

sich, daß ihm nicht der Grad von Selbständigkeit gewährt werden konnte, den er bei seinem ausgeprägten Unabhängigkeitsgefühl haben wollte. So kam es denn, daß er nach mehr als 22 jähriger erfolgreicher Auf- und Ausbauarbeit mit Zustimmung der Farbenfabriken eine ihm angebotene leitende Stellung bei der Rhenania übernahm. Es ist mir eine angenehme Pflicht, hier als Kennzeichen seiner stets sachlichen und vornehmen Denkweise die Tatsache zu betonen, daß durch diese Trennung seine freundschaftlichen Beziehungen zu den Farbenfabriken und im besonderen zu mir nicht im geringsten gelitten haben und auch heute noch ungetrübt fortbestehen. Aber bei der Rhenania blieb unser Freund nicht lange. Die unerquicklichen Arbeitsverhältnisse der Nachkriegszeit mögen ihm die Tätigkeit in der Technik verleidet und die schon immer in ihm schlummernde und wohl vom Vater ererbte Neigung zum Lehren aufgeweckt haben. So nahm er denn im Jahre 1922 einen ehrenvollen Ruf als Dozent für chemische Technologie an der Technischen Hochschule in Hannover an. Dort übermittelte er nun seine großen Kenntnisse und Erfahrungen der heranwachsenden Generation zum Wohle des Vaterlandes und zur eigenen Befriedigung.

Was unser Jubilar für die gemeinsamen Interessen der Chemiker und für den Verein deutscher Chemiker geleistet hat, brauche ich den zahlreichen Freunden des Gefeierten und den Fachgenossen nicht zu schildern. Wer auf den Tagungen des Vereins seinen mit nachtvoller Stimme, klarem Verstand und warmem Herzen vorgebrachten Ausführungen zu folgen Gelegenheit hatte, der fühlte, daß hier eine Persönlichkeit stand, der man die allgemeinen Interessen der Chemiker anvertrauen konnte.

Das Lebensbild, das ich in kurzen Zügen entworfen habe, würde aber nur unvollständig sein, wollte ich hier nicht seiner liebenswürdigen Gattin gedenken, der fröhlichen Rheinländerin und trefflichen Mutter dreier Söhne, von denen leider einer im Kriege auf dem Felde der Ehre geblieben ist. Sie hat seinen Lebensweg getreulich geteilt und steht allen Freunden des Hauses beim Gedenken des Jubilars als untrennbar von seinem Bilde vor Augen.

Mögen unserem Freunde noch viele Jahre gleich erfolgreichen Schaffens beschieden sein. Die chemische Technologie hat keinen Überfluß an solch kenntnisreichen, das Gebiet beherrschenden Fachleuten, und die Allgemeinheit braucht heute mehr denn je Männer, die sich, mit Sachkenntnis ausgerüstet, uneigennützig und warmfühlend für das Gemeinwohl einsetzen. Der Jubilar hat das Glück, aus einem ungewöhnlich langlebigen Geschlechte zu stammen; wir dürfen daher hoffen, daß unser aller Wunsch in Erfüllung geben wird, daß Fr. Quincke noch viele Jahre an gleicher Stelle in voller Gesundheit und geistiger Frische wirken möge.

Leverkusen, im Juli 1925.

[A. 117.]

## Neuzeitliche Entwicklung der Milchindustrie.

Von Dr. L. EBERLEIN, Nahrungsmittelchemiker, Leipzig.  
(Eingeg. 6.4. 1925.)

Wie auf allen Gebieten, vollzieht sich die Entwicklung der milchverarbeitenden Industrien in raschstem Zeitmaße. Nicht nur, daß das wichtigste Nahrungsmittel, die Milch — wenigstens soweit es zur Versorgung der Großstädte dient — einer bestimmten Bearbeitung unterzogen werden muß, wenn es in geeignetem Zustand zu den Verbrauchern gelangen soll, dient die Milch vielmehr

jetzt zur Herstellung von Dauerpräparaten, wie Kondensmilch und Trockenmilch, deren Herstellungsverfahren gerade in den letzten Jahren außerordentlich vervollkommen ist, und diese Vervollkommenung in bezug auf die Herstellung aller möglichen Milchpräparate vollzieht sich so vielseitig, daß im nachfolgenden nur eine Auswahl von einzelnen Verfahren gegeben werden kann, wobei von der Schilderung der Herstellung der eigentlichen Molkereiprodukte, Butter und Käse, die mehr den Molkereitechniker interessiert, im allgemeinen abgesehen ist, und ebenso die Gewinnung von Kasein und Kaseinderivaten, als einer Industrie für sich, hier nicht erwähnt werden soll.

An dieser Stelle dürfte zunächst die Art und Zubereitung der Milch, wie sie in modernen Großstädten zum Verbrauch gelangt, von Interesse sein. Man kann drei Arten von Verbrauchsmilch für Großstädte unterscheiden:

1. Milch, die vom Land nach der Stadt gebracht und dort vom Wagen direkt verkauft wird;

2. Milch, die in einem kommunalen oder privatwirtschaftlichen Betrieb in einer Sammelmolkerei einem einfachen Entkeimungsprozeß — meist durch Pasteurisierung — vor dem Verkauf unterworfen wurde;

3. Vorzugs- oder Kindermilch, deren Gewinnung und Weiterbehandlung unter besonderen Vorsichtsmaßregeln vorgenommen wurde, und die, wie bei der Kindermilch, unter Umständen noch zweckmäßige Zusätze erhält.

Was die erste, ganz primitive Art der Milchversorgung anbelangt, so könnte sie bei der heutigen Besprechung vollständig ausscheiden; indessen mag der Hinweis gestattet sein, daß dieselbe für Orte, deren Umgebung einen tuberkulös verseuchten Viehbestand aufweist, als höchst bedenklich betrachtet werden muß. Es berührt eigentlich, wenn Großstädte, deren Einwohnerzahl sich der Million nähert, teilweise noch auf diese Weise mit Milch versorgt werden. Zu berücksichtigen ist, daß besonders der ärmeren und unwissendere Teil der Bevölkerung vielfach auf diese Art der Milchversorgung angewiesen ist, und infolgedessen in vielen Fällen die hier unumgänglich notwendige Erhitzung unterbleiben dürfte. Wo diese Art des Milchhandels nicht umgangen werden kann, ist häufige Probenentnahme durch Organe der Wohlfahrtspolizei mit nachfolgender sorgfältiger Untersuchung in einem städtischen Untersuchungsamt angebracht, oder vielmehr ganz unerlässlich.

Die zweite Art der Milchversorgung durch eine Sammelmolkerei, in welcher die Milch einen Pasteurisierungsprozeß durchgemacht hat, ist für unsere deutschen Mittel- und Großstädte von ausschlaggebender Bedeutung. Es handelt sich darum, die Milch auf eine Temperatur zu bringen, die eine wirkliche Abtötung aller gesundheitsschädigenden und sonst störenden Organismen, insbesondere auch der Rindertuberkelbazillen, gewährleistet; anderseits darf die Erhitzung nicht so hoch sein, um die wertvollen Bestandteile nicht zu schädigen, so daß die Reaktion auf die Milchenzyme ein positives Resultat ergibt. Lab- und Aufrahmefähigkeit erhalten bleibt, und die Milch keinen Kochgeschmack annimmt. In den meisten Fällen wird dies auf dem Wege der Dauererhitzung erreicht, d. h. die Milch wird während längerer Zeit — ungefähr 30 Minuten — einer Erhitzung von 63—65° ausgesetzt, dann möglichst rasch heruntergekühlt, um auf schnellstem Wege der Verbraucherstelle zugeführt zu werden. Dieser Pasteurisierungsprozeß wird vorteilhaft in demselben Gefäß vorgenommen, in

welchem die Milch zu dem Verbraucher gelangt; das ist für den Hausbedarf die Milchflasche. Hier ist zu beachten, daß alle aufgewandte Müheleistung zwecklos ist, wenn die Art des Flaschenverschlusses keine genügende Sicherheit für Integrität gewährleistet, so daß wirklich jede nachträgliche Infektion, Herausnahme von Milch und Ersetzen des herausgenommenen Quantum durch Wasser oder ähnliche Manipulationen, ausgeschlossen sind. — Vielfach geht diesem Pasteurisierungsprozeß noch eine Vorerhitzung voraus, wobei die Milch von dem Sammeltank durch einen mit Rührwerk versehenen sogenannten Pasteur, einen doppelwandigen, mit Dampf beheizten Zylinder mit einem Pappverschluß oder einer Metallkapsel, im kontinuierlichen Strom geleitet wird, um mit Hilfe eines Abfüllapparates mit der richtigen Temperatur in die Flasche gebracht zu werden.

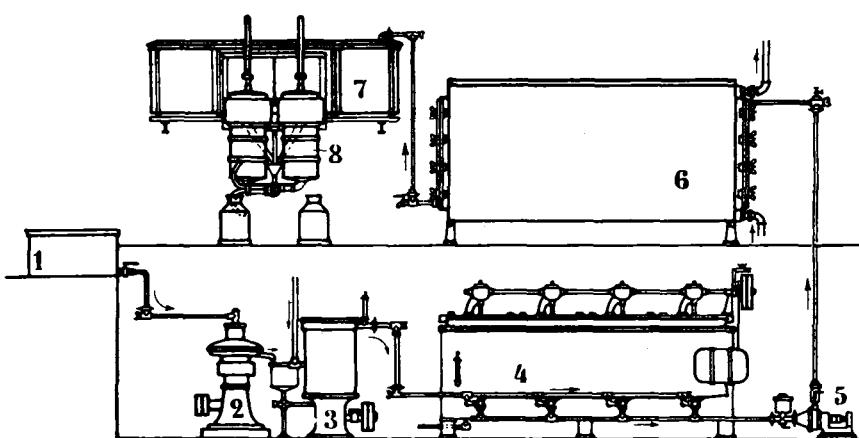
Beispielsweise wird beim Degerma-Verfahren der Molkereimaschinenfabrik Max Schulz A.-G., Oldenburg, die vorpasteurisierte Milch in Flaschen aus innen verzinntem Stahlblech gefüllt. Die eigentliche Pasteurisation (Dauerpasteurisierung) erfolgt in großen Wasser-

größten wirtschaftlichen und praktischen Vorteile ergibt. Die Milch, die vorher durch eine Schmutzentrifuge gereinigt wird und gegebenenfalls noch einen Vorerhitzer passiert hat, gelangt durch Hähne in die einzelnen Zellen, von denen jede mit einem Propellerrührwerk versehen ist. Für Ab- und Zufluß dient ein Hahn. Eine Nachinfektion durch unerhitzte Milch, die sich im Hahnkörper ansammelt, ist nach angestellten Prüfungen nicht zu befürchten. Der Antrieb der vier Zellenpropeller erfolgt durch eine gemeinsame Riemscheibe, die Getriebe sind sorgfältig gekapselt. Das Wasserbad wird durch Dampf erwärmt, der durch ein gelochtes Blech direkt in das Wasser strömt. Die Umstellung der Hähne erfolgt selbsttätig, d. h. nach jeder Viertelstunde wird eine Zelle auf Entleerung, eine andere auf Füllung geschaltet, während die übrigen geschlossen bleiben, da der Apparat im „Stundenbetrieb“ arbeitet, d. h. Füllung, Pasteurisierung und Entleerung der Zellen nimmt eine Stunde in Anspruch.

Die Abkühlung der Milch wird jetzt vielfach nicht mehr mit den bisher üblichen Berieselungskühlern vorgenommen, bei denen die Milch in Form eines dünnen Milchspleiers über einen gewellten, von innen mit kaltem Wasser gekühlten Blechkörper herunterrieselt und so in außerordentlich großer Fläche mit der Luft in Berührung kommt, sondern im geschlossenen Röhrensystem. Im Ahlborschen Doppelröhrenkühler wird die Milch durch gerade, verzinnte Kupferrohre geleitet, die keinerlei Krümmungen besitzen. Jedes dieser Milchrohre ist von einem zweiten eisernen Rohre umgeben, so daß zwischen den Rohren ein Hohlraum entsteht, durch welchen Kühlwasser im Gegenstrom zur Milch fließt. Auf diese Weise können die beim offenen Kühler unvermeidlichen Infektionen ausgeschaltet werden, anderseits lassen sich so auch Verluste durch Schäumen, Spritzen und Verdunsten vermeiden.

Zu einer vollständigen Milchversandanlage, die natürlich immer einen größeren Verbrauch zur Voraussetzung hat, kommen noch verschiedene Hilfsapparate in Betracht, so daß eine vollständige Zusammenstellung — nach Ahlborschem Muster — beispielsweise aus Annahmehälter, Reinigungszentrifuge, Milchvorerhitzer, Dauererhitzer, Schaumpumpe, Doppelröhrenkühler, Milchbehälter für die erhitze und gekühlte Milch und der „Milchausgabe“ besteht, durch welche die Milch in Kannen gefüllt wird. Die Vierzellendauererhitzer, die vielfach nachgeahmt worden sind, werden mit einer Stundenleistung bis zu 6000 l gebaut.

Auf einem anderen Prinzip der Dauererhitzung beruht der Dauermilchheißhalter „Hako“ der Firma Jüemann & Co., A.-G., Oberscheden. Bei diesem Apparat, der sich besonders für mittlere und kleinere Betriebe eignen dürfte, sind die einzelnen Zellen nicht wie beim Ahlborschen Apparat nebeneinander geschaltet, sondern als Einsatz konzentrisch ineinander geschachtelt; es entstehen auf diese Weise verschiedene Kammer, die die vorher erhitze Milch nacheinander zwangsläufig durchlaufen muß, wobei, ohne weitere Wärmezufuhr von außen, bei der Bauart des Apparates, innerhalb gewisser Zeit- und innerhalb gewisser Temperaturgrenzen, eine bestimmte Dauerpasteurisierung gewährleistet ist. — Der innere, kleinste Topf bildet die erste Kammer, in welche die heiße, durch einen Pasteur vorerhitzte Milch von oben durch ein Zulaufrohr eintritt. Die zweite Kammer, welche die Milch von der ersten



bäden von oblonger Form bei 63—65°; die Stahlflaschen werden während der Zeit von 30 Minuten in besonderen Flaschenkästen entweder von Hand oder mit automatischen Vorrichtungen durch das Wasserbad durchgeführt. Eine Zirkulationspumpe sorgt für Erhaltung der richtigen Temperatur im Bad. Nach erfolgter Pasteurisierung gelangen die Kästen mit den Flaschen in einen anderen Behälter von gleicher Beschaffenheit, in welchem aber das warme Wasser durch kaltes ersetzt ist, das den eintretenden Flaschenkästen entgegenströmt und die Abkühlung herbeiführt.

Als Flaschenverschluß dient eine fest an den Flaschenhals mit Verschlußmaschine angepreßte Aluminiumkapsel.

Um die Einführung der Dauerpasteurisierung im großen hat sich unter anderen die Firma Ahlborn, Hildesheim, verdient gemacht. Um größere Mengen Milch — sei es für städtische Versorgung, sei es zur Jungviehaufzucht — der Dauererhitzung zu unterziehen, bedient man sich des Wannensystems, d. h. die Milch, die sich in einem wannenförmigen Gefäß befindet, wird durch ein umgebendes Wasserbad während der Dauer von 30 Minuten auf 61—63° erhitzt. Es leuchtet ohne weiteres ein, daß eine raschere und sichere Durchhitzung der Milch erfolgt, sobald es sich um große Mengen handelt, wenn die Milch nicht in einer „Wanne“ oder „Zelle“, sondern in mehreren verteilt in dem Wasserbad hängt. Nach den Versuchen von Ahlborn hat sich der Vierzellenapparat am besten bewährt, da derselbe, in besonderer Berücksichtigung der Stundenleistung einschließlich der Zuführungs- und Abflußzeit der Milch, die

Kammer zugeführt erhält, besteht aus dem ringförmigen Raum, der aus dem zweiten Topf mit dem konzentrisch darin stehenden ersten Topf gebildet wird; in gleicher Weise ist eine dritte Kammer, die beiden ersten umschließend, angeordnet. Jeder Einsatztopf besitzt einen Einsatzzyylinder, dessen Weite nur wenige Millimeter kleiner als die seines zugehörigen Topfes ist, und der mit diesem zwischen ihren senkrechten Wandungen einen engen, ringförmigen Spalt bildet, der der Milch als Übergang von einer Kammer zur anderen dient. Der Abfluß der Milch erfolgt durch eine in der Bodenmitte des Apparates angebrachte Öffnung durch ein regulierbares Abflußrohr. Die am weitesten nach außen befindliche Milchmenge zwischen dem Mantel des Gefäßes und dem größten Einsatztopf, bildet eine wärmeschützende Isolierschicht gegen Wandungen und Böden der Einsatztöpfe. Der Apparat ist mit einem lose aufsitzenden Deckel geschlossen. Die Arbeitsweise ergibt sich demnach von selbst; die Milch strömt durch das Zuflußrohr, das den Deckel durchbricht, in langsamem Wege in die durch Kammern und Zylinder gebildeten Zwischenräume, um durch das Abflußrohr zu dem Kühler abzufließt; bei diesem Arbeitsgang werden die einzelnen Milchteilchen für eine bestimmte Zeit auf der erforderlichen Pasteurisierungstemperatur gehalten.

Bei der Dauererhitzungswanne des Bergedorfer Eisenwerks sind alle Hähne durch Tellerventile ersetzt.

Ein Verfahren, welches die Vorteile einer Dauererhitzung mit denen einer Momenterhitzung verbindet, ist das Biorisoratorverfahren, System Dr. Lobeck. Hierbei wird die Milch aus dem Sammelbassin mit Hilfe einer Druckpumpe zunächst in einen Druckkessel gebracht, um von da mit einigen Atmosphären Druck in den Biorisorator, einen geschlossenen Kessel, befördert zu werden, der durch einen Außendampfmantel auf etwa 76° geheizt wird. Die Milch tritt durch Düsen in den Biorisorator ein; die fein verteilte Milch wird fast momentan auf eine Temperatur von 75° gebracht und augenblicklich entkeimt. Die Milch fließt alsdann durch ein Rohr über einen geschlossenen Kühler in ein Sammelgefäß, um von da, gehörig abgekühlt, mittels Flaschenabfüllmaschine in die Flaschen gebracht zu werden. Man röhrt der Milch nach, daß alle Krankheitskeime bei diesem Verfahren vernichtet sind; die Milchenzyme sind erhalten geblieben; Labfähigkeit ist zwar etwas verzögert, aber sonst im vollen Umfang erhalten, so daß der Charakter der Rohmilch im allgemeinen gewahrt ist. Die Haltbarkeit der biorisierten Milch soll nach Angaben der Hersteller diejenige der pasteurisierten Milch übertreffen.

Handelte es sich im vorstehenden um Herstellung einer der Allgemeinheit zur Verfügung gestellten Trinkmilch oder auch um pasteurisierte Magermilch für die Viehernährung, so muß die Gewinnung und Benutzung der sogenannten Vorzugsmilch von einem anderen Standpunkt aus betrachtet werden. Das Ideal der Milchversorgung für die gesamte großstädtische Bevölkerung wäre überhaupt die Belieferung mit Vorzugsmilch, d. h. einer unter aseptischen Verhältnissen gemolkenen, von ganz gesunden Tieren stammenden Rohmilch, die der Allgemeinheit zu erschwinglichen Preisen zur Verfügung gestellt werden könnte. Diese ideale Forderung ist an manchen Orten, z. B. in manchen Städten Dänemarks, durchgeführt; für die meisten für uns in Frage kommenden Verhältnisse, wie z. B. für die sächsischen Großstädte, wird sie sich schlechterdings nicht verwirklichen lassen. Hier wird sich die Versorgung mit Vorzugsmilch auf be-

sonders empfindliche Personen und auf Kinder beschränken müssen. In Leipzig wird die Vorzugsmilch bekanntlich in der mustergültig geleiteten Milchhygienischen Untersuchungs- und Kindermilchanstalt hergestellt. Wenn nun auch nur ein Teil der Bevölkerung mit dieser Vorzugsmilch beliefert werden kann, so ist doch die Tätigkeit dieser Anstalt auch für die Gesamtheit von größter Bedeutung, indem durch die fortgesetzten Probeentnahmen mit anschließender Untersuchung eine unausgesetzte Kontrolle über den der allgemeinen Versorgung dienenden Viehstand ausgeübt wird, wodurch schrittweise eine Ausmerzung der mit Mastitis behafteten Tiere herbeigeführt werden kann. Die Untersuchungen erstrecken sich auf Schmutzgehalt, Fettgehalt, Katalasegehalt und Keimzahl; ferner auf den mikroskopischen Befund bezüglich Streptokokken pathogener Art, anderer Mikroorganismen und Verunreinigungen im Zentrifugensediment.

Selbstverständlich wird als Vorzugsmilch, wenn es sich um Rohmilch handelt, nur solche verwandt, die von absolut gesunden Tieren stammt, und die unter aseptischen Verhältnissen ermolken, bei großer Keimarmut in sterile Flaschen gefüllt wurde. Betreffs der Abgabe von Kindermilch seitens der Leipziger Anstalt ist hervorzuheben, daß dieselbe nicht etwa eine in schematischer Weise hergestellte Säuglingsnahrung vorstellt, sondern daß dieselbe in jedem Fall dem Krankheitszustand des betreffenden Kindes angepaßt wird, wie es der jeweiligen ärztlichen Verordnung entspricht. Auch die Dosierung der Flüssigkeitsmenge wird von Fall zu Fall gemäß ärztlicher Verordnung vorgenommen. Betreffs Art der Abgabe der verschiedenen Milcharten seitens der Leipziger Anstalt seien genannt:

1. Milchmischungen, hergestellt aus Milch, Wasser, Tee, Nährzucker, Haferschleim und Mehl.
2. Vollmilch ohne Zusatz in rohem Zustand.
3. Milchpräparate:
  - a) Eiweißmilch nach Finkelstein (besonders bewährt und vielfach angewandt);
  - b) Buttermilch nach Köppé;
  - c) Liebigsuppe;
  - d) Malzsuppe nach Keller;
  - e) Buttermehlnahrung nach Czerny-Kleinschmidt.

Auf die Herstellung der eigentlichen Molkereiprodukte Butter und Käse will ich hier nicht näher eingehen, da die üblichen Darstellungsweisen wohl mehr den Molkereitechniker als den Chemiker interessieren dürften. Erwähnt sei, daß in allen zeitgemäß geleiteten Molkereien, wenigstens in Norddeutschland, die Butter aus pasteurisiertem Rahm und unter Verwendung von Reinkulturen dargestellt wird, nachdem manche andere Länder, z. B. Dänemark, Butter von besserer Qualität hergestellt haben, als es leider in Deutschland geschah. Außer der Qualität wird auch die Haltbarkeit der Butter bei Anwendung geeigneter Bakterienkulturen sehr gehoben.

— Man scheint in letzter Zeit glücklicherweise davon abgekommen zu sein, möglichst komplizierte Bakteriengemische zu verwenden, wie sie früher zur Erreichung eines besonderen „Aromas“ zur Benutzung gelangten, wobei durch gegenseitige unerwünschte Beeinflussung der einzelnen Bakterienarten oft das Gegenteil von dem erreicht wurde, was ursprünglich mit der Kultur beabsichtigt war. Als geeignete Säuerungsbakterien werden meist gewisse Varietäten des *Streptococcus lacticus* in Anwendung gebracht. Ähnlich wie schon früher im Brauerwesen hat sich auch im Butterungsbetrieb ein bestimmtes Reinzuchtsystem herausgebildet; man säuert mit den Kulturen zunächst kleinere Mengen Magermilch

an, die vorher pasteurisiert worden waren, und gibt diese „Muttersäure“ zu dem im „Rahmreifer“ befindlichen, vorher ebenfalls pasteurisierten Rahm; nach 24 Stunden ist der Säuerungsprozeß beendet, und die Verbutterung kann in der üblichen Weise vorgenommen werden.

Auch in der Käserei wird jetzt vielfach mit Reinkulturen gearbeitet, besonders bei Herstellung der so genannten Camembertkäse; wenn hier mit Erfolg gearbeitet werden soll, ist indessen ein gewisses Maß von Verständnis für die bakteriologischen Arbeiten seitens des Molkereitechnikers unerlässlich. Die Anwendung pasteurisierter Milch zu Verkäufszwecken hat sich noch nicht einbürgern können, da die Käseremilch beim Erhitzungsprozeß gewisse Veränderungen in ihrer Zusammensetzung erleidet, die sie für die nachfolgende Labung ungeeignet macht.

Es sollen nun im folgenden kurz die Dauer-milch-präparate besprochen werden. Als solche wären kondensierte Milch und Trockenmilch zu bezeichnen, von denen augenblicklich wohl, als eigentlicher Milchkonserven, der Kondensmilch noch die größere Bedeutung für die allgemeine Ernährung zukommt. Die Eindickung der Milch wird in den meisten Fällen im Vakuumapparat vorgenommen; die Industrie ist begreiflicherweise auf milchreiche Gegenden beschränkt und wird in Deutschland seitens größerer Molkereien vielfach im Saisonbetrieb gehandhabt.

Der Herstellungsgang der kondensierten Milch, wie er z. B. in der Anlage von E. Passburg, Berlin, vorgenommen wird, ist kurz folgender:

Vollmilch oder Magermilch von bester, ganz frischer Beschaffenheit gelangt zu einem Sammelbassin durch ein Filter oder eine Reinigungsentrifuge in einen Pasteur, wo dieselbe auf etwa 85° vorerhitzt wird; von da wird sie in den Vakuumverdampfer eingesogen, einen großen bis zu 6000 l fassenden Behälter aus Kupfer, innen verzinkt von abgeplatteter Kugelform, der mit der Vakuumpumpe in Verbindung steht und in dem bei einer Temperatur von etwa 55° die Eindickung bis zu dem gewünschten Grad — in der Regel die Hälfte bis ein Viertel des ursprünglichen Volumens — vorgenommen wird. Die mit den Brüdendämpfen übergerissenen Milchteile werden durch einen Übersteiger dem Verdampfer wieder zugeführt. Soll Zuckermilch hergestellt werden, so hatte man vorher in einem anderen Bassin eine konzentrierte Rohrzuckerlösung hergestellt, die nun in den Verdampfer eingesogen und mit eingedampft wird; dieser Arbeitsgang erfordert viel Sorgfalt und Erfahrung, da sich sonst leicht Zuckerkristalle ausscheiden und die Milch sandig oder grießig schmeckt. Nach Erreichung des richtigen Konzentrationsgrades, der durch Spindelung einer herausgenommenen Probe festgestellt werden kann, gelangt die Milch durch Rohrleitung vielfach erst in eine Homogenisiermaschine, um ein gleichmäßiges, nicht in der Dose aufrahmendes Produkt zu erreichen; wird dann über einen Berieselungskühler in eine Kühlwanne abgelassen um mittels Abfüllmaschinen in Blechdosen von 450—500 ccm Inhalt abgefüllt zu werden; diese kommen dann sofort zum Verschluß.

Der Fabrikationsprozeß wird vielfach auch im kontinuierlichen Arbeitsgang, also unter fortwährendem Zulauf frischer und Ablauf der eingedampften Milch vorgenommen; doch ist dabei zu berücksichtigen, daß diese Darstellungsweise die genaue Kontrolle des Konzentrationsgrades der Kondensmilch einigermaßen erschwert, soweit dieselbe während der Fabrikation vorgenommen werden muß.

Wurde die Milch mit Zucker eingedickt, so ist sie infolge des hohen Zuckergehaltes in genügendem Maße

steril. Bei Herstellung von ungezuckerter Milch müssen die verschlossenen Dosen nochmals sterilisiert werden; dies geschieht in Autoklaven bei 0,5 Atm. Druck während der Zeit von 20—25 Minuten.

Die eingedickte Milch, die bei vieler Gelegenheit die Frischmilch teilweise ersetzen muß, ist volkswirtschaftlich von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Es muß auffallen, daß in den Ladengeschäften bei uns in Deutschland zum größeren Teil amerikanische, schweizer und dänische Kondensmilch zum Verkauf steht und vom Publikum auch mit Vorliebe gekauft wird, während deutsche Produkte vielfach unberücksichtigt bleiben. Leider muß gesagt werden, daß diese ausländischen Milchkonserven den deutschen zum Teil überlegen sind, was Gleichmäßigkeit und Güte (Fettgehalt!) der Präparate anbelangt, wenn auch einzelne deutsche Fabrikate als gut bezeichnet werden können. Da die deutsche in Betracht kommende Maschinentechnik der ausländischen mindestens gleichsteht, so kann der Grund nur darin zu suchen sein, daß seitens der milchverarbeitenden Kreise diesem Teil der Milchindustrie nicht immer die gebührende Sorgfalt zugewandt wird. Es ist dies um so bedauerlicher, als auch wir in Deutschland zu bestimmten Zeiten in den milchproduzierenden Landstrichen Überfluß an Milch haben und so bestens Gelegenheit hätten, die ausländische Konkurrenz einzudämmen. — Es muß hervorgehoben werden, daß beispielsweise die englische Gesetzgebung sehr genau gefaßte Bestimmungen in bezug auf Kondensmilch enthält, insbesondere auch bezüglich Fettgehalt und Trockensubstanz, und die sich auch auf die Etikettierung der Dosen erstreckt; auf diese Weise ist der Konsument von vornherein gegen Übervorteilung geschützt. Für ungezuckerter Magermilch ist in England der Fettgehalt auf 9%, die Gesamtrockensubstanz auf 31% festgesetzt; bei ungezuckerter Magermilch muß der aus der Milch stammende Trockengehalt 20% betragen. Auch in Deutschland wären im allgemeinen Interesse derartige gesetzgeberische Maßnahmen anzustreben.

Zu beachten ist, daß die vielfach aus Amerika kommende evapierte (evaporated) Milch auf die Hälfte des ursprünglichen Volumens eingedickte Milch darstellt. Auch die meisten in Deutschland zum Verkauf kommenden Produkte kondensierter Milch sind evapierte Milch in diesem Sinne.

Nachfolgend einige vom Verfasser vorgenommene Untersuchungen von kondensierten Milchen:

Nr.	Ursprung	Fett %	Säuregrad	Spindelung		Bemerkungen
				Bé 15°	Laktoden- simeter 15°	
1	Amerika . .	7,8	14,4	8,9	62,7	Gut von Geschmack. Farbe mäßig gelb. Keinerlei Klumpen oder Hautbildung.
2	Dänemark . .	7,4	12,0	8,3	58,3	Gut von Geschmack. Farbe ziemlich hell. Ganz schwache Klumpenbildung.
3	Deutschland 1	6,1	12,0	8,3	58,3	Gut von Geschmack. Farbe mäßig gelb. Geringe Klumpenbildung.
4	Deutschland 2 siehe Be- mer- kun- gen	1,2 <sup>1)</sup>	12,3	6,7	46,6	Beim Öffnen der Dose zeigte sich, daß die Milch größtenteils ausgebuttert war. Starke Ausscheidung von Fett und fettfreier Trockensubstanz infolge unrichtiger Herstellung!

Die Gesamtanalyse einer gezuckerten Kondensmilch nach Grimmer<sup>1)</sup> ergab:

Wasser	Fett	N-Substanz	Milbzucker	Rohrzucker	Asche	Fett in Proz. der Gesamt- trockensubstanz	Fett in Proz. der Milch- trockensubstanz	Rohrzucker in Proz. der Gesamt- trockensubstanz	Rohrzucker in Proz. der Milch- trockensubstanz
23,32	8,95	9,15	13,19	43,46	1,93	11,67	26,93	56,68	130,8

Die mittlere Zusammensetzung guter Kondensmilch ist nach Schmidt (Pharm. Lehrbuch, II, 2, 1923):

	Ohne Rohrzucker		Mit Rohrzucker
	Amerika	Deutschland	
Wasser	48,6	63,8	25,7
Casein und Albumin	17,8	10,4	12,3
Fett	15,7	9,8	11,0
Milbzucker	15,4	13,7	16,3
Asche	2,5	2,3	2,3
Rohrzucker	—	—	32,4
Spez. Gew. 15°	1,136	1,10	1,282

Weiterhin wäre einiges über Trockenmilch zu sagen. Im allgemeinen kommen für die Herstellung von Trockenmilch zwei Herstellungsarten in Betracht: die Walzentrocknung und die Trocknung durch Zerstäubung. Die Walzentrocknung beruht im Prinzip darauf, daß Milch im geschlossenen Gehäuse von einer oder mehreren mit Dampf geheizten, drehbaren Walzen mit fortgenommen wird; hierbei trocknet die Milch fast momentan in einer dünnen Schicht an der Walzenoberfläche; im weiteren Verlauf der Drehung wird die Milchhaut von einem Schabemesser erfaßt, durch dieses abgestreift und gelangt in Sammelbehälter; dabei ist Sorge getragen, daß die so erhaltene Trockenmilch sobald als möglich dem schädigenden Einfluß der im Gehäuse herrschenden Temperatur entzogen wird. — Bei dem Verfahren von Just-Hatmäker wurde ursprünglich die Trocknung durch zwei dicht aneinanderstehende, sich gegeneinander drehende, beheizte Walzen bewerkstelligt; die Milch wird in den Zwischenraum zwischen diese Walzen eingebbracht und bildet hier einen ständigen Flüssigkeitsspiegel. Hierbei wird mit Atmosphärendruck gearbeitet. — Nach der Methode von E. Passburg taucht eine einzelne Walze in eine Milchfläche, von der sie bei der Drehung einen Teil mit fortnimmt und sehr rasch zur Trockne bringt; nach einmaliger Umdrehung wird die Trockenschicht abgestreift und fällt in einen auswechselbaren Transportwagen; nachdem derselbe gefüllt ist, wird der Betrieb für kurze Zeit unterbrochen, der volle Wagen herausgenommen und durch einen neuen, leeren Wagen ersetzt.

Das so gewonnene Trockenmilchpulver zeigt größere Löslichkeit in Wasser als das nach Hatmäker hergestellte. Die Apparatur gestattet rasches Arbeiten und gute Ausbeuten.

In größeren Mengen wird Trockenmilch jetzt vielfach nach dem Zerstäubungsverfahren hergestellt; nach den hierbei zur Anwendung kommenden Methoden können ungefähr 1000 l Milch in der Stunde getrocknet werden. Hierbei wird ganz frische, gereinigte Milch durch eine geeignete Vorrichtung in geschlossener Kammer zerstäubt und durch einen entgegentretenden heißen Luftstrom momentan zur Trockne gebracht. Das Milchpulver fällt in äußerst fein verteiltem Zustand zu Boden und wird durch Transportschnecken entfernt; soweit

die Trockenmilch mit dem Luftstrom fortgerissen wird, muß durch Filterschläuche für Rückgewinnung des mitgerissenen Gutes gesorgt werden. Bei dem älteren, jetzt wohl kaum noch zur Anwendung gelangenden *Food-Verfahren* erfolgte diese Zerstäubung durch Düsen; die Temperatur der eingeblasenen Luft betrug 150°. — Im *Krause-Verfahren*<sup>1)</sup> der Metallbank und Metallurgischen Gesellschaft, Frankfurt a. M., wird die Zerstäubung durch Aufspritzen auf eine rotierende Scheibe bewerkstelligt, die einen Antrieb von 12 000 Touren in der Minute erhält; der zum Trocknen dienende Luftstrom wird auf 130° vorerhitzt. — Nach dem *Union-Verfahren* der Trockenmilch-Verwertungsgesellschaft G. m. b. H., Berlin, fließt die Milch an Rieselröhren herab, wird dabei durch Preßluft erfaßt und vernebelt. Die Trocknung erfolgt durch eingeblasene Trocknungsluft von 100°. Durch die Anordnung der Luftführung wird hierbei eine vollständige Sättigung der Luft vermieden, so daß die Trocknung bei verhältnismäßig niedriger Temperatur vor sich gehen kann. Durch Einfügen eines Zwischenbodens und Anbringen einer besonderen Abkehrvorrichtung wird möglichst viel von dem Trockengut schon in der Kammer abgeschieden, so daß der durch die Filter entstehende Verlust auf ein möglichst geringes Maß beschränkt wird.

Die vorteilhaften Eigenschaften der nach den verschiedenen Zerstäubungsverfahren hergestellten Pulvermilch erklären sich aus den niedrigen Temperaturen, bei welchen der eigentliche Trocknungsprozeß vor sich geht, infolge der bei der plötzlichen Ausscheidung eintretenden Verdunstungskälte. Beim *Krause-Verfahren*, bei dem die Trocknungsluft mit über 100° eintritt, liegt die Trocknungstemperatur kaum höher als 40°; beim *Union-Verfahren* wird sie noch wesentlich geringer angegeben. Tatsächlich unterscheidet sich eine sachgemäß hergestellte Auflösung der so hergestellten Milchpulver kaum von frischer Rohmilch und besitzt im allgemeinen alle die physikalischen und chemischen Eigenschaften derselben, bei einem viel geringeren Keimgehalt. Man hat deshalb in Großstädten, wie z. B. in Leipzig, Trinkmilch aus Milchpulver bereitet, das in weitabgelegenen milchreichen Gegenden hergestellt worden war. Allerdings dürfte der größere Teil der hergestellten Trockenmilchpulver nicht zur Erzeugung von Trinkmilch, sondern zur Gewinnung von Milchpräparaten, z. B. von Milchschockolade, Kakes usw., benutzt werden.

Bei allen vorteilhaften Eigenschaften der Trockenmilch darf man anderseits nicht verkennen, daß die Haltbarkeit dieser Präparate nicht unbegrenzt sein kann, besonders auch rücksichtlich ihrer geschmacklichen Eigenschaften. Es wird dies erklärlich, wenn man die beim Zerstäubungsprozeß sich abspielenden Vorgänge und die dadurch bedingte Formgestaltung der Milchteilchen ins Auge faßt. Diese letzteren scheiden sich bei der plötzlichen Abschreckung der Milchnebel, mikroskopisch betrachtet, als kleinste Hohlkugelchen aus (was übrigens beim Walzentrocknungsverfahren nicht stattfindet), die infolge ihrer großen Oberfläche die Oxydationsvorgänge und vielleicht auch bakterielle Zersetzungerscheinungen begünstigen müssen. Der Umstand, daß Magermilch-Trockenpulver länger haltbar ist als solches aus Vollmilch erklärt sich ohne weiteres aus der leichten Zersetzungsfähigkeit des Butterfettes. Wesentlich ist auch der Wassergehalt, der nicht zu niedrig sein darf, um beim Auflösen des Pulvers die volle Quellbarkeit zu erhalten, aber anderseits, bei zu hohem Ansteigen, der Zersetzung durch

<sup>1)</sup> Eine Trocknungsanlage nach dem *Krause-Verfahren* ist in dieser Zeitschrift 38, 242 [1925] abgedruckt.

Bakterien Vorschub leisten würde. Die besseren Trockenmilchpulver dürften 4—5 Monate haltbar sein, soweit sie aus Vollmilch hergestellt sind, Magermilchpulver doppelt so lange. Die geschilderten Verhältnisse und der Umstand, daß Trockenmilch außerordentlich hygroskopisch ist, bedingen eine sofortige und gute Verpackung der frisch hergestellten Milchpulver. Die mittlere Zusammensetzung von Magermilch- und Vollmilchpulver ist nach Grimmer etwa folgende:

	Wasser	Fett	N-Substanz	Milchzucker	Asche
Vollmilch . . .	5 %	27 %	24 %	38 %	6 %
Magermilch . . .	9 %	1 %	38 %	45 %	7 %

Sollen die bei der Käsefabrikation abfallenden Molken zur Milchzuckerfabrikation verwandt werden, so geschieht dies in der Weise, daß man sie zunächst einem Erhitzungsprozeß, zur Ausscheidung der in ihnen noch vorhandenen Eiweißstoffe (Molkeneiweiß und Albumin) unterzieht. Der nun folgende Fabrikationsprozeß beruht darauf, daß die filtrierten Molken in einem Vakuumkessel bis zu einem gewissen Grade eingedampft werden, die eingedickte Lösung bringt man in Kristallisierungsschalen zur Kristallisation, wobei ein bräunlich gefärbtes Kristallgemisch entsteht. Durch Schleudern wird dieses von der Mutterlauge getrennt. Da die Ansprüche der Arzneibücher an Aussehen und Reinheitsgrad des Milchzuckers sehr hoch sind, so muß dieser Prozeß wiederholt werden, bis ein vollkommen rein weißer Zucker erhalten wird. Die Mutterlaugen werden in der üblichen Weise aufgearbeitet. Die Gesamtausbeute an gereinigtem Milchzucker beträgt 2,5—3 % der angewandten Molkenmenge.

[A. 57.]

## Über Umwandlung von Mineralöl in kolloiden Systemen.

Von Dr. F. EVERs.

Forschungslaboratorium der Siemens & Halske A.-G.  
und der Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Siemensstadt.  
(Eingeg. 29. 5. 1925.)

Man hat bisher die Mineralöle, im besonderen die Transformatoren- und Schalteröle, nur vom chemischen und physikalischen Standpunkt aus betrachtet und beurteilt, indem man sich damit begnügte, die Verteerungszahl, das spezifische Gewicht, die Durchschlagsfestigkeit und ähnliche Zahlen zu bestimmen. Versucht man einmal unsere Kenntnisse auf dem Gebiete der Kolloidchemie auf die Veränderungen, die Mineralöl beim Gebrauch erleidet, anzuwenden, so ergeben sich bald eine Reihe neuer Ausblicke, auf Grund deren die Beurteilung eines Mineralöls ganz anders ausfällt. Vielfach herrscht noch die Ansicht, daß ein Mineralöl, wenn es den geforderten Werten entspricht, als unveränderlich anzusehen ist. Man hält es meist für überflüssig, dem Öl noch eine besondere Pflege zu widmen und wechselt die Ölfüllungen von Transformatoren und Schaltern erst dann, wenn es unbedingt sein muß.

Die folgenden Ausführungen mögen dazu beitragen, die Erkenntnis zu verbreiten, daß Mineralöl ebenso einer Wartung bedarf wie irgendeine Maschine. Denn die Mineralöle sind nicht solche widerstandsfähigen Körper, als daß sie jahrelang ohne Schädigung ihren Dienst versiehen können.

Ein Mineralöl ist niemals ein einheitliches System wie z. B. Benzol, sondern ein disperses System mit mindestens zwei Phasen. Die eine Phase ist das Gemisch niedrigmolekularer Kohlenwasserstoffe und die zweite das ähn-

liche der hochmolekularen Bestandteile, also im Prinzip vergleichbar einer kolloiden Lösung von Gelatine im Wasser. Untersuchungen über die Solvatation von Ionen und Molekülen (Fricke, Fajans, Born, Lenard u. a.) haben ergeben, daß diese molekular-dispersen Körper eine Wasserhülle besitzen, sobald sie mit Wasser in Berührung kommen. Ganz ebenso umgeben sich die meisten Kolloide mit einer Wasserhülle. Ich erwähne nur eins von den vielen untersuchten Systemen, die Untersuchung der Seifenquellungen von M. H. Fischer. Wir begehen sicher keinen Fehler, wenn wir annehmen, daß eine derartige Solvatation auch bei den hochmolekularen Bestandteilen des Mineralöls vorhanden ist. Nur daß in diesem Fall nicht Wasser, sondern das Öl selbst das Medium zur Solvation in den niedrigmolekularen Kohlenwasserstoffen liefert. Man muß sich diese Solvatation wohl analog der Solvatation der Gelatine durch Wasser vorstellen. Die niedrigmolekularen Bestandteile bilden eine ähnliche Flüssigkeitshülle um die hochmolekularen Ölteilchen wie das Wasser um die Gelatine-mizellen. Unterstützt wird diese Ansicht durch folgende Erscheinung. Bringt man Stücke von Kautschuk in Öl, so beobachtet man dieselben Quellungserscheinungen, wie man sie bei der Quellung von Gelatine in Wasser sieht. Man ersieht daraus, daß auch andere hochmolekulare Körper durch Öl eine Solvatation erfahren. Ferner hat Rabe<sup>1)</sup> nachgewiesen, daß selbst Kohlenwasserstoffe wie Methan und Äthan mit Wasser Aggregate bilden, die sogar eine bestimmte stöchiometrische Zusammensetzung besitzen. Es ist also ohne Zweifel im Öl-molekül noch ein Restbestandteil von Kräften vorhanden, der unter bestimmten Bedingungen in Erscheinung treten kann.

Erinnern wir uns, wie fest das Wasser oft in Kolloiden gebunden ist! Es gelingt schwer, Solvate wie z. B. gequollene Gelatine, Kieselsäurehydrate u. a. vollkommen zu entwässern. Man erkennt daraus, daß die Oberflächenkräfte in Gelen groß sein müssen, ja oft sogar ganz beträchtliche Dimensionen annehmen können. Die Erscheinung, daß Petroleum auf rauen Metallocberflächen viel schwieriger verdunstet als auf glatten Flächen, ferner die oft beobachtete Tatsache, daß metallene Gefäße, die für Wasser vollkommen dicht sind, dies für Öl noch lange nicht zu sein brauchen (Flansche und Schweißnähte), weiter die feste Bindung von Öl in Reinigungsgeräten wie Fullererde und Kieselerde, aus denen sich selbst durch kräftiges Pressen nicht alles Öl entfernen läßt; alle diese Erscheinungen zeigen, daß Öl in die feinsten capillaren Hohlräume einzudringen vermag und dort in ähnlicher Weise festgehalten wird wie Wasser.

Ein gebrauchsfertiger Transformatoren oder Schalter enthält neben dem Öl eine Reihe von Baustoffen mit vielen capillaren Hohlräumen und von großer Oberfläche, z. B. Baumwollbänder, Holz, Preßspan u. dgl. Es ist sehr erwünscht, daß das Öl die feinen Capillaren dieser Stoffe alle möglichst restlos erfüllt und das Wasser daraus verdrängt. Zu diesem Zwecke kocht man ja den fertigen Transformatoren mit seiner Ölfüllung aus, um sicher zu sein, daß das Wasser völlig entfernt wird. Während der Lebensdauer der Transformatoren, die wegen des hohen Anschaffungspreises möglichst hoch sein muß, wird es sich nicht vermeiden lassen, daß Wasser und Luft wieder in das Öl gelangen. Und nun setzt gewissermaßen ein „Konkurrenzkampf“ um die Capillaren zwischen dem Öl und dem eingedrungenen Wasser ein. Man kann sich leicht von dieser Tatsache überzeugen, wenn man einen mit Öl getränkten

<sup>1)</sup> P. Rabe, Z. ang. Ch. 37, 797 [1924].