststehend annahmen, dass ganz kurzes, ja fast momentanes Erhitzen auf 60° bis 70° genügt, um die in Betracht kommenden Gährungserreger der Milch sicher zu tödten, gingen sie vor Allem darauf aus, diese Erwärmung in möglichst einfacher und wenig kostspieliger Weise zu erreichen.

Diesem Bestreben verdankt eine ganze Reihe von Pasteurisirapparaten für Milch ihren Ursprung.

Das Verfahren der Conservirung gestaltet sich bei allen so, dass die Milch rasch auf 65° bis 75° angewärmt und dann sofort auf etwa 10 bis 12° heruntergekühlt wird. Diese Kühlung der pasteurisirten Milch hat sich für die wirkliche Erreichung einer grösseren Haltbarkeit als unbedingt nothwendig herausgestellt. Die Erfahrung zeigte nämlich, dass spontan abkühlende pasteurisirte Milch fast ebenso rasch verdirbt, wie nicht pasteurisirte. Den Grund dafür fand man leicht in dem Umstande, dass die langsam abkühlende Milch sich lange Zeit zwischen 40° und 20° hält. Bei diesen Temperaturen vermehren sich aber selbst wenige in der Milch zurückgebliebene Keime so rapid, dass der Effect der vorausgegangenen Tödtung der grössten Anzahl der lebenden Bakterien rasch wieder ausgeglichen wird.

Nach der Art, wie die Erhitzung der Milch bewerkstelligt wird, lassen sich die Pasteurisirapparate im Allgemeinen in zwei Classen scheiden, welche beide eine ganze Reihe von Repräsentanten aufzuweisen haben. Bei der einen Art — und diese scheint die verbreitetste zu sein — rieselt die Milch langsam und in dünner Schicht über eine Wellenfläche von verzinnem Kupfer, welcher entweder durch directen Wasserdampf oder durch mittelst Dampf erhitztes Wasser von der Aussenseite die erforderliche Wärme zugeführt wird. Hierbei erwärmt sich die dünne Milchschieht sehr schnell. Die Temperatur, mit welcher sie am Ende constant abfliessen soll, lässt sich mittelst des Dampfzuführungshahns einigermassen genau reguliren. Nach dem Passiren der erwärmenden Fläche sammelt sich die Milch in einem Becken und fliesst von da zum Zwecke der Abkühlung auf einen Milchkühler irgend welcher Construction. In der Abflussöffnung ist ein Thermometer zur Bestimmung der Temperatur der Milch angebracht.

Nach diesem Princip ist z. B. der Apparat von Thiel construirt, bei welchem die Milch über die innere Fläche eines gerieften Cylinders rieselt, dessen äusserer Fläche von durch Dampf erhitztem Wasser die nöthige Wärme zugeführt wird. Der auf demselben Princip basirende Apparat von Kuhne gleicht einem gewöhnlichen Röhrenmilchkühler, nur dass in den Röhren statt kalten Wassers Dampf circulirt. Auch der Apparat von Hochmuth und noch verschiedene andere gehören in diese Kategorie.

Bei der zweiten Art von Apparaten wird ein bestimmtes in einem grossen meist kupfernen Gefässe enthaltenes Quantum Milch durch Dampf, welcher die äusseren Wandungen dieses Gefässes bespült, auf die gewünschte Temperatur unter beständigem Rühren erwärmt und dann auf den Kühler abgelassen.

Diese Apparate sind ebenfalls gewöhnlich zum continuirlichen Betrieb eingerichtet. Nachdem die Milch im Kessel die gewünschte Temperatur erreicht hat, lässt man durch ein bis auf den Boden reichendes Rohr neue Milch langsam zufließen; in demselben Maasse fliesst oben die erhitzte Milch durch einen Ueberlauf ab. Man regulirt nun Milchzufluss und Dampfzufluss so, dass die ablaufende Milch stets die gewünschte Temperatur hat. (Ahlborn's Pasteurisirapparat.) Aehnlich construirt sind die Apparate von Ahrens und von Dierks & Möllmann; der Centrifugalpasteurisirapparat von Lehfeldt & Lentsch, der Apparat von Reinsch u. s. w. Der Apparat von Reinsch kann ähnlich wie der Apparat von Rossignol auch zum discontinuirlichen Betriebe benutzt werden. In ein hölzernes Fass mit kupfernem, durch Dampf geheiztem Boden wird ein grosses Quantum (mehrere Hundert Liter) Milch eingefüllt und unter beständigem Rühren auf 78° erwärmt. Ist die Temperatur erreicht, soll der Dampf abgesperrt und die Milch auf den Kühler abgelassen werden.

Fragen wir uns nun, ob durch das Pasteurisiren der angestrebte Zweck, die Hauptmenge der Saprophyten zu tödten und dadurch der Milch eine grössere Haltbarkeit zu geben, erreicht wird, und ob weiterhin das bisherige Pasteurisirverfahren hinreichende Garantie für die Vernichtung der Krankheitserreger bietet, so muss nach den Erfahrungen in der Praxis und den, allerdings nur in geringer Anzahl, vorliegenden Untersuchungen verschiedener Forscher diese Frage verneint werden; zwar nicht so stricte, dass das Pasteurisiren überhaupt keinen Erfolg in Bezug auf Erhöhung der Haltbarkeit und Tödtung der Krankheitserreger hätte, aber das Verfahren ist ein unsicheres, und die Erfolge sind wechselnd.

Dass das Pasteurisiren in der Praxis nicht das leistet, was es leisten soll, geht zunächst schon daraus hervor, dass die Meinungen der Molkereitechniker und Landwirthe über den Werth desselben sehr weit auseinander

gehen. Während der eine Theil, und darunter besonders die Erfinder der verschiedenen Apparate, nur Lobenswerthes davon zu berichten weiss, steht ein anderer Theil den Pasteurisirapparaten mehr als skeptisch gegenüber, ja spricht ihnen geradezu jeden Werth ab. Besonders Landwirthe sind unter der letzteren Classe zahlreich vertreten. Sehr häufig hört man die Klage, dass die Milch, wenn sie mit demselben Apparat behandelt ist, das eine Mal sich hält, das andere Mal dagegen fast eben so rasch verdirbt, wie nicht pasteurisirte. Auch die grosse Zahl der construirten Apparate scheint dafür zu sprechen, dass der Erfolg des Pasteurisirens bisher nicht allgemein befriedigt, wenn auch die Neu-Construction der Apparate meistens mit technischen Gründen motivirt wird.

Exacte Untersuchungen darüber, inwieweit die Haltbarkeit der pasteurisirten Milch vermehrt ist, liegen bis jetzt eigentlich gar nicht vor. Das Wenige, was darüber von nach wissenschaftlichen Grundsätzen arbeitenden Forschern ermittelt ist, erschöpft die Frage nicht. Indessen lassen sich immerhin aus dem vorliegenden Material einige Schlüsse ziehen und diese sind ebenfalls geeignet, die Sicherheit der Wirkung des Pasteurisirverfahrens, wie es augenblicklich gehandhabt wird, mehr als fraglich erscheinen zu lassen.

Fleischmann¹ fand in einer Versuchsreihe, dass die Verzögerung der Gerinnung für eine mittelst des Thiel'schen Apparates pasteurisirte Milch (es wurden allerdings Temperaturen unter 70° angewendet) zwischen 12 und 48 Stunden betrug, wenn die Proben bei 12° bis 14° gehalten wurden. Van Geuns² sah die nach Thiel bei 75° bis 85° pasteurisirte Milch der Amsterdamer Molkerei bei 10° bis 12° 1 bis 3 Tage später säuern als gewöhnliche Milch. Der Erfolg des Pasteurisirens erwies sich also in beiden Versuchsreihen als durchaus nicht constant.

Dazu kommt noch, dass ein 12- bis 24stündiger Unterschied in der Gerinnungszeit bei der niederen Kellertemperatur einer bedeutend geringeren Differenz bei Temperaturen zwischen 20° und 25°, bei welchen doch im Sommer die Milch transportirt werden muss, entspricht, wie aus meinen unten mitgetheilten Untersuchungen in dieser Richtung zu entnehmen ist. Darnach war in manchen Fällen also fast gar keine praktisch brauchbare Wirkung des Pasteurisirens bemerkbar. Mit den zweifelhaften Resultaten in Bezug auf die Haltbarkeit stimmen auch die Ergebnisse der wenigen bacteriologischen Untersuchungen über die Wirkung des Pasteurisirens auf die Milchsaprophyten überein. Van Geuns³ untersuchte die bei

¹ *Milchzeitung*. 1884. Nr. 22.

² *Archiv für Hygiene*. Bd. III. S. 764 ff.

³ A. a. O.

75° bis 80° pasteurisirte Milch der Amsterdamer Molkerei (Apparat von Thiel) direct nach dem Pasteurisiren und fand im Cubikcentimeter 5000 bis 9000 Keime. Für die nach dem Verfahren von Reinsch pasteurisirte Magermilch der Breslauer Molkerei fand Lazarus noch weit höhere Zahlen. Ich selbst habe dieselbe Milch einige Male vom Verkaufswagen entnommen und im Cubikcentimeter oft über 1,000,000 Keime gefunden, darunter meist sehr viele stinkende Fäulnisbakterien. Dieses Resultat ist ebenfalls nicht geeignet, glaubhaft zu machen, dass die betreffende Milch unmittelbar nach dem Pasteurisiren auch nur einigermassen keimfrei gewesen sei.

Lazarus hat übrigens die Wirkung des Erhitzens im Thiel'schen Apparat für verschiedene Temperaturen in längeren Versuchsreihen genauer festzustellen versucht. Er fand dabei, dass bei einer Pasteurisirtemperatur von 75° und darüber und bei der vorgeschriebenen Durchflussgeschwindigkeit die meisten Saprophyten abgetödtet werden, während Temperaturen unterhalb dieser Grenze sehr wechselnde Resultate ergeben. Bei Temperaturen unter 70° waren, selbst wenn dieselben doppelt so lange Zeit, wie vorgeschrieben, im Apparat auf die Milch einwirkten, die Erfolge so ungleichmässig, dass die sichere Erzielung einer grösseren Haltbarkeit im Thiel'schen Apparat nicht möglich erscheint. Im einen Versuch waren bei derselben Temperaturwirkung die Saprophyten fast vernichtet, im anderen wieder nicht; oft wurde auch mitten in einer Reihe fast steriler Proben eine oder mehrere gefunden, welche viele Bakterien enthielten.

Ebenso, wie die Saprophyten, wurden auch die Krankheitserreger in den Versuchen von Lazarus durch Pasteurisiren im Thiel'schen Apparat nicht mit wünschenswerther Sicherheit abgetödtet. Nur Choleraspirillen schienen zu Grunde zu gehen, während Typhusbacillen und *Bac. Neapolitanus* den Apparat selbst bei Pasteurisirtemperaturen von 75° oft noch lebend verliessen.

Wenn sich auch diese Untersuchungen von Lazarus und von van Geuns nur auf den Thiel'schen Apparat beziehen, so wird man doch nach dem Ausfall der Untersuchungen betreffend den Saprophytengehalt der mittelst des Apparates von Reinsch pasteurisirten Milch und nach dem, was gleich unten über die Ursachen der schlechten Erfolge ausgeführt werden wird, mit der Annahme kaum fehlgehen, dass die anders construirten Apparate kaum etwas Besseres, wohl aber noch Schlechteres leisten.

Es erhebt sich nun die Frage: ist es überhaupt nicht möglich, durch kurz dauerndes Erwärmen auf Temperaturen zwischen 65° und 75° eine längere Zeit haltbare Milch zu erzielen und die Krankheitserreger mit

Sicherheit abzutödten, oder liegen die bisherigen Misserfolge nur in der Art des Erhitzens und in der Construction der Apparate begründet? Die Beantwortung dieser Frage ist von grosser Wichtigkeit. Lautet sie zu Ungunsten des Pasteurisirens, so wäre bei dem Widerstande, den ein grosser Theil der Bevölkerung der gekochten Milch mit Recht entgegensetzt, und bei dem Mangel eines anderen ausreichenden Conservirungs- und Desinfectionsmittels als der Hitze, eine allgemeine Versorgung mit von pathogenen Bakterien freier Milch vorerst als undurchführbar zu betrachten.

Es liegen nun aber eine Reihe von Untersuchungen vor, welche darthun, dass es sehr wohl möglich ist, durch kurze Einwirkung von 65° bis 75° die meisten in der Milch enthaltenen Saprophyten zu tödten und ebenso auch die für gewöhnlich in Betracht kommenden Krankheitserreger zu vernichten.

Was zunächst die Saprophyten anlangt, so fand van Geuns,¹ dass eine Milch, welche im Cubikcentimeter über 10 Millionen Keime enthielt, durch fast momentanes Erhitzen auf 80° C. steril wurde.²

Dasselbe Resultat erhielt er bei einer Reihe von aus der Milch reincultivirten Bakterien. Es handelt sich in diesen van Geuns'schen Versuchen allerdings schon um relativ hohe Temperaturen von 80°; doch konnte Lazarus³ zeigen, dass durch die geringe Verlängerung der Einwirkungsdauer der Temperaturen von 68 bis 75°, welche er im Thiel'schen Apparat durch Verminderung der Durchflussgeschwindigkeit der Milch um wenige Secunden herstellte, schon die Menge der lebenden Bakterien in der pasteurisirten Milch oft bedeutend abnahm und auch die Resultate etwas gleichmässiger wurden. Daher konnte man mit Recht hoffen, dass durch noch weitere Steigerung der Erhitzungsdauer vollkommen gleichmässige und hinreichende Abtödtung der Saprophyten sich erreichen lasse. — Die untersuchten pathogenen Bakterien von Typhus und Cholera, sowie *Bacillus Neapolitanus* wurden durch die geringfügige Steigerung der Einwirkungsdauer der genannten Temperaturen ebenfalls häufig vernichtet. Van Geuns⁴ hat in seiner neueren Arbeit noch genauer die Minimaltemperaturen zu ermitteln gesucht, bei welchen pathogene Bakterien absterben. Nach diesen Versuchen liegt die kritische Temperatur, welche nur wenige Secunden einzuwirken braucht, für Choleraspirillen bei 58°

¹ A. a. O.

² Ob die Sterilität eine vollständige war, ist, da van Geuns nur sehr geringe Mengen zu den Platten verwandte, doch wohl nicht mit Sicherheit zu sagen.

³ A. a. O.

⁴ *Archiv für Hygiene*. Bd. IX.

Sp. Finkler und Prior	58 bis 59°.
Typhusbacillen	60°.
Pneumonie (Friedländer) . . .	55 bis 60°.
Vaccine	60°.

Ganz einwandfrei sind indess diese Zahlen wohl kaum, da z. B. Lazarus für Typhusbacillen fand, dass zu deren Abtödtung nicht einmal stets Temperaturen von 75° ausreichen. Genauere Untersuchungen werden daher die Resultate noch sicherzustellen haben.

Für Tuberkelbacillen ermittelte Yersin,¹ dass dieselben sowohl im sporenfreien, wie im sporenhaltigen Zustande einer 10 Minuten langen Erhitzung auf 75° nicht Stand halten, während sie die gleich lange dauernde Einwirkung von 65° überstehen. Diese Resultate stehen in gewissem Widerspruch mit den früher von Schill und Fischer² und von Grancher und Gennes³ erhaltenen. Danach genügt sogar einmaliges Aufkochen tuberculöser Sputa nicht immer zur Tödtung der Bacillen. Auch Völsch⁴ hält hierzu 10 Minuten langes Erhitzen auf 90° für nöthig. Die Verschiedenheit dieser Resultate von denen Yersin's erklärt sich wohl ungezwungen daraus, dass die Versuche an verschiedenem Material⁵ angestellt wurden. Bei Aufschwemmungen von Sputum, wie sie Schill und Fischer, Völsch, Grancher und Gennes benutzten, ist besonders bei dem momentanen Aufkochen kaum Garantie dafür gegeben, dass die Siedetemperatur auch in's Innere der in der Flüssigkeit suspendirten bacillenhaltigen Sputumflocken eingedrungen sei. Dagegen handelt es sich in den Yersin'schen Versuchen um eine äusserst feine Vertheilung der Bacillen in der Flüssigkeit, und in Folge dessen wirkten die Versuchstemperaturen auch sicher die angegebene Zeit auf die Bacillen ein. Da nun die Yersin'schen Untersuchungsreihen sehr gleichmässig und systematisch durchgeführt sind, ausserdem in zahlreichen Fällen stets dasselbe Resultat erreicht wurde, in der Milch aber stets eine feine Vertheilung der Bacillen vorliegt, so hat man wohl keinen Grund, daran zu zweifeln, dass auch 10 Minuten langes Erhitzen der Milch auf 75° die in ihr etwa enthaltenen Tuberkelbacillen sicher tödtet.

Da nach den Untersuchungen von Duclaux⁵ die Geschmacksveränderung der Milch schon bei 70° C. fast momentan eintritt, schien es mir indessen wünschenswerth zu sein, in Ergänzung der Yersin'schen

¹ *Ann. de l'inst. Pasteur.* 1888. t. I. Nr. 2.

² *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* Bd. II.

³ *Ann. d'hygiène publique.* t. XIX. p. 357.

⁴ *Ziegler's und Nauwerk's Beiträge.* Bd. II. 2.

⁵ *Annal. de l'inst. Pasteur.* t. III. p. 36.

Resultate festzustellen, ob nicht auch Temperaturen von 68° bis 69° , bei welchen der Geschmack der Milch nicht leidet, genügen, um bei hinreichend langer Einwirkung die Tuberkelbacillen sicher zu vernichten. Es schien dies um so mehr angezeigt, als nach den bei anderen Mikroorganismen gemachten Erfahrungen ein positiver Erfolg in dieser Richtung von vornherein sehr wahrscheinlich war. Durch zahlreiche Versuchsreihen ist ja festgestellt, dass die zur Abtödtung genügende Temperatur innerhalb ziemlich weiter Grenzen beständig niedriger sein kann, je länger man die zu tödtenden Mikroorganismen erhitzt.

Ich verrieb sehr bacillenreiches, frisches tuberculöses Sputum in einer Reibschale mit Wasser zu einer gleichmässigen dünnen Aufschwemmung und filtrirte dann dieselbe durch ein Leintuch, um alle gröberen Partikelchen zu entfernen. Die durchgeseihte Aufschwemmung enthielt, wie mikroskopische Präparate bewiesen, noch sehr reichlich Tuberkelbacillen, darunter viele sporenhaltige. Die Aufschwemmung wurde darauf mit der vierfachen Menge Milch gehörig gemischt und nun zunächst einem Meerschweinchen 1^{cem} dieses Gemisches in die Bauchhöhle injicirt. Darauf wurden je 10^{cem} in zwei gleichweite dünnwandige Reagensgläser eingefüllt, wobei ich genau darauf achtete, dass nichts von der Flüssigkeit an der Wand des Glases haften blieb. Derartige Stellen hätten bei der nachfolgenden Erhitzung leicht austrocknen und in Folge dessen noch lebenskräftige Bacillen enthalten können, wenn auch die in der Flüssigkeit suspendirten schon abgestorben waren. Die Gläser wurden nun vorsichtig in ein Wasserbad von genau 68° eingehängt und 35 Minuten darin belassen, wobei die Temperatur zwischen 68° und 68.5° schwankte. Darauf wurden sie herausgenommen und rasch abgekühlt, und hierauf aus jedem Glase einem Meerschweinchen 1^{cem} in die Bauchhöhle injicirt.

Nach 5 Wochen wurde das Meerschweinchen, welches die nicht erhitze Aufschwemmung injicirt bekommen hatte, todt gefunden. Es zeigte eine ausgeprägte Tuberculose des Peritoneums und der Bauchorgane. Bei den beiden anderen Thieren, welche nach ca. 3 Monaten getödtet wurden, fand sich keine Spur von Tuberculose. — In einer zweiten Versuchsreihe, in welcher eine Sputumaufschwemmung in Milch 20, 30 und 35 Minuten auf 68° bis 69° erhitzt wurde, starb das mit der nicht erhitzten Aufschwemmung injicirte Meerschweinchen nach 5 Wochen an Tuberculose, während die, welche die erhitzten Aufschwemmungen bekommen hatten, nach 3 Monaten getödtet und sämmtlich gesund befunden wurden. Man kann also wohl sicher annehmen, dass 30 Minuten langes Erhitzen der Milch auf 68° bis 69° genügt, um die Tuberkelbacillen zu tödten.

Aus dem Mitgetheilten geht somit hervor, dass sowohl die Krankheitsreger, als wahrscheinlich auch die meisten Saprophyten in der Milch

sehr wohl durch Erwärmen auf 68° bis 75° vernichtet werden können, und wenn bei Anwendung der bisherigen Verfahren, wie wir sahen, dieses Resultat entweder gar nicht oder nicht mit wünschenswerther Sicherheit erreicht wird, so muss das daran liegen, dass die Erhitzung nach einer falschen Methode vorgenommen wird.

Der Hauptfehler der bisherigen Verfahren liegt darin, dass die Erhitzungsdauer zu kurz bemessen ist. Die Abtödtung der Bakterien bei den Pasteurisirtemperaturen tritt gewiss nur in den seltensten Fällen momentan ein, sondern die erhöhte Temperatur muss immerhin eine gewisse Zeit einwirken, und zwar im Allgemeinen um so länger, je niedriger sie ist. Für Tuberkelbacillen, auf welche ja in erster Linie Rücksicht zu nehmen ist, geht dieses aus den oben mitgetheilten Versuchen deutlich hervor. An ihre Abtödtung ist in den gebräuchlichen Pasteurisirapparaten bei den üblichen Temperaturen gar nicht zu denken. Für die übrigen pathogenen Bakterien und für die Saprophyten geben die Versuche von Lazarus ziemlich ausreichende Anhaltspunkte. Bei der vorgeschriebenen Durchflussgeschwindigkeit durch den Thiel'schen Apparat blieben von diesen Bakterien um so mehr am Leben, je niedriger die Pasteurisirtemperatur war, während bei Verlangsamung des Durchflusses, also längerer Einwirkung der Temperatur, die Resultate schon besser wurden, und zwar ebenfalls wieder parallel mit der Höhe der Pasteurisirtemperatur, so dass z. B. bei nur um ein Geringes erhöhter Einwirkungsdauer von 75° die Proben manchmal fast steril gefunden wurden.

Noch einen zweiten, ebenfalls bisher nicht berücksichtigten Fehler hat aber das jetzt gebräuchliche Pasteurisirverfahren, welcher, selbst bei wirklich genügender Abtödtung der Milchsaprophyten, doch die Erzielung einer grösseren Haltbarkeit sehr in Frage stellen würde, und der zweifellos auch an den bisherigen Misserfolgen bei der Conservirung der Milch durch Pasteurisiren einen grossen Antheil gehabt hat. Es ist dieses die Gefahr einer Reinfektion der Milch mit Bakterien vom Kühler und von den Transportgefässen aus.

Die Wichtigkeit dieses Punktes ist nicht zu unterschätzen. Wenn man bedenkt, wie unsauber (vom Standpunkt des Bacteriologen wenigstens) die Molkereigeräthe sind und mangels einer Behandlung mit Desinficientien ja auch sein müssen, wie so oft, selbst bei sorgfältiger Reinigung, in den todtten Ecken ältere kleine Milchreste, die erfahrungsgemäss von Bakterien wimmeln, sich finden, so wird man zugeben müssen, dass die Möglichkeit, dass in die pasteurisirte Milch wieder grosse Mengen von lebenden Keimen hineingelangen und somit der Erfolg des vorgängigen Sterilisirens illusorisch gemacht wird, sehr häufig gegeben ist. Auch eine Neuinfektion der pasteurisirten Milch mit Krankheitserregern ist bei der jetzigen Hand-

habung des Verfahrens keineswegs ausgeschlossen. Nicht selten sieht man z. B. in Molkereien, dass die beim Beginn des Kühlens nothwendige gleichmässige Vertheilung des Milchstromes auf der Kühlfläche statt, wie vorgeschrieben, durch ein sauberes Holzstäbchen, durch die oft infectionsverdächtigen Hände der Arbeiter bewirkt wird. Ebenso können die Hände des Personals beim Reinigen der Transportkannen, oder z. B. das zum Spülen verwendete Wasser Infectionskeime in die Milch einführen.

Nachdem somit festgestellt war, dass die Leistungen des bisherigen Pasteurisirverfahrens sowohl in wirtschaftlicher, wie in hygienischer Beziehung **durchaus ungenügende** sind, nachdem aber weiterhin die Ursachen, in welchen die Misserfolge begründet liegen, zum grössten Theil klar gestellt und als vermeidbar erkannt waren, beschloss Herr Professor Flügge, bei der ungemeinen Wichtigkeit, welche ein zuverlässiges Pasteurisirverfahren in hygienischer und wirtschaftlicher Hinsicht besitzt, den Versuch zu machen, ob nicht mit Vermeidung der Mängel der bisherigen Verfahren eine Desinfection und genügende Conservirung der Milch durch Einwirkung von Temperaturen, die den Geschmack intact lassen, zu erreichen ist.

Die mit dieser Absicht unternommenen Versuche hatten vor Allem drei Punkte zu berücksichtigen.

Erstens musste die Möglichkeit gewährt werden, eine Temperatur eine genau bestimmte Zeit auf die Milch einwirken zu lassen.

Zweitens musste, soweit dies noch nicht sicher stand, festgestellt werden, wie lange Temperaturen zwischen 68° und 75° auf die Milch einwirken müssen, um eine hinreichende Conservirung und Desinfection zu gewährleisten, und welche Temperatur innerhalb der angegebenen Grenzen dieses Ziel am schnellsten und mit der geringsten Veränderung der Beschaffenheit der Milch erreicht.

Drittens musste eine Reinfektion der Milch auf dem Kühler und in den Transportkannen ausgeschlossen werden.

Zur Erzielung einer in jeder Hinsicht genügenden Erhitzung der Milch konnten die bisher in Gebrauch befindlichen Pasteurisirapparate, speciell die Rieselapparate (s. S. 250) absolut nicht in Betracht gezogen werden. Denn bei diesen gerade zum Zweck einer nur kurzdauernden Temperatureinwirkung construirten Apparaten liesse sich vielleicht wohl eine geringfügige Verlängerung der Hitzwirkung erreichen;¹ dieselbe

¹ Dieselbe lässt sich naturgemäss nur erreichen durch Verlängerung der rieselnden Fläche. Hierdurch sind derselben aber aus praktischen Gründen sehr enge Grenzen gesteckt.

kann jedoch niemals so ausgedehnt werden, dass die für den Hygieniker zweifellos wichtigsten pathogenen Bacterien, die Tuberkelbacillen, abgetödtet werden. Werden doch selbst Typhusbacillen bei der längsten im Thiel'schen Apparat etwa noch möglichen Einwirkungsdauer bei 70° durchaus nicht sicher vernichtet.

Ebensowenig wird sich in den bisherigen Apparaten, wenn man auch von den pathogenen Bacterien absehen wollte, durch verlängerte Dauer der Hitzwirkung eine sichere Conservirung der Milch bewirken lassen. Denn die geringfügige Steigerung in der Dauer der Temperatureinwirkung, welche sich bei den Rieselapparaten erzielen liesse, genügt sicher nicht zu einer stets hinreichenden Abtödtung der Saprophyten; und zwar wird die Wirkung desto mangelhafter ausfallen, je mehr widerstandsfähige Keime in der Milch enthalten sind. Nun ist es aber ganz sicher, dass die Menge resistenter Bacterien in der Milch ganz bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, dergestalt, dass dieselben manchmal nur in sehr geringer Zahl vorhanden sind, manchmal aber geradezu vorherrschen. Demgemäss wird im einen Falle durch die in den Rieselapparaten mögliche Dauer der Temperatureinwirkung eine genügende Sterilisation erzielt werden, im anderen nicht. — Bei der zweiten Classe von Pasteurisirapparaten, bei welchen unter beständigem Rühren unten stets rohe Milch zufliesst, während oben die erhitzte abläuft, ist an die Möglichkeit einer Verbesserung der Resultate durch Verlängerung der Hitzwirkung noch weniger zu denken, da ja hier wegen des Rührens die beständige Gefahr besteht, dass genügend und ungenügend erhitzte Milchtheilchen durch den Ueberlauf abfliessen. Will man aber das Hauptprincip dieser Apparate, den continuirlichen Betrieb, aufgeben, so lassen sich weit zweckentsprechendere Erhitzer construiren..

Bei der Unmöglichkeit, die zur sicheren Vernichtung der Gährungs- und Krankheitserreger nöthige gleichmässige Erwärmung in den bisherigen Pasteurisirapparaten in der genügenden Ausdehnung und Exactheit vorzunehmen, musste also ein neuer zweckmässiger Erhitzungsapparat construirt werden.

Ein solcher Apparat hatte folgenden Anforderungen zu genügen:

1. Musste es möglich sein, die Milch darin auf eine beliebige Temperatur rasch zu erwärmen und beliebig lange genau auf dieser Temperatur zu erhalten. Dabei musste man vollständig sicher sein, dass die betreffende Temperatur nun auch auf sämtliche Milchtheilchen genau gleich lange einwirkte. Demgemäss war vor Allem für eine sehr feine Regulirbarkeit der Temperatur und eine ganz gleichmässige Wärmevertheilung zu sorgen.

2. Musste der Apparat, sollte er für die Praxis brauchbar sein, das Pasteurisiren grosser Mengen Milch in kurzer Zeit gestatten.

3. Musste aus demselben Grunde der Betrieb und die Bedienung einfach und ohne besonders technisch geschultes Personal durchführbar sein.

Den Betrieb eines solchen Apparates continuirlich zu gestalten, war, wie man leicht einsehen wird, nicht möglich, vielmehr konnte eine den sub 1 genannten Ansprüchen genügende Erwärmung nur erreicht werden, wenn jedesmal ein bestimmtes Quantum Milch eine bestimmte Zeit auf die gewünschte Temperatur erwärmt, dann gekühlt und nun ein neues Quantum ebenso behandelt wurde. Der nach den gedachten Principien schliesslich construirte Erhitzungsapparat, dessen Ausführung Herr Seidensticker übernahm, war folgendermassen eingerichtet.

Zur Aufnahme der Milch dient ein cylindrisches etwa 50 Liter fassendes Gefäss (*A*, Figg. 1 u. 2) von verzinnem Kupfer, welches durch einen übergreifenden kupfernen Deckel verschlossen werden kann. Nahe der inneren Wand desselben, etwa 2^{cm} davon entfernt, läuft ein 3^{cm} weites Schlangenrohr *B* von verzinnem Kupfer. Am Boden des Gefässes angelangt, geht diese Schlange in ein zweites in der Mitte des Gefässes sich erhebendes, enger gewundenes Schlangenrohr *DE* über, welches am oberen Rande umbiegt und zwischen den Lücken des aufsteigenden Rohres zum Boden zurückkehrt, um denselben zu durchsetzen und aussen offen zu enden (bei *E*). In diesem Rohrsystem sollte zum Zweck der Erwärmung der Milch Wasserdampf circuliren. Der Eintritt desselben in das System war am oberen Ende der grossen Schlange vorgesehen (bei *N*), welches zu dem Zweck senkrecht aufgebogen war und durch ein Loch im Deckel nach aussen ging. Die Verlegung der Dampfeinströmungsöffnung an den oberen Theil der Schlange schien deswegen angezeigt zu sein, damit das sich bildende Condensationswasser beständig, dem Gefälle der Schlange folgend, vor dem Dampf herfliessen konnte. Bei Einleitung des Dampfes von unten hätte es, da dann Dampf und Condensationswasser entgegengesetzte Wege verfolgten, leicht zu unangenehmen Stössen und Geräuschen kommen können. Um zu verhüten, dass der Dampf das ganze Condensationswasser aus der grossen Schlange, nachdem es am Ende derselben angekommen war, in die kleine Schlange hinauf und durch diese hindurch drücken musste, wodurch vielleicht unliebsame Druckerscheinungen hervorgerufen wären, war vom Ende der grossen Schlange ein Rohr senkrecht durch den Boden des Gefässes nach aussen geführt. Durch Oeffnung eines daran angebrachten Hahnes konnte dann das Condensationswasser aus der grossen Schlange periodisch nach Bedarf abgelassen werden. Zum Abfluss des

in der kleinen Schlange gebildeten und in dieselbe herübergedrückten Condensationswassers sollte das nach aussen geführte Ende dieser Schlange dienen. Dasselbe musste, um Ueberdruck in dem Schlangensystem zu vermeiden, stets offen sein und hat deshalb keinen Hahn. Die ganze Oberfläche des Schlangensystems betrug etwa 1.2^{qm} . Eine derartige Ausdehnung schien nöthig, um bei möglichst vollständiger Ausnutzung der Wärme des Dampfes die Erwärmung der Milch hinreichend rasch bewirken zu können und die Wärmevertheilung einigermassen gleichmässig zu gestalten. Letzterer Zweck würde indessen, zumal der Dampf, wie

Fig. 1.

Fig. 2.

schon erwähnt, von oben eintrat, durch diese Anordnung allein nicht erreicht worden sein. Vielmehr würden, wenn man die im Gefässe befindliche Milch beim Durchleiten des Dampfes sich selbst überlassen hätte, die oberen Partien sehr rasch und sehr hoch erwärmt sein, während die Temperatur der unteren nur allmählich gestiegen wäre. Somit wäre der Zweck, eine gleich lange und gleich hohe Erwärmung aller Milcheilchen zu erzielen, nicht erreicht worden. Hierzu war es vielmehr nöthig, die Milch beständig energisch durchzumischen. Es konnte dieses — wie es thatsächlich zunächst geschah — durch Rühren mittelst eines Stabes erreicht werden. Praktischer und bequemer ist es indessen, das-

selbe durch ein mechanisches Rührwerk zu bewirken. Die Anordnung desselben ist aus der Figur ohne Weiteres zu entnehmen.

Um den Deckel abnehmen und auflegen, sowie auch das Rührwerk behufs Reinigung leicht herausnehmen zu können, ist die *Axe* desselben bei *G* von dem Getriebe durch Lösung eines Bajonnettverschlusses leicht zu trennen.

Die Schlangen lassen sich zum Zweck der nach dem Gebrauch des Apparates nothwendigen gründlichen Reinigung ebenfalls nach Lösung einfacher Verschraubungen aus dem Apparat leicht entfernen und eben so leicht wieder einsetzen.

Zum Ablassen der erhitzten Milch ist im Boden des Gefässes ein Hahn in der Weise angebracht, dass die Schlussfläche des Hahnzapfens mit dem Boden des Milchgefässes möglichst in einem Niveau liegt. Diese Anordnung ist nothwendig, damit nicht, wie es bei tieferer Lage des Hahnes der Fall sein würde, das Ablassrohr oberhalb des Hahnes einen todtten Raum bildet, in welchem die Milch nicht auf die gewünschte Temperatur erwärmt wird. Denn es ist klar, dass dort zurückgebliebene ungenügend erhitzte Milchtheilchen beim Ablassen auf den Kühler wieder die ganze Milch inficiren könnten.

Nahe dem Boden ist in der Seitenwand des Milcheylinders eine Oeffnung angebracht, in welcher ein in den Zwischenraum zwischen beiden Schlangen hineinragendes Thermometer *P* milchdicht verschraubt werden kann, um an demselben die Temperatur der untersten Milchsichten ablesen zu können.

Es war nun zunächst durch Versuche festzustellen, ob sich mittelst des beschriebenen Seidensticker'schen Pasteurisirapparates eine völlig gleichmässige Durchhitzung der Milch erreichen liess, und ob man damit die Pasteurisirtemperatur wirklich eine beliebige Zeit mit hinreichender Genauigkeit constant halten konnte.

Wurden in den Kessel 40 Liter Milch von 20° eingefüllt, und nun der Dampf in das Schlangensystem eingelassen, — wobei natürlich die Milch beständig umgerührt wurde — so stieg die Temperatur sehr rasch. In ca. 14 Minuten waren 75° C. erreicht. Dabei erfolgte das Ansteigen in der ganzen Milchmasse durchaus gleichmässig, wenigstens so gleichmässig, wie man füglich erwarten konnte. Durch Anfangs in kurzen Zwischenräumen in verschiedenen Tiefen der Milchsicht vorgenommene Messungen mit empfindlichen Thermometern konnte festgestellt werden, dass beim Anwärmen die höchste Differenz zwischen den Thermometern 2° C. betrug.

Ich lasse hier als Beispiel die Resultate der thermometrischen Mes-

sungen in einem Versuch folgen, wobei nur die oberste und unterste Schicht berücksichtigt sind.

Zeit	Temperatur oben	Temperatur unten
	Grad	Grad
10 Uhr 11 Min.	22	22
10 „ 12 „	27	25
10 „ 13 „	32	30·5
10 „ 14 „	36	35
10 „ 16 „	42	41
10 „ 18 „	47	45·5
10 „ 19 „	51	50
10 „ 20 „	57	56
10 „ 22 „	61	60
10 „ 25 „	70	69
10 „ 26 „ ¹	76	74
10 „ 27 „	75	75

Wenn unten das Thermometer 74° zeigte, wurde der Dampf abgestellt und $\frac{1}{2}$ Minute später war die ganze Milchmasse überall 75° warm.

Die Aufgabe, die Milch längere Zeit hindurch genau auf dieser Temperatur zu erhalten, stellte sich als überraschend leicht heraus. Etwa 2 Minuten nach Absperrung des Dampfes zeigte das Thermometer noch 75°. Dann begann sich eine geringe Tendenz zum Sinken bemerkbar zu machen. Es genügte nun, den Dampfhahn ein klein wenig zu öffnen — nach kurzem Probiren war ein für alle Mal die nöthige Drehung festgestellt und markirt — um die Temperatur beliebig lange, 30 Minuten und darüber, genau auf der Höhe von 75° zu erhalten. Natürlich musste dabei das Umrühren der Milch beständig fortgesetzt werden. Wiederholte genaue Messungen in verschiedenen Tiefen zeigten, dass während dieser Zeit die Temperatur der Milch überall mit den Angaben des unten in die Wand des Cylinders eingelassenen Thermometers übereinstimmt, so dass dasselbe die Temperatur, welche jedes Milchtheilchen hat, genau richtig angiebt.

Das Constanthalten anderer Temperaturen — es wurden noch die von 68° und 96° versucht — gelang ebenso leicht. Das Anwärmen dauerte im ersten Falle etwa 10' bis 12', im letzteren 23' bis 24'. Sowie das untere Thermometer auf 1° unterhalb der gewünschten Temperatur angelangt war, wurde der Dampf abgesperrt und innerhalb einer halben Minute hatte die ganze Milchmasse die richtige Temperatur. Die zum Constanthalten nöthige Oeffnung des Dampfventils liess sich auch in diesen Fällen

¹ Dampf abgesperrt.

leicht ein für alle Mal fest bestimmen. Die Schwankungen des unteren Thermometers betrugen während der Zeit, wo die Temperatur constant bleiben sollte, stets höchstens wenige Zehntel eines Grades.

Die Leistung des Apparates war also, was die Regulirbarkeit der Temperatur und die gleichmässige Vertheilung der letzteren anlangt, eine vorzügliche.

Auch die Schnelligkeit, mit welcher die Anwärmung erfolgte, musste vollständig befriedigen.

Als für den Betrieb im Grossen wichtig ist noch hinzuzufügen, dass die Ausnutzung der Wärme des Dampfes eine nahezu vollständige war. Genaue Berechnungen aus der Temperatur und dem Gewicht des abfliessenden Condensationswassers ergaben, dass nur sehr wenig Dampf mehr gebraucht wird, als zur Erreichung der betreffenden Milchttemperatur gerade unbedingt erforderlich ist. Demgemäss war denn auch die zum Constanthalten der einmal erreichten Temperatur nöthige Dampfmenge eine ungemein geringe.

Ein Ansetzen von Eiweisskrusten, welches bei den früheren Pasteurisirapparaten die genaue Temperaturregulirung so erschwerte und oft auch einen unverhältnissmässig hohen Dampfverbrauch bewirkte, fand zwar in dem neuen Apparate auch statt, jedoch nur an den obersten Windungen der grösseren Schlange, der Eintrittsstelle des Dampfes am nächsten. In Folge der grossen Oberfläche des Schlangensystems war aber die Herabsetzung der Leistungsfähigkeit eines geringen Theiles der erwärmenden Fläche ohne Bedeutung. Durch das Pasteurisiren mehrerer Milchquanten hintereinander nahm die Inkrustation an Umfang nur wenig zu; die Anwärmung dauerte beim vierten Quantum nicht länger als beim ersten, und die Leichtigkeit der Temperaturregulirung hatte nicht gelitten. Somit scheint die Gefahr, dass die Arbeitsdauer des einzelnen Apparates durch fortschreitendes Ansetzen von Eiweisskrusten eingeschränkt wird, innerhalb praktisch in Betracht kommender Grenzen nicht zu bestehen.

Bevor nun mit diesem Erhitzungsapparate Conservierungsversuche angestellt werden konnten, musste gemäss dem oben Gesagten noch die Gefahr, dass die Milch nach dem Pasteurisiren wieder Keime in nennenswerther Menge aufnimmt, möglichst beseitigt werden. Die früher so gefürchtete Luftinfection kommt dabei nach unseren jetzigen Kenntnissen über die Menge der in der Luft enthaltenen Bacterien kaum in Betracht; die Hauptgefahr liegt in dem unreinen Kühler und in den Transportkannen. Dass durch die in diesen Gefässen haftenden Keime die Haltbarkeit einer Milch, in welcher die Saprophyten in hinreichender Weise abgetödtet sind, wesentlich beeinträchtigt wird, geht deutlich aus folgender Versuchsreihe hervor. In dieser wurde pasteurisirte Milch (s. Tabelle I) theils in sterili-

sirten, theils in nicht sterilen Gefäßen bei verschiedenen Temperaturen aufbewahrt. Die nicht sterilisirten Gefäße kamen in einer Weise zur Verwendung, die sich an die natürlichen Verhältnisse möglichst genau anlehnt. In denselben hatte einige Zeit Milch bis zur leichten Säuerung gestanden; diese wurde ausgegossen, die Kannen in üblicher Weise und mit reichlichstem Leitungswasser gründlich gereinigt und nun die pasteurisirte Milch eingelassen.

Tabelle I.

Pasteurisirte Milch in sterilen Gefäßen verdorben nach	Pasteurisirte Milch in nicht sterilen Ge- fäßen verdorben nach	Temperatur, bei welcher die Proben standen
Stunden	Stunden	Grad
46	24	23—24
96	48	15
72	24	22—24
130	65	14
86	48	18—21
104	66	14
46	18	22
80	48	15

Nach diesen Versuchen hält sich die pasteurisirte Milch in sterilen Gefäßen etwa doppelt so lange wie in nicht sterilen.

Es galt also zunächst eine in jeder Molkerei ohne besonders geschultes Personal rasch und bequem ausführbare Methode der Sterilisation der Transportgefäße und des Kühlers zu finden. Von der Anwendung chemischer Desinfectionsmittel war hierbei aus leicht begreiflichen Gründen von vornherein abzusehen.

Da nun zum Pasteurisiren ein Dampfkessel so wie so erforderlich ist, erschien es als das Einfachste, den gespannten Dampf zur Sterilisation zu verwenden.

In den Deckel gewöhnlicher Milchtransportkannen (wie der Deckelverschluss bewerkstelligt wird, ist gleichgültig) wurden zwei kurze Blechrohre von etwa 1^{cm} Weite so eingelöthet, dass die Oeffnung des einen gleich unterhalb des Deckels sich befand, das andere noch etwa 4^{cm} in die Kanne hineinragte. An dieses Ende konnte ein langes bis auf den Boden der Kanne reichendes, etwas weiteres Blechrohr einfach angesteckt werden. Durch dieses Rohr sollte der Dampf in die Kanne eintreten und durch das kurze Ende wieder entweichen. Um mehrere Kannen auf einmal zu sterilisiren, waren vom Dampfzuleitungsrohr mehrere Abzweigungen gemacht, an deren jeder eine Kanne befestigt wurde.

Durch in die Kanne eingelegte und eingehängte Maximalthermometer wurde zunächst festgestellt, welche Temperatur durch das Durchleiten des Dampfes an den verschiedenen Stellen im Innern der Kannen erreicht wird. Es zeigte sich dabei, dass, wenn der Dampf mit einem Druck von ca. drei Atmosphären den Kessel verliess und die Abströmungsöffnungen der Kannen (1 cm) voll geöffnet waren, in der Kanne in kurzer Zeit eine constante Temperatur von 97° bis 98° C. herrschte. Dieselbe Temperatur zeigte der abströmende Dampf in dem kurzen Rohrendchen oberhalb des Deckels. Durch zweckmässige Verengung der Ausströmungsöffnung gelang es, diese Temperaturen auf 99° bis 100° C. zu erhöhen.

Fig. 3.

Volle Oeffnung des Dampfzuleitungsventiles, wobei sehr viel Dampf verbraucht worden wäre, war zur Erreichung der genannten Temperatur nicht erforderlich, sondern es genügt, wenn der Dampf aus den Abströmungsöffnungen der Kannen in einem etwa 50 bis 60 cm hohen Strahle senkrecht aufwärts zieht. (Bei voll geöffnetem Hahn hatte der Strahl bei 5 gleichzeitig angesetzten Kannen eine Höhe von ca. 1.50 m.)

Zu den Versuchen darüber, wie lange der Dampf die Kannen durchstreichen muss, um eine genügende Desinfection derselben zu bewirken, wurden, um den praktischen Bedingungen möglichst nahe zu kommen, nur oberflächlich — durch mehrfaches Ausspülen — gereinigte Kannen gewählt, in welchen vorher sauer gewordene Milch gestanden hatte.

Nachdem der Dampf eine bestimmte Zeit durchgeleitet war, wurde das im Innern der Kanne gebildete Condensationswasser zum grössten Theil ausgegossen und nun etwa 100 ccm sterilisirte Nährgelatine eingefüllt. Dieselbe wurde einige Minuten im Innern der Kanne an den Wänden kräftig hin- und hergeschwenkt und dann in eine Reihe von Petri'schen Schälchen ausgegossen.

Das Ergebniss dieser Versuche war folgendes. Nach 5 Minuten langem Durchleiten wuchsen auf den Platten noch ziemlich reichliche Colonieen.

Nach 10 Minuten war die Zahl der Colonieen bedeutend gesunken. Nach 15 Minuten waren die meisten Platten steril. Nur auf einzelnen zeigte sich hier und da eine Colonie, welche anscheinend einer Heubacillenart angehörte. Da es nun bei der grossen Resistenz der Sporen derartiger Bacillen ausgeschlossen erschien, durch längeres Durchleiten — wenigstens innerhalb praktisch brauchbarer Zeiträume — eine völlige Vernichtung zu erzielen, dieselbe auch in Anbetracht des Umstandes, dass solche Sporen, die in der Milch wohl stets vorhanden sind, durch das Pasteurisiren ebenfalls sicher nicht getödtet werden, kaum nöthig erschien, so konnte

15 Minuten langes Durchleiten des Dampfes in der angegebenen Weise als zur Sterilisation praktisch genügend erachtet werden. —

Von den zahlreichen vorhandenen Kühlern schien der Patentkühler von Schmidt in Bretten zur Kühlung der pasteurisirten Milch am geeignetsten zu sein. Derselbe besteht aus einem doppelwandigen Cylinder von verzinnem Kupfer, zwischen dessen Wänden in einem Spiralrohre von unten nach oben kaltes Wasser circulirt. Durch feine Löcher im Boden eines dem oberen Rande des Cylinders aufsitzenden Gefässes rinnt die in letzteres eingelassene Milch langsam über die äussere geriefte Fläche des Cylinders und sammelt sich zunächst in einem flachen, den Cylinder unten ringförmig umgebenden Sammelbecken, aus dem sie durch einen Hahn abgelassen wird. Dieser Kühler bietet vor den bisher fast allgemein

Fig. 4.

gebrauchten flachen Röhrenkühlern mit offenen und maskirten Rohren eine Reihe von Vortheilen. Vor allen ist derselbe nach dem Gebrauch sehr leicht zu reinigen, da er absolut keine toten Ecken und Winkel besitzt, aus welchen bei den gewöhnlichen Röhrenkühlern die Milchreste so ungemein schwer zu entfernen sind. Dann aber ist er einer Sterilisation mit Dampf am ehesten zugänglich. Da eine Sterilisation der äusseren Fläche des Kühlers bezweckt wurde, so war es nämlich erforderlich, den ganzen Kühler mit einem geschlossenen Mantel zu umgeben, um den

Dampf, welcher die Kühlfläche bespülen sollte, zusammenzuhalten und so eine hinreichende Erhitzung zu erreichen. Bei dem Schmidt'schen Kühler war eine derartige Vorrichtung sehr leicht anzubringen. Der ganze Kühler sammt dem Milcheinlaufgefässe wurde einfach mit einem Helm von Eisenblech, welcher oben conisch in einer engen Oeffnung zum Abströmen des Dampfes endete und mittels einer an seinem unteren Rande angebogenen Nuth auf dem Rande des Sammelgefässes dicht aufsass, bedeckt.

Durch den Milchablasshahn konnte dann Dampf in den Raum zwischen Mantel und Kühler eingelassen und dessen Hitze auf die ganze mit der Milch in Berührung kommende Fläche einschliesslich des Hahnes einwirken.

Durch zweckmässige Regulirung der Dampfzufuhr und entsprechende Verengung der Abströmungsöffnung gelang es leicht, im Innern des Mantelraumes eine constante Temperatur von ca. 99° herzustellen. Hatte dieselbe 15 Minuten eingewirkt, so war, nach den bei den Kannen gemachten Erfahrungen, die Kühlfläche als hinreichend sterilisirt anzusehen.

Bei den flachen Röhrenkühlern ist die nothwendige Bedeckung entschieden nicht so leicht und so einfach auszuführen, doch besteht gewiss die Möglichkeit, auch derartige Apparate durch eine der beschriebenen ähnliche Vorrichtung der Sterilisation zugänglich zu machen.

Das Verfahren mit dem Seidensticker'schen Pasteurisirapparat gestaltet sich nun folgendermassen.

Zunächst werden der Kühler und die Kannen in der eben beschriebenen Weise sterilisirt.

Um die beim Beginn des Ueberrieselns der Milch über den Kühler stets nothwendige gleichmässige Vertheilung der Schicht aseptisch bewirken zu können, wird in das Sammelbecken des Kühlers ein etwa 30^{cm} langes Holzstäbchen eingelegt, welches beim Durchleiten des Dampfes mit sterilisirt und dann zu gedachtem Zwecke verwendet wird.

Den Pasteurisirapparat zu sterilisiren, erscheint zwar nicht unbedingt nothwendig, weil die weniger widerstandsfähigen Bacterien, die etwa in demselben enthalten sind, durch Berührung mit der heissen Milch sicher getödtet werden; widerstandsfähige Sporen aber, die der Pasteurisirtemperatur Stand halten, in der Milch selbst gewiss in viel grösserer Anzahl, wie an den Wänden des gut gereinigten Apparates, vorhanden sind. Doch ist es zweckmässig, wenigstens durch den Milchablasshahn einige Minuten Dampf hindurch zu leiten, um auch eine von diesem ausgehende erneute Infection der ausfliessenden Milch sicher ausschliessen zu können. Nach beendigter Sterilisation wird das nöthige Quantum Milch — der von mir benutzte Apparat fasste 40 Liter — in den Erhitzungskessel eingegossen, auf die gewünschte Temperatur erwärmt und eine bestimmte Zeit auf der erreichten Höhe erhalten; dann wird die Milch auf den Kühler und von da in die sterilisirten Kannen abgelassen. Aus letzteren wird vor dem Einlassen der Milch das beim Sterilisiren gebildete Condensationswasser ausgegossen. Bei allen Manipulationen muss darauf geachtet werden, dass nicht durch Berühren mit den Händen u. s. w. eine Neuinfection der Kühlerfläche und der Kannen mit Bacterien eintritt.

Nach den S. 254 mitgetheilten Versuchsergebnissen war eine Befreiung der Milch von allen lebenden Krankheitserregern sicher anzunehmen, wenn die Milch in dem Seidensticker'schen Apparate auf 68° während 30 Minuten erhitzt wurde. Gleichwohl habe ich nicht unterlassen, den fertigen Apparat auf seine Leistungen gegenüber den Krankheitserregern zu prüfen. Derselbe bewährte sich indess hierbei durchaus; beispielsweise wurden 40 Liter frische Milch mit so viel Typhusbacillen vermischt, dass 1^{ccm} weit über eine Million erhielt. Dann wurde vor-

schriftsmässig erhitzt auf 68°. Nach 15, 20 und 30 Minuten wurden Proben der Milch entnommen und von jeder Probe je 1^{cem} zu zwei Platten verwendet. Alle diese Platten blieben dauernd frei von Typhuscolonieen. — Unsicher nur war es, ob die Erhitzung auch eine zur längeren Conservirung genügende Vernichtung der Saprophyten bewirkte, oder ob man zu dem Zweck entweder mit der Höhe oder mit der Dauer der Temperatureinwirkung noch heraufgehen musste.

Dieses festzustellen, war der Zweck meiner jetzt mitzutheilenden Versuche.

Der Gang derselben war folgender:

Gleich nach Beendigung des Pasteurisirverfahrens wurde zunächst an dem Inhalte einer Kanne genau geprüft, ob der Geschmack und die Beschaffenheit der Milch durch das Erhitzen irgend welche Veränderungen erlitten hatte. Dann wurden aus einer Anzahl von Kannen abgemessene Proben entnommen, mit verflüssigter Nährgelatine vermischt und zu Platten ausgegossen, um zu ermitteln, inwieweit durch das Pasteurisiren die Abtödtung der Saprophyten erfolgt war. Um in dieser Beziehung noch genauer urtheilen zu können, wurden auch jedesmal einige Proben der rohen Milch vor dem Einfüllen in das Pasteurisirgefäß in gleicher Weise auf ihren Bacteriengehalt untersucht.

Die in den Kannen enthaltene pasteurisirte Milch wurde an geeigneten Orten aufbewahrt, um zu beobachten, ob und wie bedeutend sie an Haltbarkeit gegenüber der nicht pasteurisirten Milch gewonnen hatte.

Um über den praktischen Werth einer etwa erhöhten Haltbarkeit ein sicheres Urtheil zu gewinnen, genügt es nicht, die pasteurisirte Milch zusammen mit Proben der nicht pasteurisirten nur bei niederen Kellertemperaturen zu halten und nun zu vergleichen, welche Proben rascher verderben, wie dieses z. B. in den Versuchen von Fleischmann und van Geuns geschehen ist. Es entspricht dies durchaus nicht den Verhältnissen, unter welchen im gewöhnlichen Leben die Milch länger conservirt werden soll. Nicht im Keller will der Landwirth seine Milch länger aufbewahren, sondern es kommt ihm, und auch dem Hygieniker, wesentlich darauf an, dass die Milch bei hohen Sommertemperaturen auf weitere Strecken transportirt werden kann und dabei verkaufs- und gebrauchsfähig bleibt. Auf höhere Temperaturen zwischen 20° und 25° war daher in erster Linie Rücksicht zu nehmen. Es war dieses umsomehr nöthig, als ja bekannt ist, dass die Vermehrung der Bacterien in der Milch und damit die Schnelligkeit des Verderbens direct abhängig ist von der Höhe der Temperatur.

Die Versuche über die erhöhte Haltbarkeit der pasteurisirten Milch wurden demnach in der Weise angestellt, dass die mit der Milch ge-

füllten Kannen bei verschiedenen Temperaturen hingestellt und nun von Zeit zu Zeit auf ihre Beschaffenheit geprüft wurden. Bei derselben Temperatur hielt ich stets ähnliche Kannen, in welchen aus der Gesamtmilchmenge vor dem Pasteurisiren entnommene Proben sich befanden, welche auf dieselbe Temperatur heruntergekühlt waren, wie die pasteurisirte Milch. Es waren somit für beide Sorten Milch genau dieselben Bedingungen vorhanden.

Bei der Prüfung der Beschaffenheit der Milch wurde vorzugsweise auf folgende Punkte geachtet:

Geschmack, Aussehen und Reaction. Besonders die Prüfung der Reaction schien mir geeignet, frühzeitig, noch bevor andere äussere Kennzeichen deutlich vorhanden waren, etwaiges Verdorbensein der Milch zu erkennen. Bei gewöhnlicher Milch ist ja der Eintritt einer stärker saueren Reaction wohl stets der erste Vorbote des nahenden völligen Verderbens.

Bei der pasteurisirten Milch liess indessen dieses Mittel einigermassen im Stich. Selbst wenn die Milch schon flockig geronnen war, fand sich sehr häufig noch amphotere Reaction. Die Gerinnung scheint demnach bei der pasteurisirten Milch oft wesentlich durch das von Bakterien producirte Lab bedingt zu sein.

Es wäre nun nicht richtig gewesen, das Vordorbensein der pasteurisirten Milch von dem Zeitpunkte an zu rechnen, wo deutlich flockige Caseingerinnung sichtbar war. Schon einige Zeit bevor dieses eintritt, ist die Milch, obwohl Geruch, Geschmack und Aussehen noch gut sein können, nicht mehr gebrauchsfähig — sie gerinnt nämlich beim Erhitzen. Eine solche Milch kann aber entschieden nicht als verkaufsfähig betrachtet werden, um so weniger, als zu der Zeit, wo die Gerinnung beim Kochen eintritt, auch die Zahl der Bakterien in der Milch zu einer solchen Höhe angestiegen ist, dass schon aus diesem Grunde die Milch beanstandet werden müsste. In der Folge wurde demnach ausser Geruch und Geschmack besonders jedesmal das Verhalten der pasteurisirten Milch beim Aufkochen geprüft und dieselbe als verdorben bezeichnet, wenn dabei auch nur die geringste feinflockige Ausfällung des Caseins eintrat.

Neben der Untersuchung der Haltbarkeit der pasteurisirten Milch bei verschiedenen Temperaturen glaubte ich auch noch direct feststellen zu sollen, wie schnell der Bacteriengehalt derselben wieder ansteigt. Es konnte auf diese Weise vielleicht gelingen, Grenzzahlen zu finden, bei deren Ueberschreitung die Milch ohne Weiteres als verdorben bezeichnet werden muss.

Bisher fehlen in dieser Beziehung auch nur einigermassen sichere Zahlen; und doch wäre es sehr wichtig, sie zu besitzen; denn es ist klar, dass eine Milch, deren Bacteriengehalt so hoch ist, dass die in den nächsten

Stunden nothwendig eintretende Vermehrung desselben schon das Verderben der Milch herbeiführt, für den Consumenten keinen Werth besitzt.

Ich entnahm demnach von Zeit zu Zeit aus den bei verschiedenen Temperaturen gehaltenen Kannen mit pasteurisirter Milch Proben und suchte die Anzahl der jeweils in ihnen enthaltenen Bacterien zu bestimmen. Die Zählung geschah in üblicher Weise durch das Plattenverfahren; bei vermutheter grosser Anzahl von Bacterien unter Zuhülfenahme entsprechender Verdünnungen. —

Ausser auf Reaction und Gerinnung war noch darauf zu achten, dass der Geschmack und das Aussehen der Milch beim Pasteurisiren keine Veränderung erlitt.

Da für die Erhaltung des Rohgeschmackes Temperaturen unter 70° zweifellos die günstigsten sind, so unternahm ich zunächst eine Versuchsreihe, worin die Milch auf 68° erhitzt wurde, und zwar musste, um die Abtödtung der Tuberkelbacillen zu gewährleisten, diese Temperatur etwa 30' auf die Milch einwirken.

Die zu den Versuchen benutzte Milch war Vollmilch aus einer in der Stadt befindlichen Milchwirtschaft. Sie war von normalem Fettgehalt und auch sonst von guter Beschaffenheit. Pasteurisirt wurde dieselbe etwa 2 bis 3 Stunden nach dem Melken. Beim Melken besondere Vorichtsmaassregeln zu treffen gegen die Verunreinigung der Milch mit Keimen von den Händen des Personals und aus den Melkgefässen, unterliess ich absichtlich, um die thatsächlichen Verhältnisse so viel wie möglich nachzuahmen. Es wurden die Gefässe in der Weise gespült und die Euter der Kühe oberflächlich abgewaschen, wie es in einer gut geleiteten Milchwirtschaft üblich ist.

Die Controlproben, mit welchen die pasteurisirte Milch in Bezug auf Haltbarkeit verglichen werden sollte, wurden gleich nach dem Melken auf dieselbe Temperatur heruntergekühlt, welche die pasteurisirte Milch auf dem Kühler annahm. Diese Temperatur betrug, da die Versuche im Sommer angestellt wurden und die Kühlung mit Leitungswasser bewirkt werden musste, etwa 18° bis 19° C.

Der Geschmack der pasteurisirten Milch war in allen drei Versuchen in keiner Weise von dem der rohen Milch verschieden. nicht nur nach meinem eigenen Urtheil, sondern auch nach dem ganz unbefangenen urtheilenden Milchkenner.

Das Aussehen war und blieb auch, so lange sich die Milch überhaupt gut erhielt, ein völlig normales. Besonders waren keinerlei etwa durch Erhitzen gebildete Flocken von coagulirtem Eiweiss resp. irgend eine Verfärbung zu bemerken.

Aus Tabelle II (Versuch I—III) geht hervor, dass die Abtödtung der Saprophyten in der Milch bei 35 Minuten dauerndem Erwärmen auf 68°

eine ziemlich vollständige war. Die wenigen am Leben gebliebenen Bacterien sind höchst wahrscheinlich als Sporen resistenter Arten zu deuten. Eine Verlängerung der Erhitzungsdauer würde kaum eine vollständigere Befreiung der Milch von entwicklungsfähigen Keimen herbeigeführt haben. In dem ersten Versuche entnahm ich nämlich von Zeit zu Zeit während des Erhitzens aus dem Pasteurisirgefäß Proben, um an ihnen festzustellen, inwieweit die Abtödtung von Saprophyten mit der Erhitzungszeit noch zunahm. Es stellte sich dabei heraus, dass schon nach 15 bis 20 Minuten langem Erhitzen auf 68° die Zahl der in 1^{cem} enthaltenen Bacterien ebenso gering war, wie nach 35 Minuten. Dass nicht in allen Versuchen gleich viel lebende Keime übrig blieben, erklärt sich wohl ungezwungen daraus, dass die Zahl der widerstandsfähigen Sporen in der Milch gewiss nicht immer dieselbe ist. Im Versuch II, wo noch 20 bis 30 Keime erhalten blieben, war auch schon der Bacteriengehalt der ursprünglichen Milch ein sehr hoher.

Was nun die durch die Befreiung der Milch von Bacterien erzielte höhere Haltbarkeit betrifft, so geht dieselbe stets parallel der Höhe der Temperatur, bei welcher die Proben gehalten werden, ist aber im Uebrigen in allen Versuchen durchaus gleichmässig, was ich im Vergleich mit den Resultaten früherer Apparate besonders betonen möchte (s. Tabelle II).

Bei Temperaturen über 30° ist die Haltbarkeit gegenüber der nicht pasteurisirten Milch nur um 6—8 Stunden verlängert.

Bei 25° hält sich die pasteurisirte Milch schon mindestens 10 Stunden länger, als die rohe Milch, bei 23° mindestens 20 Stunden und bei 14° bis 15° 50 bis 70 Stunden länger.

Diese Zahlen sind natürlich nicht absolut genau; denn es war nicht möglich, von Stunde zu Stunde die Beschaffenheit der Milchproben zu controliren. Besonders bei der nicht erhitzten Milch, welche gewöhnlich am Morgen, nachdem sie über Nacht gestanden hatte, verdorben gefunden wurde, war meist sehr schwer zu schätzen, wie lange sie dann schon verdorben war. Aber etwaige Fehler fallen nicht zu Gunsten, sondern zu Ungunsten der pasteurisirten Milch in's Gewicht. Die Zeit, durch welche in den Tabellen die erhöhte Haltbarkeit der pasteurisirten Milch gegenüber der rohen sich ausgedrückt findet, ist nämlich gleich derjenigen, welche zwischen dem Punkte liegt, wo die rohe Milch verdorben, die pasteurisirte dagegen zum letzten Male gut gefunden wurde. Die Haltbarkeit der pasteurisirten Milch ist demnach eher einige Stunden höher anzusetzen wie niedriger.

Die Resultate der bacteriologischen Untersuchung der pasteurisirten Milch nach verschiedenen Zeiträumen werde ich weiter unten im Zusammenhang mit den übrigen Versuchen besprechen.

Tabelle II. Pasteurisirversuche mit Vollmilch.

Versuchs-Nr.	Temperatur, bei der die Proben stand. Grad	Gekühlte rohe Milch verdorben nach Stunden	Pasteurisirte Milch		Verlängerung d. Haltbarkeit der past. Milch gegen rohe M. Stunden	Zahl der Bacterien in 1 ccm		
			gut nach Stunden	ver- dorben nach Stunden		Rohe Milch	Pasteuris. Milch sofort	Pasteurisirte Milch nach
I.								
35° 68°	—	—	—	—	—	102,600	2—3	—
	35	> 10	—	21	einige Stunden			21 Std. ca. 6—7,000,000
	23—24	> 20	36	44	ca. 20			7 „ 2—5 25 „ 20,000—100,000 36 „ 1,200,000 72 „ 75,000
	15	22	80	96	ca. 60			
II.								
35° 68°	—	—	—	—	—	251,000	30—40	—
	33—35	> 16	16	22	einige Stunden			—
	26	> 16	20	26	desgl.			25 Std. 350,000
	23	> 16	36	48	ca. 20			25 „ 25,620 36 „ 513,000
	15	22	72	94	50			48 „ 80,000
III.								
35° 68°	—	—	—	—	—	25,000	3—4—5	—
	34	ca. 12	—	22	einige Stunden			—
	25	> 20	30	36	ca. 10			—
	23	—	40	48	ca. 24			—
	14	26	90	108	ca. 70			—
IV.								
15° 75°	—	—	—	—	—	37,500	2—5—3	—
	35	ca. 12	—	20	einige Stunden			—
	22	> 18	36	44	ca. 20			24 Std. 30,000 25 „ 25,000 36 „ 1,100,000
	16	24	72	84	ca. 50			24 „ 8—6 40 „ 1,440 60 „ 250,000 72 „ 1,200,000
	—	—	—	—	—			—
V.								
15° 75°	—	—	—	—	—	94,000	2—0—1	—
	18—20	24	66	78	ca. 42			24 Std. 11—14 48 „ 45,000 50 „ 50,000 66 „ 675,000
	—	—	—	—	—			66 „ 72,000 96 „ 2,600,000
	14	26	96	108	ca. 70			

(Fortsetzung.)

Versuchs-Nr.	Temperatur, bei der die Proben stand. Grad	Gekühlte rohe Milch verdorben nach Stunden	Pasteurisirte Milch		Verlängerung d. Haltbarkeit der past. Milch gegen rohe M. Stunden	Zahl der Bakterien in 1 ^{cem}		
			gut nach Stunden	ver- dorben nach Stunden		Rohe Milch	Pasteuris. Milch sofort	Pasteurisirte Milch nach
VI.								
10' 96°	—	—	—	—	—	50,000	0—1—0	—
	35	> 14	—	22	einige Stunden			—
	26	> 14	32	34	ca. 20			32 Std. 2,500,000
	23—24	ca. 18	48	56	ca. 30			36 „ 39,000
								48 „ 1,120,000
	15	26	100	120	ca. 72			

Die zweite Versuchsreihe mit dem neuen Pasteurisirapparat betraf das Pasteurisiren der Magermilch.

Bei der Untersuchung der Magermilch der hiesigen Molkerei fiel mir auf (s. auch Tabelle III), dass dieselbe einen ungemeinen Reichthum an Mikroorganismen aufwies, unter welchen besonders verflüssigende Arten vorherrschten. Dieser hohe Bacteriengehalt und einige Vorversuche, welche ich anstellte, machten es mir wenig wahrscheinlich, dass es gelingen würde, durch halbstündiges Erhitzen auf 68° die Milch in genügender Weise keimfrei zu machen. Ich beschloss deshalb, bei der Magermilch von vornherein höhere Temperaturen anzuwenden, zumal hier eine geringe Aenderung des Geschmacks weniger in Betracht kommt, als bei der Vollmilch.

Es wurden zunächst 75° als Versuchstemperatur gewählt. Um alle pathogenen Keime, besonders auch Tuberkelbacillen zu tödten, musste die Milch sicher 10 Minuten auf diese Temperatur erhitzt werden. Im ersten Versuche liess ich die Temperatur 20 Minuten einwirken und entnahm von 5 zu 5 Minuten Proben aus der Milch, vermischte sie mit flüssiger Gelatine und goss zu Platten aus, um so festzustellen, wie lange mit zunehmender Dauer der Erhitzung die Zahl der entwickelungsfähig gebliebenen saprophytischen Bacterienkeime noch abnahm. Das Resultat war, dass schon von der zehnten Minute an die Zahl der Bakterien constant blieb. Während in der nicht pasteurisirten Milch ca. 2,000,000 Keime im Cubikcentimeter enthalten waren, zeigte die nach 5 Minuten entnommene Probe etwa 250, nach 10 Minuten 100, nach 15 Minuten 90, nach 20 Minuten etwa 100. Da schon nach 10 Minuten das Maximum der Abtödtung erreicht war, so erhitzte ich in den folgenden Versuchen die Magermilch stets 15 Minuten auf 75°. Die Erfahrung zeigte denn auch, dass dabei in der That die Vernichtung der das rasche Verderben der

Trotzdem die rohe Milch in allen Versuchen fast unmittelbar vor dem Verderben stand, hielt sich die pasteurisirte Milch bei 23° noch 24 bis 28 Stunden, bei 16° ca. 60 Stunden länger gut. Bei 35° war wiederum nur ein geringer Unterschied zu constatiren.

Entgegen meinen anfänglichen Befürchtungen zeigte sich der Geschmack der bei 75° pasteurisirten Milch kaum verändert. Nur bei sehr aufmerksamer Prüfung konnte man vielleicht eine kleine Differenz gegen die rohe Milch bemerken. Aus diesem Grunde schien es mir angezeigt, zu versuchen, ob auch die Vollmilch das Pasteurisiren bei 75° verträgt. Man konnte hoffen, dadurch vielleicht eine noch längere Conservirung zu erzielen. Die Haltbarkeit der Milch wurde nun allerdings durch das Pasteurisiren bei 75° nicht wesentlich erhöht (s. Tab. II, Versuch VIII u. IX), dagegen war der Geschmack der pasteurisirten Milch so vollständig dem der rohen ähnlich, dass kaum ein Unterschied wahrgenommen werden konnte. Alle, welche die Milch prüften, waren nicht sicher im Stande, die pasteurisirte von der rohen zu unterscheiden. Es kann deshalb auch für Vollmilch das 15 Minuten lange Erhitzen auf 75° zur Conservirung empfohlen werden, besonders wegen der manchmal gewiss sehr in Betracht kommenden Zeitersparniss.

Für die Fälle, wo die Milch bei ganz extrem hohen Sommer-temperaturen (über 30°) länger aufbewahrt oder transportirt werden soll, konnte man versuchen, unter Verzicht auf den Rohgeschmack mit der Pasteurisirtemperatur noch höher herauf zu gehen, um durch Tödtung auch der widerstandsfähigeren Keime die Milch haltbarer zu machen. Sollte aber dieses Ziel mit einiger Sicherheit erreicht werden, so war nicht bloss um einige Grade mit der Temperatur zu steigen; denn hierdurch wären die ganz widerstandsfähigen Keime wohl kaum beeinflusst worden, sondern man musste Temperaturen möglichst nahe dem Siedepunkte wählen und diese längere Zeit einwirken lassen. Bei Versuchen, welche ich in der Richtung anstellte, zeigte sich, dass es aber auch nicht rathlich ist, über 96° hinaufzugehen, da sonst die Milch anfängt zu stark zu schäumen.

Die Resultate einer 10 Minuten langen Erhitzung auf 96°, welche zur Abtödtung aller Krankheitserreger sicher genügt, waren sowohl bei Vollmilch, wie bei Magermilch in Bezug auf die Vollständigkeit der Vernichtung der Saprophyten und besonders auch in Bezug auf die Haltbarkeit bessere, als in den beiden ersten Versuchsreihen (s. Tab. II, 10 und Tab. III, 9).

Die meisten Platten blieben, auch bei Zusatz von $\frac{1}{2}$ ccm Milch zu jeder, steril.

Die Haltbarkeit der Milch war jetzt auch bei 25° bis 30° deutlich erhöht. Bei 26° bis 27° betrug die Erhöhung etwa 20 Stunden. Ebenso waren bei 23° und bei 15° entsprechende Erhöhungen eingetreten (s. Tab.). Der Geschmack der Milch war zwar deutlich verändert, jedoch bei Weitem nicht so stark, wie etwa bei in geschlossenen Gefässen gekochter Milch.

Die bacteriologischen Untersuchungen, welche über die Schnelligkeit der Vermehrung der am Leben gebliebenen Keime in der pasteurisirten Milch Aufschluss geben sollten, zeigten übereinstimmend, dass die Vermehrungsgeschwindigkeit ebenso wie die Schnelligkeit des Verderbens der Milch mit der Aussentemperatur, bei welcher die Proben gehalten werden, steigt oder fällt.

In der bei 96° pasteurisirten Milch ist entsprechend der höheren Haltbarkeit auch die Vermehrung der Bakterien eine langsamere, als in der auf 68° oder 75° erhitzten Milch.

Deutlich verdorben ist die Milch gewöhnlich bei einem Gehalt von etwa 2 bis 4 Millionen Keimen im Cubikcentimeter. Bei dem Versuch, eine Grenzzahl zu finden, bei deren Ueberschreitung die Milch ohne Weiteres beanstandet werden müsste, wäre es verkehrt, etwa die Höhe des Bacteriengehaltes als noch zulässig zu bezeichnen, bei welchem die Milch gerade noch äusserlich von guter Beschaffenheit erscheint. Denn einerseits hätte eine solche Milch für den Consumenten einen sehr geringen Werth, da sie ihm häufig unter den Händen verderben würde; andererseits ist zu bedenken, dass bei Erreichung der bezeichneten Grenze die Anhäufung der Stoffwechselproducte der Bakterien schon einen solchen Grad erreicht hat, wie sie unter Umständen für die Gesundheit, besonders von Kindern, wahrscheinlich sehr nachtheilig sein kann.

Solange wir nun allerdings nicht wissen, welche Arten von Milchbakterien toxische Stoffwechselproducte liefern, und bei welcher Menge von Keimen die Anhäufung so weit gediehen ist, dass eine Gefahr für die Gesundheit der die Milch Geniessenden zu befürchten steht, bewegen wir uns in Bezug auf die Aufstellung von Grenzzahlen überhaupt fast ganz im Dunkeln. Wir werden daher, wenn wir trotzdem den Versuch einer Aufstellung unternehmen, sehr vorsichtig zu Werke gehen und die Zahl jedenfalls thunlichst niedrig wählen müssen. Aus den Tabellen II u. III ist ersichtlich, dass die pasteurisirte Milch nach einem 24stündigen Aufenthalte bei 22° bis 23° durchschnittlich ungefähr 25,000 bis 30,000 Keime im Cubikcentimeter enthält. Nach Erreichung dieser Zahl hält sich die Milch bei derselben Temperatur noch mindestens 10 Stunden gut. Die weitere Haltbarkeit der 24 Stunden bei 22° gehaltenen pasteurisirten Milch entspricht also annähernd derjenigen, welche die rohe Milch vom Zeitpunkt des Melkens ab bei der gleichen Temperatur

besitzt. Auch die Keimzahl, welche in der rohen Milch aus reinlich gehaltenen Molkereien kurze Zeit nach dem Melken gewöhnlich gefunden wird, bewegt sich ungefähr in denselben Grenzen, wie bei der 24 Stunden bei 22° aufbewahrten pasteurisirten Milch, nämlich 25,000 bis 100,000.¹ Man würde also vielleicht vorläufig am besten thun, wenn man etwa 50,000 Keime im Cubikcentimeter als Grenzzahl für eine verkaufsfähige, gute Milch aufstellte. Denn erfahrungsgemäss ist die rohe Milch wenige Stunden nach dem Melken — abgesehen von etwaigen Beimengungen pathogener Bakterien — als gesundheitsschädlich wohl sicher nicht anzusehen, und auch ihre Haltbarkeit ist derart, dass sie den Bedürfnissen des Consumenten genügen muss.

Man könnte allerdings Anstand nehmen, die so gewonnene Grenzzahl ohne Weiteres auf die pasteurisirte Milch zu übertragen. Besonders der Umstand, dass in der in sterilisirten, vor äusseren Verunreinigungen geschützten Gefässen aufbewahrten Milch die Keimzahl durch Vermehrung einiger bestimmter in der Milch vorhandener Bakterien allmählich ansteigt, in der rohen Milch dagegen der Keimgehalt zum nicht geringen Theil auch durch das directe Hineingelangen mehr oder weniger grosser Mengen von Mikroorganismen aus verunreinigten Gefässen u. s. w.² bedingt ist, scheint zu fordern, dass bei dem Versuch, die Zulässigkeit der Milch aus dem Bacteriengehalt zu beurtheilen, an die rohe Milch ein anderer Maassstab angelegt werden muss, wie an die pasteurisirte. So lange wir indessen verlässliche Untersuchungen über die Arten der Bakterien in der pasteurisirten Milch und über ihre Stoffwechselproducte nicht besitzen, wird es trotzdem zu empfehlen sein, an der obengenannten immerhin niedrigen Grenzzahl von 50,000 Keimen für alle Fälle festzuhalten.

¹ Cnopf und Escherich, *Verhandlungen der Section für Kinderheilkunde auf der 62. Naturforscherversammlung Heidelberg*. 1889. — Aehnliche Zahlen fand von Freudenreich, *Milchindustrie*, Organ für das Molkereiwesen u. s. w. Bern 1889, December. Freudenreich hat auch Versuche darüber angestellt, wie schnell in der rohen Milch die Vermehrung der Bakterien in verschiedenen Temperaturen fortschreitet. Ich lasse hier als Beispiel einen solchen Versuch folgen, da derselbe vielleicht als Vergleich zu der Vermehrungsgeschwindigkeit der Keime in der pasteurisirten Milch von Interesse sein dürfte.

Freudenreich fand kurze Zeit nach dem Molken ca. 9300 pro Cubikcentimeter.

Nach	bei 15 °	bei 25 °	bei 35 °
3 Stunden	10,000	18,000	39,000
6 „	25,000	172,000	12,000,000
9 „	46,000	1,000,000	35,280,000
24 „	5,700,000	577,500,000	50,000,000

² Vergl. hierüber auch Cnopf und Escherich a. a. O.

Ueerblicken wir das Resultat der mitgetheilten Versuche im Ganzen, so müssen wir zu dem Schluss kommen, dass es mittels der oben beschriebenen zweckmässigen Erhitzung in Verbindung mit der Sterilisation des Kühlers und der Transportgefässe in der That gelingt, eine den hygienischen Anforderungen sowohl wie den Ansprüchen des Consumenten und Producenten völlig genügende haltbarere Milch herzustellen, und dass somit die Möglichkeit einer allgemeinen Versorgung mit guter Milch zweifelsohne besteht. Soll aber das Verfahren, was dringend zu wünschen wäre, allgemeinen Eingang finden, so sind zunächst noch eine Reihe von Einwänden und Bedenken, welche gegen dasselbe erhoben werden könnten, näher zu betrachten und womöglich zu widerlegen.

Erstens liesse sich gegen das neue Verfahren einwenden, dass die Haltbarkeit der pasteurisirten Milch eine für das praktische Bedürfniss zu geringfügige ist. Es scheint dieser Einwand besonders für die bei höherer Temperatur aufbewahrte Milch auf den ersten Blick nicht ganz unberechtigt zu sein; denn wie die Tabellen zeigen, ist thatsächlich bei Temperaturen über 26° C. die Haltbarkeit der pasteurisirten Milch gegenüber der rohen Milch nur um wenige Stunden erhöht. Wenn man indessen von den thatsächlichen Verhältnissen ausgeht, so wird man zu dem Schluss kommen, dass derartig hohe Temperaturen wohl kaum je eine nennenswerthe Zeit auf die Milch einwirken. Bis die Milch zum Transport gelangt, wird sie in der Milchwirtschaft natürlich nicht bei der hohen Aussentemperatur, sondern bei Kellertemperatur von höchstens 15° aufbewahrt werden. Ein derartiger kühler Raum wird wohl überall zur Verfügung stehen; den Transport selbst wird man naturgemäss nicht in die heisseste Zeit des Tages verlegen, sondern auf die kühleren Abend- und Morgenstunden. Nach einem 10 bis 12stündigen Aufenthalt bei Kellertemperatur hat aber, wie aus den Tabellen zu ersehen, die Vermehrung der Bacterien in der Milch noch kaum wieder begonnen. Durch einen darauf folgenden zehnstündigen Transport bei 22 bis 23° würden die Bacterien der Milch sich ebenfalls nur wenig vermehren, zumal in grösseren Quantitäten Milch, die nur sehr langsam die Temperatur der äusseren Umgebung annehmen. Setzt man ausser diesem zehnstündigen Transport sogar noch einen fünfstündigen Aufenthalt bei 23° bis 24° C. auf dem städtischen Verkaufswagen voraus, so gelangt die Milch immer noch in solcher Beschaffenheit in die Hände des Consumenten, dass sie mindestens 10 Stunden haltbar ist und die oben aufgestellte Grenzzahl von 50,000 Keimen meist nicht erreicht hat. Selbst wenn ausnahmsweise in den letzten Stunden auf dem Verkaufswagen eine Temperatur von 25° bis 30° auf die Milch einwirkte, so würde sie darum noch nicht

verderben. Ich habe dies durch einige Versuche noch besonders festgestellt. Wurde z. B. eine bei 75° pasteurisirte Milchprobe zunächst 10 Stunden bei 14° gehalten, dann 22 Stunden bei 23° und endlich 7 Stunden bei 30°, so war dieselbe noch gut (39 Stunden nach dem Pasteurisiren) und hielt sich auf 23° zurückgebracht noch weitere 5 Stunden. — Kommt die Milch unmittelbar oder kurze Zeit nach dem Pasteurisiren zum Transport, so kann man ihre Haltbarkeit gewiss noch bedeutend dadurch vermehren, dass man sie auf eine sehr niedrige Temperatur herunterkühlt. In meinen Versuchen war die Milch, da mit Leitungswasser gekühlt werden musste, nach der Kühlung immer noch ca. 20° warm, während bei Kühlung mit Brunnenwasser oder gar mit Eiswasser leicht 5 bis 11° erreicht werden. Selbst bei 23° bis 24° dauert es dann immer 5 bis 6 Stunden, bis ein Quantum von 20 Litern auf die Aussentemperatur durchwärmt ist. Ich habe das durch mehrere Versuche festgestellt. Auch die Kühlung der Kannen im Innern der Verkaufswagen, durch Eis würde der Haltbarkeit der Milch sehr zu Gute kommen. Alles in Allem genommen kann man unter Berücksichtigung der sämtlichen erwähnten Umstände die Haltbarkeit der pasteurisirten Milch selbst im heissesten Sommer mindestens zu 30 Stunden annehmen, meistens wird dieselbe indessen grösser sein.

In wärmeren Klimaten und bei ausnahmsweise weitem Transport kann man unter Verzicht auf völligen Rohgeschmack durch Pasteurisiren bei 96° die Haltbarkeit der Milch noch weiter erhöhen. Es lässt sich dies um so eher verantworten, als bei sehr grosser Hitze die Milch doch wohl nur in den seltensten Fällen vom Consumenten roh genossen zu werden pflegt. Im Allgemeinen wird man aber in unseren Klimaten mit Pasteurisirtemperaturen von 68° oder 75° sicher auskommen.

Bei Aussentemperaturen unter 22° steigt die Haltbarkeit der Milch fast mit jedem Grade, den man heruntergeht. So ist z. B. aus der Tabelle II Versuch VI zu ersehen, dass die bei 75° pasteurisirte Milch sich bei 18° bis 20° 66 Stunden gut hält; bei 14° bis 16° bleibt die Milch etwa drei Tage verkaufsfähig. Dieser Umstand wird es vielleicht ermöglichen, in Gegenden, wo die mittlere Temperatur des heissesten Monats (Juli) 15° C. nicht wesentlich überschreitet, die pasteurisirte Milch auf sehr weite Entfernungen z. B. von Norwegen nach England zu transportiren. Jedenfalls aber ist die Haltbarkeit der pasteurisirten Milch im Ganzen eine solche, dass sie in unseren Gegenden die Versorgung von Städten mit guter Milch auch aus weit entfernten milchreichen Gegenden sicher ermöglicht, und dass auch der Landwirth aus der Anwendung des Verfahrens entschieden grossen Vortheil ziehen kann. —

Ein zweiter Fehler des Conservirens der Milch durch Pasteurisiren hätte darin bestehen können, dass durch das längere Erhitzen die Ausrahmfähigkeit der Milch vermindert worden wäre. Obgleich etwas Derartiges an sich nicht wahrscheinlich war, zumal bei dem sogenannten Becker'schen Aufrahmeverfahren ja absichtlich die Milch auf 50° C. erwärmt wird, glaubte ich doch über die Stichhaltigkeit eines etwaigen Einwandes in dieser Richtung mir durch einige directe Versuche Gewissheit verschaffen zu sollen.

120 Liter frisch gemolkene Milch wurden in einem Kübel gut gemischt und nun in drei Portionen zu je 40 Liter getheilt. Von diesen wurde eine Portion 15' bei 75°, und eine andere 10' bei 96° pasteurisirt. Die dritte Portion wurde nicht erhitzt. Von allen drei Portionen habe ich dann je 20 Liter in einem kleinen De Laval'schen Handseparator in der in den Molkereien üblichen Weise centrifugirt, die Rahmmenge jeder Portion gemessen, und in der entsprechenden Magermilch den Fettgehalt mittelst des Soxhlet'schen araeometrischen Verfahrens bestimmt. Nach dem gleichen Verfahren wurde auch der Fettgehalt in Proben der nicht centrifugirten Milch ermittelt.

Fettgehalt der ganzen Milch	Fettgehalt der Magermilch	Rahmmenge	
3.65 Proc.	0.31 Proc.	3300 ccm	Nicht erhitzte Milch
	0.28 „	3340 ccm	Bei 75° pasteurisirte Milch
	0.30 „	3290 ccm	Bei 96° pasteurisirte Milch

Aus der kleinen Tabelle ist zu ersehen, dass der Ausrahmungsgrad bei allen drei Proben fast genau derselbe, d. h. der für den Laval'schen Separator bei 4000 Touren pro Minute normale war.

Die Verbutterungsfähigkeit des Rahmes, wie auch der Geschmack der Butter, hatte ebenfalls nicht gelitten. Es war dies auch an sich kaum wahrscheinlich, da bei manchen Buttergewinnungsverfahren der Rahm absichtlich vor dem Buttern stärker erhitzt wird.

Ein drittes Bedenken, das der allgemeineren Einführung des neuen Pasteurisirverfahrens vielleicht hindernd im Wege stehen könnte und das sicherlich noch oft gegen dasselbe geltend gemacht werden wird, ist die Complicirtheit und das Zeitraubende des Verfahrens.

Die Complicirtheit ist indessen nur scheinbar vorhanden. In Wirklichkeit ist, wenn alle Apparate und Verbindungen exact und praktisch gearbeitet sind, der ganze Pasteurisirprocess von völlig ungeübten Leuten nach ein- oder zweimaligem Erklären leicht und vollkommen richtig auszuführen. Ich habe nicht unterlassen, mich hiervon wiederholentlich zu überzeugen.

An Personal ist nicht mehr erforderlich, wie in einer ländlichen Molkerei kleinsten Styls mit Centrifugenbetrieb.

So zeitraubend, wie es auf den ersten Blick scheint, ist das Verfahren ebenfalls nicht. Als Pasteurisirtemperatur wird man gewöhnlich nach dem oben Ausgeführten 75° wählen. Das Anwärmen der Milch auf diese Temperatur dauert höchstens 15 Minuten; die gleiche Zeit muss die Temperatur einwirken. Die dann folgende Kühlung nimmt bei richtiger Bemessung der Dimensionen des Kühlers $\frac{1}{2}$ Stunde in Anspruch. Es erfordert also jedes zu pasteurisirende Quantum Milch etwa eine Stunde Zeit. Die Sterilisation des Kühlers und eines Theiles der Transportgefäße kann sehr gut während des Pasteurisirens mittelst eines zweiten vom Kessel abgehenden Dampfrohres besorgt werden, besonders während der Zeit des Constanthaltens der Pasteurisirtemperatur, wobei fast gar kein Dampf verbraucht wird. Den anderen Theil der Transportgefäße sterilisirt man während der ersten Zeit des Kühlens.

Bei richtiger Bemessung der Dimensionen des Dampfkessels, des Pasteurisirapparates und des Kühlers lassen sich aber mindestens 500 Liter Milch auf einmal in der angegebenen Zeit pasteurisiren.

Danach nimmt das Verfahren kaum mehr Zeit in Anspruch wie die älteren Methoden. Aber auch vorausgesetzt, man brauchte zur Ausführung des neuen Verfahrens wirklich etwas mehr Zeit, so fällt das den durch dasselbe erreichten Vortheilen gegenüber kaum in's Gewicht, zumal für gewöhnlich beim Betriebe einer ländlichen Molkerei doch relativ viel Zeit und Personal verfügbar ist.

Die Kosten, welche dem Landwirth aus der Anwendung des Pasteurisirverfahrens erwachsen, belaufen sich nach einer genauen Berechnung, deren Einzelheiten ich hier übergehe, auf höchstens 0.3 bis 0.6 Pfennige (je nachdem, ob für Centrifugenbetrieb ein Dampfkessel vorhanden ist oder nicht) pro Liter Milch. Dieselben dürften aber wohl in allen Fällen durch die Vortheile der pasteurisirten Milch überreichlich aufgewogen werden.

Obwohl nun also das neue Pasteurisirverfahren in Bezug auf seine Leistungsfähigkeit die älteren Apparate bedeutend überragt und in Bezug auf Inanspruchnahme von Zeit und Kosten nicht unvorteilhafter arbeitet als diese, so habe ich mich doch bemüht, zu versuchen, ob der Zweck, die Milch eine genau bestimmte Zeit auf eine genau bemessene Temperatur zu erhitzen und das nachträgliche Hineingelangen neuer Keime in dieselbe zu verhüten, sich nicht auf noch einfacherem, kürzerem und billigerem Wege erreichen liesse. Bei dem Bestreben in dieser Richtung war der Gedanke naheliegend, mit Umgehung aller complicirten Apparate die Erhitzung der Milch direct in den gut

verschlossenen Transportgefässen und die Kühlung durch Einsetzen der Kannen in Wasser vorzunehmen.

Die Milch wurde in Kannen zu 20 Litern in einem geschlossenen eisernen Kasten, in welchen aus dem Dampfkessel Dampf eingeleitet werden konnte, erhitzt. Die Anwärmung ging sehr rasch vor sich. Das Constanthalten einer bestimmten Temperatur war relativ leicht ausführbar. Auch die nachträgliche Kühlung der Milch durch Einsetzen der Kannen in fließendes Wasser liess sich — allerdings mit sehr grossem Wasserverbrauch — hinreichend rasch bewirken.

Anfänglich glaubte ich, dass es zur sicheren Conservirung nothwendig sei, die Kannen vor dem Einfüllen der Milch zu sterilisiren. Es geschah dieses, da der eiserne Erhitzungs-Kasten auf Druck construirt war, durch 10 Minuten langes Einsetzen in den Dampfraum desselben bei einem Dampfdruck von 0.75 Atmosphären, entsprechend einer Temperatur von ca. 115° C.

Controlversuche mit nicht sterilisirten Kannen ergaben indessen, dass in ihnen die Haltbarkeit der Milch nicht wesentlich geringer war, wie in den sterilisirten, wenn nur die Vorsicht gebraucht wurde, die Kannen ganz zu füllen.

Etwas rascher schien allerdings das Verderben der Milch und das Ansteigen des Bacteriengehaltes in den nicht sterilisirten Gefässen vor sich zu gehen, wie aus Tab. V hervorgeht.

Ich lasse hier als Beispiele in tabellarischer Uebersicht die Resultate einiger Versuche folgen, darunter auch die von Parallelversuchen mit sterilisirten und nichtsterilisirten Kannen. Es ist daraus zu ersehen, dass die Resultate des einfacheren Verfahrens in Bezug auf Haltbarkeit der Milch ganz befriedigende waren; das war aber keineswegs der Fall in Bezug auf die Beschaffenheit der Milch.

Schon die ca. 35' auf 68° erhitzte Milch zeigte Geschmacksänderung. Bei einer 15 Minuten langen Einwirkung von 75° C. war dieselbe sehr stark ausgesprochen und trat besonders nach längerem Stehen der Milch unangenehm hervor. Dazu kommt, dass in der Milch kleine Flocken von durch Hitze geronnenem Eiweiss schwimmen,¹ an welche sich besonders nach längerem Stehen der Milch Rahmtheilchen fest anhängen; dadurch wird die Milch bald unansehnlich. Erhöht wird diese Unannehmlichkeit noch dadurch, dass sich auf der Oberfläche der Milch eine sogenannte Milchhaut bildet, an deren Fetzen ebenfalls Rahmtheilchen hängen bleiben.

¹ Bei dem ersten Pasteurisirverfahren werden diese durch ein feines im Einflussbecken des Kühlers befindliches Sieb abgefangen.

Tabelle IV. Versuche über das Pasteurisiren der Milch in den Transportgefäßen.

Nr.	Temperatur, bei der der Proben standen	Grad	Pasterisirt-temperatur	Rohes Milch verdorben nach		Past. Milch in sterilen Gefässen gut nach		Past. Milch in steril. Gefässen verdorben nach		Past. Milch in nicht sterilen Gefässen ver-	Stunden	Zahl der Bakterien in 1 cem				
				Stunden	Grad	Stunden	Grad	Stunden	Grad			Rohes Milch	Past. Milch in sterilen Gefässen sofort	Past. Milch in sterilen Gefässen nach	Past. Milch in nicht sterilen Gefässen sofort	Past. Milch in nicht sterilen Gefässen nach
I.	22—23	15' 75°	20	48	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	15	"	30	72	96	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
II.	27—30	10' 96°	15	22	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	22—23	"	20	62	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	15	"	30	96	108	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
III.	20	15' 75°	24	60	72	60	—	—	—	—	—	—	—	—		
	14	"	35	96	108	96	—	—	—	—	—	—	—	—		
IV.	18—20	15' 75°	22	66	80	60	72,000	0—1	24 Std. 1—2 48 " 45,000 66 " 675,000 66 " 72,000	1—2 48 " 80,000	24 Std. 22—38 48 " 80,000	—	—	—		
	14	"	30	90	108	90	72,000	0—1	66 " 72,000	1—2	66 " 141,000	—	—	—		
V.	23	15' 75°	18	40	50	40	288,000	8—6	24 " 7,800	5—8	24 " 19,500	—	—	—		
VI.	23	10' 96°	18	72	80	65	300,000	4—0	24 " 8—2 48 " 121,000 72 " 1,500,000	4—2	24 " 75—74 48 " 1,200,000	—	—	—		
	16	15' 75°	25	72	90	90	337,500	0—0	24 " 8—12 40 " 800 62 " 250,000	0—1	24 " 8—6 40 " 1,440 62 " 300,000	—	—	—		

Bei dieser durchaus mangelhaften Beschaffenheit der Milch dürfte das zweite Verfahren trotz der grösseren Einfachheit sicher nicht vor dem ersten den Vorzug verdienen, und zwar um so weniger, als auch etwaige durch dasselbe erzielte ökonomische Vortheile in sehr vielen Fällen wieder ausgeglichen würden durch den ganz bedeutenden Verbrauch an Kühlwasser, welches nöthig wird, wenn die Abkühlung der Kannen hinreichend rasch erfolgen soll.¹

Nachdem es somit gelungen, ein Verfahren zu finden, mittelst dessen es möglich ist, ohne die Qualität der Milch zu beeinträchtigen, auf billige und leichte Weise die Milch sowohl länger haltbar zu machen als auch sicher von etwaigen pathogenen

¹ Neuerdings wird durch die Tagesblätter bekannt, dass in Berlin eine Firma Neuhaus, Gronwald und Oehlmann sterilisirte Milch in Flaschen zum Preise von 10 Pf. pro $\frac{1}{3}$ Liter in Handel bringen wird. Die Sterilisation erfolgt in einem von Gronwald construirten Apparate durch Erhitzen. Genauer über das Verfahren ist noch nicht bekannt; doch zeigt der Geschmack der Milch auf's deutlichste, dass dieselbe mindestens bis nahe zur Siedetemperatur erhitzt wird.

Aus den vorstehenden Ausführungen ergibt sich, dass dieses Unternehmen nicht ganz richtige hygienische Principien verfolgt. Für eine allgemeine Milchversorgung ist die Gronwald'sche Milch viel zu theuer; sie ist namentlich für die ärmere Bevölkerung unerschwinglich, während gerade diese eine keimfreie und zugleich billige Milch vor allem bedarf. Ferner ist es unrichtig, für den allgemeinen Markt den Rohgeschmack der Milch fallen zu lassen. Will man das thun, so bedarf es zur Herstellung keimfreier Milch überhaupt nicht besonderer geheimnissvoller Verfahren oder Apparate. Oeconomierath Grub in Berlin stellt seit Jahren eine in Flaschen sterilisirte und der Gronwald'schen mindestens gleichwerthige Milch in einem Desinfectionsapparate von Rietschel und Henneberg her. Der Milchproducent kann sogar in noch billigerer Weise zu einem solchen Präparat kommen, wenn er die gefüllten Kannen in einem der bekannten primitiven Desinfectionsapparate für strömenden Dampf oder auch in einem offenen Kessel in Wasser kurze Zeit auf ca. 96° erhitzt. Hält man dagegen an der Forderung des Rohgeschmacks für die Marktmilch fest, dann ist bis jetzt lediglich das beschriebene Pasteurisirverfahren im Stande, keimfreie Milch zu liefern; und dasselbe gewährt ausserdem die Keimfreiheit für so billigen Preis, dass die derartig präparirte Milch allen Schichten der Bevölkerung zugänglich ist.

Für eine Versorgung mit sterilisirter Kindermilch ist aber unbedingt das von Hochsinger empfohlene Verfahren der Gronwald'schen Art der Präparation vorzuziehen. Es wäre daher zu wünschen, dass bei dem Gronwald'schen Unternehmen Einrichtungen getroffen würden, welche es zu einer Versorgung Berlin's mit wirklich empfehlenswerther sterilisirter Kindermilch befähigten (vgl. S. 246); für eine Desinfection der gewöhnlichen Marktmilch ist es entschieden nicht geeignet.

Keimen zu befreien, wäre es dringend zu wünschen, dass ein sachgemässes Pasteurisiren der Milch allgemeinen Eingang finden möge. Da sich der Ausführung desselben unüberwindliche oder auch nur irgendwie erhebliche Schwierigkeiten nicht entgegenstellen, so ist, bei der grossen Infectionsgefahr, welche die rohe Milch bietet, zweifellos die Hygiene berechtigt zu, fordern, dass alle Milch, bevor sie zum Verkauf gelangt, pasteurisirt wird. Und zwar müsste diese Forderung nicht nur für die Gebrauchsmilch gestellt werden, sondern auch für die Milch, welche zu Butter verarbeitet wird, besonders, wenn die Behauptung, dass pathogene Bacterien in der Butter längere Zeit lebensfähig bleiben können, durch genauere Untersuchungen bestätigt werden sollte. Denn eine Butter, welche lebenskräftige Krankheitserreger enthält, birgt vielleicht eine noch grössere Infectionsgefahr, wie Milch, da die Butter zum weitaus grössten Theile roh genossen zu werden pflegt, die Milch dagegen von vorsichtigen Consumenten immerhin oft vor dem Genuss gekocht wird.

In vielen Fällen werden gewiss die offenbaren finanziellen Vortheile des neuen Verfahrens den Milchproducenten bewegen, dasselbe anzuwenden. Aber ganz wird auf diesem Wege das hygienisch so wichtige Ziel, allgemein dem Publikum eine sicher von Infectionskeimen freie Milch darzubieten, nicht erreicht werden. Auch der Druck der öffentlichen Meinung würde wohl kaum in allen Fällen ausreichen. Wollen wir wirklich sicher gehen, so wird es sich kaum vermeiden lassen, in ähnlicher Weise wie z. B. beim Fleisch, zu gesetzlichen Maassnahmen zu greifen und durch administrative Verordnungen das Pasteurisiren der Milch obligatorisch zu machen. Eine Härte gegen den Producenten würde in einem derartigen Gesetz um so weniger liegen, als einerseits das Verfahren nur wenig kostspielig ist, andererseits ja aber auch dem Producenten selbst meistens grosse Vortheile bietet.

Es soll zwar nicht geleugnet werden,¹ dass die allgemeine Durchführung eines derartigen Gesetzes keine einfache sein würde, ja dass sie vielleicht unmöglich ist.

Das aber liesse sich gewiss erreichen, dass wenigstens die in Städte eingeführte Milch gewissen gesetzlichen Vorschriften genügen muss, wie ja auch bei der Fleischversorgung grösserer Städte ähnliche Grundsätze massgebend sind, und wie für Milch in einigen Städten Schwedens¹ in dieser Hinsicht mindestens ein beachtenswerther Anfang gemacht ist.

¹ Vergl. R. Wawrinsky, Die Milchcommission in Stockholm. *Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege*. Bd. XXI. S. 424 ff.

Wenn man auch das Pasteurisiren selbst nicht gesetzlich vorschreiben kann, so liesse sich z. B. durch die Vorschrift, dass keine Milch in Städten zum Verkauf gelangen darf, deren Bacteriengehalt eine festgesetzte niedrige Grenze — etwa 50,000 Bacterien pro Cubikcentimeter — überschreitet, sowie durch ausgiebige polizeiliche Controle in dieser Richtung das gewissenhafte Pasteurisiren der Handelsmilch in sehr vielen Fällen indirect erzwingen.