

Im vorhergehenden Aufsatz hat Dr. CERSOVSKY Grundsätzliches über die mechanisierte Milchkühlung dargelegt. Anschließend bringen wir dazu noch einige wertvolle Ergänzungen, die Ing. BARTMANN u. a. als Hinweise für die Praxis zusammenstellte.

## 1. Warum muß die Milch gekühlt werden?

Es ist der Sinn der Milchkühlung, die rasche Entwicklung und Vermehrung der in die Milch gelangten Keime zu hemmen und damit die Haltbarkeit der Milch zu verlängern.

Die Bedeutung der Milchttemperatur für die Keimvermehrung geht aus Tafel 1 hervor [1].

Tafel 1. Einfluß der Lagertemperatur auf die Keimentwicklung und -vermehrung in der Milch (Anfangskeimgehalt 40 000/cm<sup>3</sup>) nach JEPSÉN [1]

Lagertemperatur [°C]	Keimgehalt nach 24 h je cm <sup>3</sup>	Keimvermehrung
1	35 000	keine
5	51 000	keine
12	220 000	5fache
14	1 530 000	37fache
18	1 960 000	48fache
20	52 000 000	1268fache

Die Werte verdeutlichen, daß es bei entsprechender Kühlung und Kühllhaltung der Milch möglich ist, deren Keimgehalt niedrig zu halten. Das darf allerdings nicht zu der falschen Schlußfolgerung führen, daß man nur für tiefe Aufbewahrungstemperaturen zu sorgen braucht, um keimarme Qualitätsmilch zu erzielen. Der Endkeimgehalt bei einer bestimmten Lagertemperatur und -zeit ist vom Anfangskeimgehalt und der Keimvermehrungsrate abhängig. Eine geringer Anfangskeimgehalt ist daher in jedem Falle die Voraussetzung für Qualitätsmilch.

Nach TGL 8064 „Rohmilch“ [2] besteht seit 1. Jan. 1966 die Forderung, „die frisch ermolken Milch sofort in geeigneter Weise herunterzukühlen und bei dieser Temperatur bis zum Abtransport ... aufzubewahren“. Bei Übergabe der Milch an die Molkerei soll die Milchttemperatur 8 bis 10 °C nicht übersteigen.

Die ebenfalls seit dem 1. Jan. 1966 in Kraft getretene Qualitätsbezahlung der Milch [3] berücksichtigt den Keimgehalt der Milch. Die Einstufung der Milch erfolgt in Abhängigkeit vom Keimgehalt in 3 Reduktaseklassen.

Für Milch der Reduktaseklasse I bekommt der Milcherzeuger einen Zuschlag von 2 Pfennig/kg; für solche der Reduktaseklasse III erfolgt ein Abzug von 2 Pfennig/kg, und für Milch der Reduktaseklasse II wird der bisherige Milchpreis weitergezahlt.

Die Milcherzeugerbetriebe entscheiden somit durch die Einhaltung oder Ignorierung der Forderungen der Milchhygiene und der Milchkühlung darüber, ob sie einen Verlust von 2 Pfennig je kg Milch hinnehmen müssen oder einen Mehrerlös in gleicher Höhe erzielen.

Für einen 400-ha-Betrieb mit einem Besatz von 35 Kühen je 100 ha und 3000 kg Stalldurchschnitt je Kuh und Jahr errechnet sich ein möglicher Mehrerlös oder Verlust je Jahr von 8400 MDN.

Für einen 1000-ha-Betrieb mit gleichen Bedingungen beträgt der mögliche jährliche Mehrerlös oder Verlust sogar 21 000 MDN.

Aus diesen Zahlen sollte jeder Betrieb die Schlußfolgerung ziehen, daß sich milchhygienische und kühltechnische Aufwendungen lohnen.

\* Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft der DAL zu Berlin (Leiter: Dipl.-Ing. E. TEREK)

Neben der Beachtung, die der Einsatz von Milchkühlanlagen für alle sozialistischen Milcherzeugerbetriebe verdient, ist die volkswirtschaftliche Bedeutung hervorzuheben. Die Anlieferung einer von gesunden Kühen hygienisch gewonnenen und keimarmen Rohmilch an die Molkereien ist Voraussetzung für die Herstellung von Qualitätsprodukten. Von der hygienischen Gewinnung der Milch hängen der Ausgangskeimgehalt und die Qualität der Endprodukte (Trinkmilch, Sahne, Butter, Käse usw.) entscheidend ab. Die der Milchgewinnung folgenden Arbeitsgänge: Kühlung, Lagerung, Transport zur Molkerei und Verarbeiten der Milch können lediglich zur Erhaltung der Qualität, aber nicht zu ihrer Verbesserung beitragen.

## 2. Möglichkeiten für die Milchkühlung im Erzeugerbetrieb

### 2.1. Ausschließliche Kühlung oder Vorkühlung mit Wasser

Die ausschließliche Wasserkühlung der Milch ist bei Vorhandensein genügender Mengen an Brunnenwasser von ausreichend niedriger Temperatur das billigste Verfahren der Milchkühlung. Im Durchlaufkühlverfahren mittels Flächen- oder Vakuumpkühler passieren Milch und Wasser im Gegenstromprinzip die Kühlerwände. Die Milch läßt sich mit 5- bis 10facher Wassermenge auf 2 bis 3 °C über die Eintrittstemperatur des Wassers kühlen. Die lt. TGL 8064 geforderte Temperatur von 8 bis 10 °C läßt sich nur in Ausnahmefällen mit Brunnenwasser erreichen. Meist sind die Wassertemperaturen im Sommer zu hoch.

Steht ansreichend Wasser zur Verfügung, dessen Temperatur jedoch nicht tief genug ist, sollte die Milch mit diesem Wasser vorgekühlt werden. Im Vergleich zur ausschließlichen Kühlung mit künstlicher Kälte wird eine Senkung der Kühlkosten erzielt (Wasserrförderung kostet etwa 0,20 MDN, künstliche Kälteerzeugung etwa 1,60 MDN an Betriebskosten je t Milch).

Die einfachste Form der Vorkühlung der Milch mit Wasser bei Kannensammlung ist das Hineinstellen der Kannen in ein Kühlbecken. Das wasserdichte Becken hat in Bodennähe einen Wasserzulauf; der Wasserablauf ist diagonal dazu als Überlaufrohr auszuführen. Die Kannen stehen bis zum Hals im kalten Wasser, das ständig in Bodennähe zulliebt. Durch das Überlaufrohr fließt das erwärmte Wasser ab. Durch öfteres Umrühren der Milch in den Kannen, am besten mit einem Tellerrührer, wird die Kühlung beschleunigt. Um die Milch auf  $\approx 2$  bis 3 °C über die Temperatur des Zulaufwassers zu kühlen, wird etwa die 10- bis 12fache Wassermenge gegenüber der Milchmenge benötigt. Die Kühlzeit dauert etwa 2 h.

Eine raschere Abkühlung der Milch bei geringerem Wasserverbrauch läßt sich durch den Einsatz von Durchlaufkühlern bei nur 3- bis 5facher Wassermenge im Vergleich zur Milchmenge erreichen.

### 2.2. Milchkühlung mittels künstlicher Kälte

In den meisten Betrieben sind die Forderungen der Milchkühlung nur durch den Einsatz von Anlagen mit künstlicher Kälteerzeugung realisierbar. Es kommen hierfür Kompressionskältemaschinen mit luftgekühlten Kondensatoren in Frage, deren Funktionsprinzip als bekannt vorausgesetzt wird [1] [4] [5] [6].

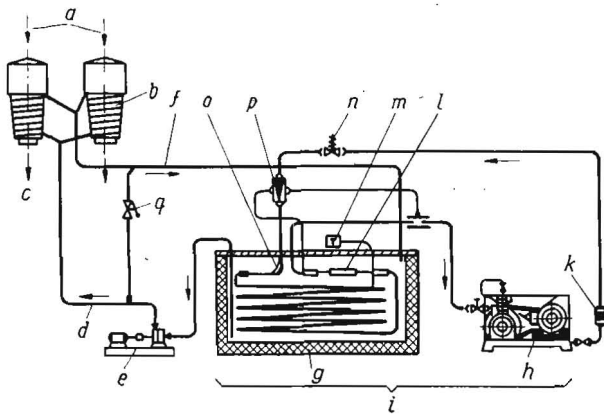
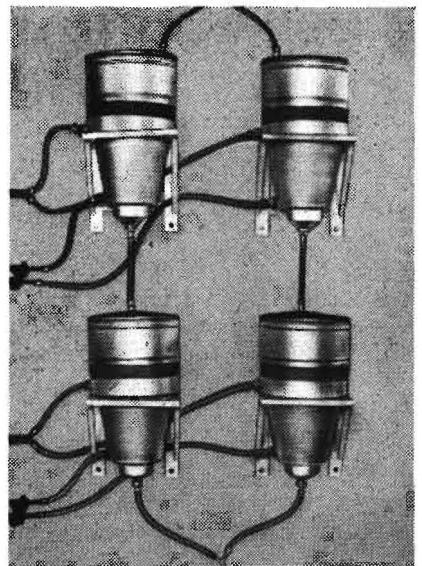


Bild 1. Funktionsschema der indirekten Durchlauf-Milchkühlanlagen MKA 300 L und MKA 500 L; a Milchkühler, b Milch + 34 °C, c Milch + 8 °C, d Wasservorlauf, e Kühlwasserpumpe, f Wasser-rücklauf, g Kältespeicherbehälter mit Plattenverdampfer, h Kältemaschine, i Kältespeicheranlage, k Flüssigkeitsfilter m. Trockner l Saugsammelstation m. Anschlüssen, m Solethermo-stat, n Magnetventil, o Verteilerkopf VK6, p Mehrfacheinspritz-ventil, q Überdruckventil (Quelle: VEB Elfa Elsterwerda)

Bild 2 Einsatz von 4 Stck. Blewa-Vakuum-Rundkühlern bei einem Milchfluß 300 l/h (Foto: IfM Potsdam-Bornim)



### 3. Welche Milchkühlanlagen stehen zur Verfügung und wie sollen sie zweckmäßig eingesetzt werden?

Für die Durchlaufkühlung (Bild 1) liefert der VEB Elfa Elsterwerda die 2 Milchkühlanlagen MKA 300 L und MKA 500 L mit indirekter Kühlung.<sup>1</sup>

Als Milchkühler standen bisher zu einem Milchfluß von 300 l/h 2 Blewa-Vakuum-Rundkühler zur Verfügung. Bei höherem Milchfall, bis 500 l/h, müssen zur Erzielung eines ausreichenden Kühleffektes 4 derartige Kühler (2 parallel und 2 hintereinander) eingesetzt werden (Bild 2). Besser ist es hier, als Milchkühler den neuentwickelten Einstromplattenwärmeaustauscher PA 400/901, der sich als Vakuumkühler bei Melkstand- und Rohrmelkanlagen sehr gut eignet, einzusetzen. Er besteht aus zwei aus feuerverzinktem Baustahl gefertigten Raumhälften, zwischen die für Molkerieerhitzer serienmäßig gefertigte Tauscherplatten aus V<sub>2</sub>A-Stahlblech gelegt werden. Mit 4 Bolzen werden die beiden Rahmenhälften fest miteinander verschraubt und die Platten, die an einer Seite am Außenrand und an den Schallöchern für den Flüssigkeitsdurchtritt mit einer Gummidichtung versehen sind, dichtend zusammengepreßt. Zwischen den Platten bleiben etwa 2,5 mm breite Spalten, durch die die Milch oder das Kühlwasser im Gegenstromprinzip fließen.

Die Außenabmessungen des Kühlers sind 470 × 290 × 1000 mm. Die Kühlleistung beträgt 500 l Milch/h von 35 °C auf 3 bis 5 °C über Kühlwassereintrittstemperatur bei 6 bis 10-facher Wassermenge. Von großem Vorteil bei diesem Milchkühler ist, daß er ohne Handarbeit, durch Einbeziehung in den Zirkulationsprozeß der Ringspülung zur Reinigung und

Desinfektion von Milchleitungs-Melkanlagen, gesäubert werden kann. Untersuchungen durch das Institut für Milchl-forschung Oranienburg haben ergeben, daß bei vorgeschaltetem Milchfilter und Einhalten der Reinigungsvorschriften der Plattenwärmeaustauscher hygienisch einwandfrei ist. Zur Kontrolle sollte der Kühler jedoch in monatlichen Abständen demontiert, nachgesehen und gründlich von Hand gereinigt werden.

Für die Lagerkühlung liefert unsere Industrie derzeit 3 Milchkühlwannen mit 1000, 2000 und 2500 l Fassungsvermögen.<sup>1</sup>

In Tafel 2 sind einige Hauptkenndaten der von unserer Industrie gelieferten 5 Milchkühlagentypen zum Vergleich zusammengefaßt.<sup>2</sup> Für die Praxis dürften die Strom- und die Gesamt-Anlagekosten in erster Linie von Interesse sein. Die Stromkosten unterscheiden sich nur wenig voneinander (1,66 bis 2,13 MDN je t Milch) und sind niedrig.

Die Gesamt-Anlagekosten sind als hoch einzuschätzen. An-hand der oben angeführten Werte ist jedoch zu erkennen, daß sich die Kühlanlage durch die möglichen Mehreinnah-men z. B. für den 400-ha-Betrieb in 2 bis 3 Jahren und für den 1000-ha-Betrieb sogar innerhalb von 1,5 bis 2 Jahren amortisiert. Die spezifischen Anlagekosten je t Milch sind bei den Durchlaufkühlanlagen gegenüber den Milchkühl-wannen niedriger. Zu berücksichtigen ist jedoch bei letzteren der Einsatz von hochwertigerem Material (V<sub>2</sub>A-Stahl) und daß sie die Milch nicht nur kühlen, sondern auch gleichzeitig

<sup>1</sup> s. S. 309  
<sup>2</sup> s. S. 309

Tafel 2. Vergleich der Hauptkenndaten vorhandener Milchkühlwannen und Durchlaufkühlanlagen

	Milchkühlwannen			Milchkühlanlagen mit Platten-Wärmeaustauscher PA 400/901	
	1000 l	2000 l	2500 l	MKA 300 L	MKA 500 L
Kältemaschinentyp	LM 300	L 902/500 TA	L 902/500 TA	LM 300	NSEB 2085 <sup>1</sup>
Günstige Verdampfungstemperatur	-12	-11	-8	-6	-6
Gemess. mittl. Kälteleistung	3000	4600	6200	4650	8000
Mittl. spez. Kälteleistung	1180	1400	1480	1365	1450
Energieverbrauch je t Milch	24,2 <sup>3</sup>	20,9 <sup>3</sup>	26,6 <sup>4</sup>	20,8 <sup>3</sup>	21,9 <sup>3</sup>
Stromkosten je t Milch	1,93	1,67	2,13	1,66	1,75
Richtpreis f. d. Milchkühlanlage	17370	23371	25470	9520	13085
Richtpreis f. d. Lager- bzw. Transportbehälter u. Milchpumpe	3016	3575	4090	5956 <sup>6</sup>	7575 <sup>7</sup>
Investitionsaufwand	20386	26946	29560	15476 <sup>6</sup>	17095 <sup>7</sup>
Tageskapazität	1000	2000	2500	1500	3200
spez.-Inv.-Aufwand je t Milch	20386	13473	11800	10300 <sup>6</sup>	11400 <sup>7</sup>

<sup>1</sup> Bei Serienprodukt, L 902/500 TA;  
<sup>2</sup> Milcheintrittstemperatur 36 °C  
<sup>3</sup> mit vakuumfest. Milchtanks;

<sup>4</sup> Klammerangabe ohne Wasserpumpe;  
<sup>5</sup> lt. Typenliste f. d. Planung 1967 [7]  
<sup>6</sup> mit wärmeisoliert. Milchlagerbeh., Milchtransporttank u. Milchpumpe  
<sup>7</sup> Milcheintrittstemperatur 30 °C

kühlhalten. Als Nachteil der Milchkühlwannen wird von den Praktikern oft die längere Kühldauer, insbesondere nach dem Morgenmelk, herausgestellt, die zu einer Verzögerung der Milchabfuhr führt. Messungen des Abkühlungsverlaufs bei 500 l/h Zulauf bestätigten diese Einwände.

Eine in Entwicklung befindliche Milchkühlwanne mit 2000 l Fassungsvermögen mit Eisspeicherung wird 1000 l Milch/h von 35 °C auf 8 °C abkühlen und damit der Forderung nach rascherer Abkühlung Rechnung tragen.

Auch bei den jetzigen Milchkühlwannen kann man durch Vorschalten eines wassergekühlten Durchlaufkühlers ein schnelleres Kühlen erreichen. Zweckmäßig und kostensparend ist folgende Lösung: Anschaffen von Milchkühlwannen für etwa einen halben Tagesmilchanfall und von Platten-Wärmeaustauschern zum Vorkühlen der Milch mit Leitungswasser. Beim Nachmittagsmelken werden die Milchkühlwannen mit vorgekühlter Milch gänzlich gefüllt. Wenn z. B. Leitungswasser mit 12 °C zur Verfügung steht, gelangt die Milch mit etwa 15 °C in die Kühlwanne. Bei 2000 l eingefüllter Milch sind dann noch etwa 20 000 kcal Wärme durch die Milchkühlwanne abzuführen, was etwa 1 h, vom Zulauf gerechnet, dauert. Die Milch in der Kühlwanne würde dann auf etwa 5 °C gekühlt sein und bei dieser Temperatur kühlgehalten werden. Vor Beginn oder auch während des Morgenmelkens wäre die Milch aus der Kühlwanne in den Transporttank (bei Abfuhr der Milch durch den Milcherzeuger) oder einen anderen Lagerbehälter (bei Abholung der Milch durch Molkereifahrzeuge, die in der Perspektive angestrebt wird) umzupumpen. Die gleiche Kühlwanne steht dann für das Kühlen der Morgenmilch wieder zur Verfügung.

In gleicher Weise kann man auch durch Vorkühlen der Milch in einem zweiten Platten-Wärmeaustauscher bei den Durchlaufkühlanlagen die Kühlkapazität der Anlagen nahezu verdoppeln.

## Impulsa-Tankreinigungsgerät M 801

Eine manuelle Reinigung der Milchtanks ist nicht nur aufwendig und schwierig, sondern auch weit entfernt vom heutigen Stand der Mechanisierung und Automatisierung. Mit der Entwicklung des Tankreinigungsgerätes M 801 ist ein wesentlicher Schritt getan, um auch auf diesem Gebiet voranzukommen und die Voraussetzungen für eine mechanisierte Reinigung und Desinfektion von Milchtransportbehältern zu schaffen.

### 1. Aufbau des Gerätes

Das Tankreinigungsgerät (Bild 1)<sup>1</sup> besitzt drei 80-l-Behälter für Wasser *b*, Reinigungs- *c* und Desinfektions-Lösung *d*. Die selbstansaugende Kreiselpumpe *e* ist parallel zu den Behältern angeordnet. Über fest verlegte Leitungen mit entsprechenden Durchgangshähnen *h* sind die Verbindungen von den Behältern *b*, *c*, *d* — die einen gemeinsamen Deckel und gemeinsame Verkleidungen besitzen — zur Saugseite der Pumpe hergestellt. Unmittelbar vor dem Saugstutzen *l* der Pumpe sitzt noch ein DurchgangsfILTER *k*; der darüber eingebaute Dreiweghahn *i* ermöglicht das erneute Ansaugen der Reinigungsflüssigkeit vom Tankauslaufstutzen. Mit dem Dreiweghahn druckseitig der Pumpe *m* kann einmal über

<sup>1</sup> VEB Elfa Elsterwerda

<sup>1</sup> s. a. S. 316

## Zusammenfassung

Ausgehend von der Notwendigkeit zur Kühlung und Kühllhaltung der Milch und von den möglichen Mehreinnahmen oder Verlusten für die Erzeugerbetriebe durch die Einführung der Qualitätsbezahlung für Milch wurden die Möglichkeiten für die Milchkühlung erläutert. In den meisten Betrieben sind die Forderungen der Milchkühlung nur durch den Einsatz von Anlagen realisierbar, die mit künstlicher Kälte arbeiten. Steht genügend Wasser billig zur Verfügung, sollte eine Vorkühlung der Milch mit Hilfe von Durchlaufkühlern angestrebt werden. Die Hauptkenndaten der von unserer Industrie gelieferten Kühlanlagen wurden miteinander verglichen.

## Literatur

- [1] JEPSEN, zit. nach BLAU und BOGNER, II.: In Qualitätsmilch, richtige Erzeugung und Behandlung. BLV Verlagsgesellschaft München (1961) S. 74
- [2] TGL 8064, Rohmilch, DDR-Standard
- [3] Preisanordnung Nr. 2042. Erzeugerpreise für Milch und Landbutter vom 5. Juli 1965. Gesetzblatt der DDR, Nr. 80, 1965, Teil II, S. 597 bis 598
- [4] BARTMANN, R.: Mechanisierte Milchgewinnung. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin (1964), 156 Seiten
- [5] CERSOVSKY, II. / S. NEUBERT: Untersuchungen zur Kühlung, Lagerung und Sammlung der Milch. Forschungsabschlußbericht Nr. 1800.01 Z 02 5 — 38/3 (1965), Institut für Milchforschung Oranienburg
- [6] TSCHIERSCHEKE, II. / II. FREITAG: Untersuchungen zur zweckmäßigen Gestaltung von Anlagen für die Kühlung der Milch in Stall- und Weidemelkanlagen. Forschungsabschlußbericht Nr. 170 123 h — 0 — 24 (1962), DAL zu Berlin, Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim
- [7] Typenliste für die Planung von Landmaschinen (1967). Staatl. Komitee für Landtechnik und mater. techn. Versorgung der Landwirtschaft beim Landwirtschaftsrat der DDR A 6538

Dipl.-Ing. A. HÄNEL\*

den Druckschlauch *n* die Verbindung zum Spritzkopf hergestellt und zum anderen durch entsprechende Stellung des Hahns über den Schlauch *q* die Flüssigkeit zurückgepumpt werden.

Erwähnt sei noch, daß der mittlere der drei Behälter (für die Reinigungslösung vorgesehen) mit einer 6-kW-Heizung ausgerüstet ist, um die Reinigungslösung erwärmen bzw. in den Zwischenzeiten bei Reinigung mehrerer Tanks warmhalten zu können.

Alle mit Flüssigkeit in Berührung kommenden Metallteile werden oberflächengeschützt; die Behälter, der Rahmen der Deckel und die festverlegten Leitungen im Gerät sind feuerverzinkt.

Mit 1650 mm Länge, 840 mm Breite und 900 mm Höhe beansprucht das Tankreinigungsgerät verhältnismäßig wenig Raum. Die geringe Breite ermöglicht es, das Gerät auch durch schmale Türen zu fahren; je zwei Lenk- und Bockrollen gewährleisten eine gute Standsicherheit und gute Lenkbarkeit des Gerätes.

### 2. Arbeitsweise des Gerätes

Nachdem der automatisch arbeitende Spritzkopf in die Tanköffnung eingeführt ist (Bild 2) und die Flüssigkeitsbehälter entsprechend aufgefüllt sind, kann das Gerät betrieben werden. Die Pumpe erzeugt einen Betriebsdruck von 10 kp/cm<sup>2</sup>.