

Juli 1975/22  
 Herausgegeben von der  
 Eidgenössischen Forschungsanstalt für Milchwirtschaft  
 CH-3097 Liebefeld  
 Direktor: Prof. Dr. B. Blanc

## Technik der Milchkühlung

von E. Flückiger und F. Walser

### 1. Bedeutung der Kühlung

Die Qualitätsförderung verfolgt im Bereiche der Milchgewinnung das Ziel, die Milch bis zur kontrollierten Weiterverarbeitung möglichst in dem Zustande zu erhalten, in dem sie das gesunde Euter verlässt. Nach dem Verlassen des Euters ist die Milch vor allem der Gefahr ausgesetzt, durch mechanische und bakteriologische Einwirkungen geschädigt zu werden. Die schonende Behandlung der Milch und die Tiefhaltung ihrer Keimzahl sind deshalb besonders wichtig. Die Keimzahl der Milch hängt einerseits vom Grad der bakteriellen Verunrei-

nigung bei der Gewinnung und andererseits vom Ausmass der Vermehrung der Verunreinigungskeime nach der Gewinnung ab. Die Tiefhaltung der bakteriellen Verunreinigung der Milch ist primär eine Reinigungsaufgabe. Der Zweck der Kühlung besteht darin, zu verhindern, dass sich Keime, die auch unter günstigen, hygienischen Bedingungen in die Milch gelangen, bis zur Ablieferung wesentlich vermehren können. Wichtig ist dabei die Erkenntnis, dass die Milch auch in tiefgekühltem Zustand umso schneller verdirbt, je höher ihre Keimzahl zu Beginn der Kühlung war.

Wärmeströmung (Wärmekonvektion) und die Wärmestrahlung (ähnlich der Lichtstrahlung). Für die Milchkühlung ist die durch Rühren, Umwälzen oder Berieseln künstlich erzeugte Strömung (Konvektion) die wichtigste Form der Wärmeübertragung.

Tabelle 1  
 Einfluss der Anfangskeimzahl der Milch  
 auf die Vermehrung während der Kühlagerung (Forster)

Lager- temperatur °C	Gesamtkeimzahl/ml			
	frisch	nach 24 Std.	nach 48 Std.	nach 72 Std.
ca. 4	4 300	4 100	4 500	8 400
ca. 4	40 000	88 000	121 800	186 000
ca. 4	135 000	281 000	538 000	750 000
ca. 10	4 300	13 900	127 000	5 700 000
ca. 10	40 000	177 400	831 600	1 700 000
ca. 10	135 000	1 200 000	13 000 000	25 600 000

### Physikalische Hinweise

Die Physik kennt den Begriff «Kälte» nicht. Die physikalische Temperaturskala nach Kelvin hat deshalb auch keine negativen Werte (Abbildung 1). Die Milchkühlung ist also ein Vorgang, bei dem Wärmeenergie entzogen und nicht Kälteenergie zugeführt wird. Die Temperatur ist das Mass für den Wärmezustand und die Kalorie (neuerdings das Joule,  $1 \text{ cal} = 4,187 \text{ Joule}$ ) die Einheit für die Wärmemenge eines Stoffes. Die spezifische Wärme gibt die Wärmemenge an, die zuzuführen ist, um 1 kg eines Stoffes

um  $1^\circ\text{C}$  zu erwärmen. Die gleiche Wärmemenge muss bei der Kühlung entfernt werden. Wasser hat eine spezifische Wärme von 1,0 und Milch eine solche von 0,94. Praktisch kann man damit rechnen, dass der Milch pro kg und  $^\circ\text{C}$  Temperatursenkung 1 kcal entzogen werden muss. Sollen zum Beispiel 100 kg Milch von  $35^\circ\text{C}$  auf  $4^\circ\text{C}$  gekühlt werden, so ist eine Wärmemenge von 3100 kcal abzuführen.

Wärme bewegt sich ohne äusseren Zwang nur von wärmeren zu weniger warmen Körpern. Dafür gibt es drei Möglichkeiten: die Wärmeleitung, die

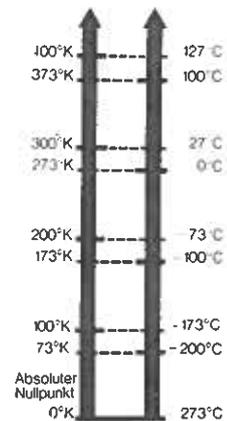


Abb. 1  
 Kelvin- und Celsius-Temperaturskala

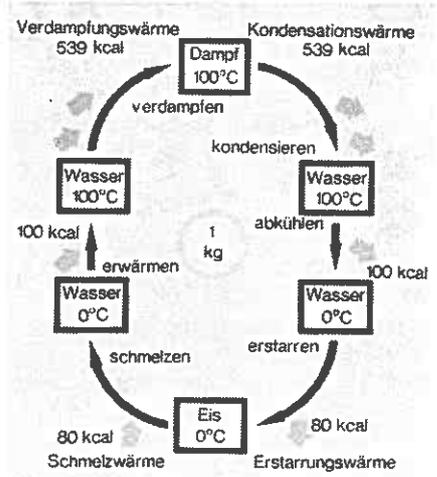


Abb. 2  
 Wärmehalt des Wassers  
 in Abhängigkeit vom Aggregatzustand

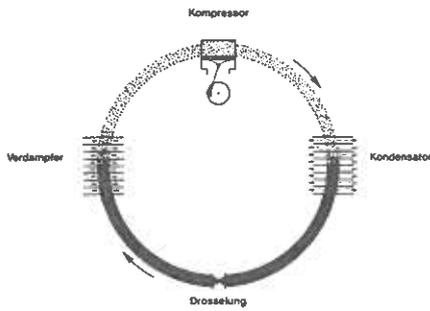


Abb. 3  
Kreislauf des Kältemittels in einer Kühlanlage  
Die Wärmemenge, die pro Zeiteinheit abgeführt werden kann, hängt primär ab:

- von der Temperaturdifferenz zwischen der Milch und dem Kühlmedium und
- von den Regeln des Wärmedurchganges durch eine Trennwand (Flächen- und Strömungsverhältnisse sowie Dicke und Wärmeleitfähigkeit der Trennwand).

### Arbeitsweise der Kältemaschinen

Nach einem physikalischen Gesetz nimmt jede Flüssigkeit beim Übergang vom flüssigen in den gasförmigen Zustand Wärme auf (Verdampfungswärme) und alle Gase geben die Wärme bei der Rückkehr in den flüssigen Zustand wieder ab (Kondensationswärme) (Abb. 2 und 3). Wählt man nun eine Flüssigkeit, die unter atmosphärischem Druck bei einer Temperatur siedet, die tiefer ist als diejenige, die erzeugt werden soll, so wird sie bei dieser tiefen Temperatur unter Wärmeaufnahme aus der Umgebung verdampfen (Verdampfer). Saugt man den Dampf danach an und setzt ihn unter Druck (Kompressor), so wird er schon bei Abkühlung auf Raumtemperatur wieder flüssig (Kondensator) und gibt dabei die aufgenommene Verdampfungswärme wieder ab (Kondensationswärme). Entspannt man dann die immer noch unter Druck stehende Flüssigkeit auf normalen Druck (Einspritz- oder Drosselventil), so kann das Verdampfungs- und Verflüssigungsspiel mit Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe von neuem beginnen.

### Übersicht über die Kühlverfahren

Grundsätzlich ist zwischen der Vorkühlung der Milch einerseits und der

### Basiszahlen über Milchgewinnung und -sammlung (1973)

Milchproduzenten	92'875
Milchkühe	889'000
Verkehrsmilch, Mio q	27
Kühe pro Besitzer	9,6
Milchleistung pro Kuh und Tag, kg	10
Betriebe mit über 10 Kühen, %	38
Kühe in Betrieben mit über 10 Kühen, %	66
Käsereien (Unionskäse)	1'313
Sammelstellen	3'130
Entfernung (Produzent - Sammelstelle), m	800
Lieferanten pro Sammelstelle	19
Milch pro Sammelstelle und Tag, kg	1'600
Milch pro Lieferant und Tag, kg	85
Milch pro ha Kulturland ohne Wald, kg	1'338
Ablieferung 2 x täglich, %	90
Ablieferung 1 x täglich, %	10
Tiefkühlung beim Produzenten, %	3
Kannenkühler, %	45
Tauchkühler, %	40
Kühlwannen, %	15
Milch, verkäst, %	41
Konsummilch und Joghurt, %	25
Konsumrahm, %	11
Milch, verbuttert, %	16

Abb. 4

Tiefkühlung andererseits zu unterscheiden (siehe Übersicht über die wichtigsten Kühlverfahren) (Abb. 5). Unter Vorkühlung wird die Kühlung der Milch mit fließendem Kaltwasser verstanden (zum Beispiel Kühlung auf 15 °C bei einer Wassertemperatur von 12 °C).

### Übersicht über die wichtigsten Kühlverfahren

Verfahren	Geräte	Milchbehälter
<b>1. Kühlung mit fließendem Kaltwasser (Vorkühlung)</b>		
Badkühlung	Baden mit Zu- und Ablauf	Kannen
Berieselung	Rührringe, Rührkühler	Kannen, Hofbehälter
Durchfluss	Plattenkühler	Kannen, Hofbehälter
<b>2. Indirekte Kühlung mit Kältemaschinen (Tiefkühlung)</b>		
Badkühlung	Eiswasserteiche	Wannen, Kannen
Berieselung	Kühlringe, Rührkühler Behälter mit Kühlisomantel	Kannen, Hofbehälter Wannen, Hofbehälter
Durchfluss	Plattenkühler	Kannen, Hofbehälter Wannen
<b>3. Direkte Kühlung mit Kältemaschinen (Tiefkühlung)</b>		
Verdampfer direkt in Milch eingetaucht	Tauchkühler	Kannen, Hofbehälter
Verdampfer in Kontakt mit Behälterwand	Kühlwasserkühltanks	Wannen Wannen, Tanks

Abb. 5

Unter Tiefkühlung wird die Kühlung der Milch mittels Kältemaschinen auf 4 °C verstanden. Die 4 °C sollen in 3 Stunden erreicht sein und bis zur Ablieferung automatisch aufrechterhalten werden.

Vor- und Tiefkühlung lassen sich kombinieren. Bei zweimal täglicher Ablieferung genügt eine Vorkühlung der Milch, bei weniger häufiger Ablieferung ist eine Tiefkühlung erforderlich.

### Vorkühlung mit fließendem Kaltwasser

Die wichtigsten Vorkühlverfahren sind (Abb. 6 und 7):

- die Kühlung im Brunnentrog (Badkühlung)
- die Kühlung im Kannenring (Berieselungskühlung)
- die Kühlung im Kannenrührkühler (Berieselungskühlung)
- die Kühlung mit Plattenkühler (Durchlaufkühlung).

### Leitungswasser

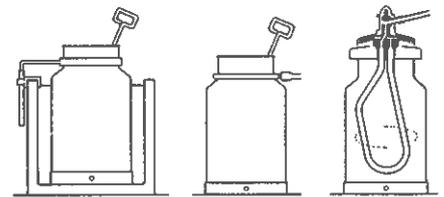


Abb. 6  
Kannenkühlung: Brunnentrog, Kannenring, Kannenrührkühler

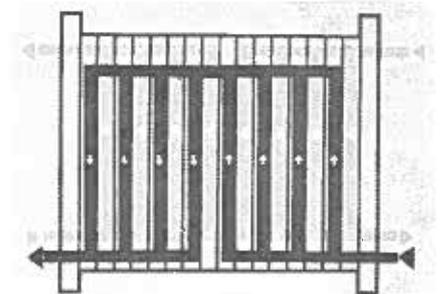


Abb. 7  
Plattenkühler

Am wenigsten wirksam ist die Kühlung im Brunnentrog und am wirksamsten die Kühlung mit dem Plattenkühler:

Kühldauer und Wasserverbrauch für die Vorkühlung von 40 Liter Milch auf 3 °C über Kühlwassertemperatur

Verfahren	Kühldauer relativ	Kühldauer min.	Wasserverbrauch pro l Milch
Brunnentrog (mit Rühren)	100	110	11
Kannenring (mit Rühren)	73	80	8
Kannenrührkühler	36	40	4
Plattenkühler	9	10	3

Die Wirksamkeit der Vorkühlung wird beeinflusst:

- von der Intensität des Rührens der Milch in den Kannen
- von der Strömung des Wassers auf der Kannenaussenseite im Brunnentrog

- von der Benetzung der Kannenoberfläche bei den Berieselungsverfahren und
- von der gleichmässigen Beschickung mit Milch bei den Plattenkühlern.

Der Wasserdurchsatz sollte bei Kannenringen und Kannenrührkühlern auf 5 bis 6 Minutenliter pro Gerät gedrosselt werden. Bei Becken und Trögen wird je nach Grösse mit einem Mindestdurchsatz von 10 bis 20 Minutenlitern Wasser gerechnet. Die Plattenkühler bestehen aus Plattenpaketen. Innerhalb der Pakete fliessen Milch und Wasser im Gegenstrom. Die Kühlleistung kann durch Aenderung der Plattenzahl und -anordnung wechselnden Anforderungen angepasst werden. Plattenkühler kommen nur für Betriebe mit Rohmelkanlagen in Frage, wo sie ohne besonderen Aufwand zusammen mit der Melkanlage gereinigt werden können (Abb. 8).

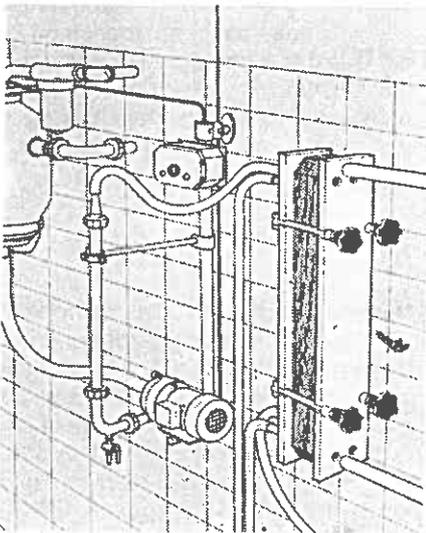


Abb. 8  
Plattenkühler in Verbindung mit Rohmelkanlage

### Direkte und indirekte Tiefkühlung

Für die Tiefkühlung der Milch werden das System der direkten Kühlung ohne Kälte-träger und das System der indirekten Kühlung mit Eiswasser als Kälte-träger angewendet. Die dazu erforderlichen Kältemaschinen arbeiten bei beiden Systemen wie vorher beschrieben.

Bei der direkten Kühlung stehen die Austauschflächen des Verdampfers in unmittelbarem thermischem Kontakt mit der Milch oder dem Milchbehälter. Die für die Verdampfung des Kältemittels notwendige Wärme wird also direkt aus der Milch bezogen.

Bei der indirekten oder Eiswasserkühlung befindet sich der Verdampfer in einem Eiswasserbad. Auf ihm wird ein Eisvorrat angesammelt. Die Kühlung der Milch erfolgt durch Umwälzung des Eiswassers und Abschmelzen des Eisvorrates. Beide Systeme haben ihre Vor- und Nachteile (siehe Abb. 9).

fer in einem Eiswasserbad. Auf ihm wird ein Eisvorrat angesammelt. Die Kühlung der Milch erfolgt durch Umwälzung des Eiswassers und Abschmelzen des Eisvorrates. Beide Systeme haben ihre Vor- und Nachteile (siehe Abb. 9).

### Vergleich zwischen indirektem und direktem Kühlsystem

Merkmal	Kühlung	
	indirekt	direkt
Anschlusswert, kW	niedriger	höher
Maschinengrösse	kleiner	grösser
Kälteleistung pro 100 l Milch	700 kcal/h	1'700 kcal/h
Maschinenlaufzeit	länger	kürzer
Stromverbrauch	höher	niedriger
Nachtstromausnutzung	mehr	weniger
Kälteverluste	grösser	kleiner
Verdampfungstemperatur	ungünstiger	günstig
Kühlgeschwindigkeit (anfangs)	grösser	kleiner
Kältevorrat	gross	fehlt
Wasser- Milch- Verhältnis	2 : 1	entfällt
Erweiterungsmöglichkeiten	grösser	geringer
Wartungsanforderungen	grösser	kleiner
Eisbildung in Milch (Gefahr)	keine	besteht

Abb. 9

### Anforderungen an Behälterkühlanlagen

Die Anforderungen an Behälterkühlanlagen werden zur Zeit von einer internationalen Arbeitsgruppe (CICICI) neu festgelegt. Es folgt ein Auszug aus dem letzten, von der Gruppe zur Vernehmlassung vorgelegten Normenentwurf.

### Kühlzeit

Die Kühlung eines Gemelkes von 35 auf 4 °C darf bei einer zwischen +5

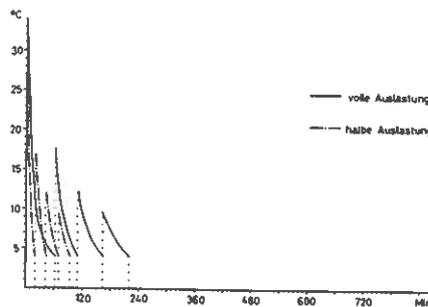


Abb. 10  
Kühlkurven (4 Gemelke), indirekte Kühlung, grosser Eisvorrat

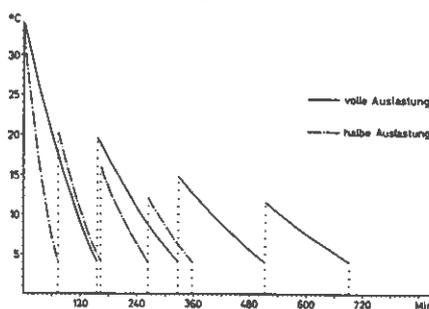


Abb. 11  
Kühlkurven (4 Gemelke), direkte Kühlung (ohne Kältereserve)

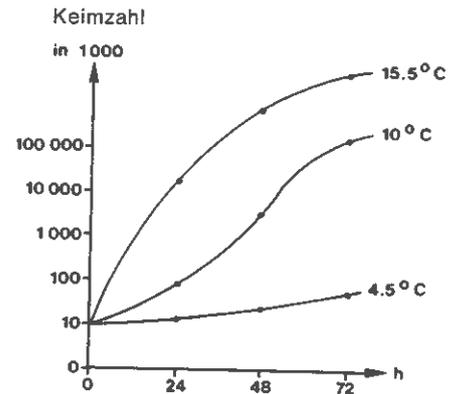


Abb. 12  
Keimvermehrung in Abhängigkeit von der Temperatur

und +32 °C liegenden Umgebungstemperatur höchstens 3 Std. dauern. Nach Einfüllen des 2. Gemelkes darf die Kühlung des Gesamtvolumens von 10 auf 4 °C höchstens 90 Minuten dauern.

### Eisvorrat

Der Eisvorrat muss bei Anlagen für 2 Gemelke zur Kühlung von 60 Prozent und bei Anlagen für 4 Gemelke zur Kühlung von 30 Prozent des Behälterinhaltes ausreichen. Eine gute Kontrolle des Eisvorrates, ein leichtes Auswechseln des Eiswassers und eine genügende Berstsicherheit der Behälter (bei störungsbedingtem Einfrieren des gesamten Wassers) müssen gewährleistet sein.

### Eisbildung in der Milch

Bei einer Milchmenge, die 10 bis 100 Prozent des nutzbaren Behältervolumens ausmacht, darf keine Eisbildung auftreten.

### Milchtemperatur

Die mittlere Milchtemperatur darf zwischen 2 Kühlperioden nicht über 4 und die höchste Milchtemperatur nicht über 9 °C ansteigen.

### Isolation

Eine dem Nutzvolumen des Behälters entsprechende Milchmenge darf sich bei ausgeschalteter Kältemaschine und bei einer Umgebungstemperatur von 32 °C in 4 Stunden höchstens von 4 auf 5 °C erwärmen.

### Ausbutterung

Das Rührwerk soll die Milch in 2 Minuten so wirksam mischen können, dass Fettgehaltsunterschiede von mehr als 0,1 g pro 100 g Milch nicht vorkommen. Dabei darf ein Ausbuttern des MilCHFettes oder ein Schäumen der Milch nicht auftreten.

### Temperaturanzeige

Der Thermometerfehler darf zwischen +2 und +12 °C höchstens 1 °C be-

tragen. Im Bereich von  $-10$  bis  $+70$  °C wird eine schadhafte Belastbarkeit verlangt.

### Indirekte Kühlung mit Eiswasser

Die Kühlleistung der Eiswasseranlagen hängt nicht primär von der Kapazität der Kältemaschine ab. Massgebend sind vor allem:

- das Verhältnis der Milchmenge zur Eiswassermenge und zum Eisvorrat sowie
- die Abtauleistung (gemessen in Wärmeinheiten, die pro Stunde durch Schmelzen des Eisvorrates nutzbar gemacht werden können).

Die Abtauleistung ist von der Eisoberfläche und von der durch die Eiswasserpumpe erzeugten Strömung

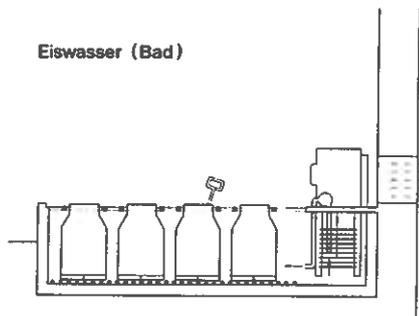


Abb. 13  
Eiswasserbecken mit aufgesetztem Kühlaggregat

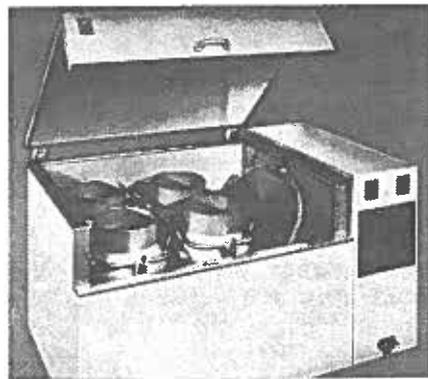


Abb. 14  
Eiswasserbecken mit Deckel

abhängig. Alle Eiswasseranlagen müssen über eine gute Eiswasserpumpe und eine zuverlässige Steuerung des Eisvorrates verfügen. Ein Eisansatz von mehr als 2 bis 3 cm Dicke ist im allgemeinen unwirtschaftlich. Eisblockbildung führt ausserdem wegen der Verkleinerung der Oberfläche zu sehr schlechten Abtauleistungen.

### Kannenkühlung in Eiswasserbecken (Abb. 13)

An Eiswasserbecken sind folgende Anforderungen zu stellen:

- einfache Reinigungsmöglichkeit (Wasserauslauf)

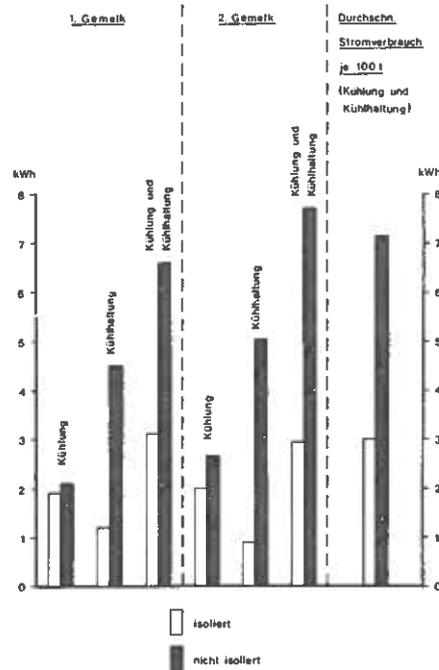


Abb. 15  
Kühlhaltung erfordert viel Energie bei Aufbewahrung der Milch in nicht isolierten Behältern

- gute wasserseitige Wärmeübertragung (Eiswasserpumpe)
- gleichmässige, vom Standort unabhängige Kühlung aller Kannen
- genügende Kälteleistung auch nach Erneuerung des Eiswassers
- Vorhandensein einer Haltevorrichtung für leere Kannen
- Vorhandensein eines Kannenrostes (Bodenkühlung)
- gute Isolation (geringe Wärmeinstrahlung) (Abb. 15)
- gute Kontrollmöglichkeit des Eisansatzes.

Die zahlreichen Spezialausführungen von Eiswasserbecken zielen vor allem auf eine Senkung der Kälteverluste (ca. 25 Prozent) und auf eine Verbesserung des wasser- und milchseitigen Wärmeaustausches ab (Abb. 14).

### Eiswassergekühlte Wannen und Tanks

Sie bestehen aus dem Innen- oder Milchbehälter und einem isolierten Aussenbehälter. Das Eiswasser und der Verdampfer sind in der Regel im Raum zwischen diesen beiden Behältern untergebracht. Im Prinzip gibt es 2 Varianten: die Eiswasserberieselung und die Eiswasserumspülung des Innenbehälters. Bei der ersten Variante sind das Eiswasser und der Verdampfer meistens im wannenartigen unteren Teil des Zwischenrau-

mes untergebracht. Eine Berührung zwischen Eiswasser und Milchbehälter besteht nur während der Berieselung des Behälters. Der Milchbehälter lässt sich also sehr gut mit warmen Lösungen reinigen (Abb. 16).

Bei der 2. Variante ist der Zwischenraum in seiner ganzen Höhe dauernd mit Eiswasser gefüllt, das während des Kühlens durch die Eiswasserpumpe in eine möglichst turbulente Strömung versetzt wird (Abb. 17). Eine Reinigung mit warmen Lösungen ist in diesem Fall praktisch nicht möglich. Dafür bietet aber der Dauerkontakt des Milchbehälters mit dem Eiswasser sehr gute Voraussetzungen für die Kühlhaltung (Nachkühleffekt) der Milch. Der Eisvorrat und der flächenmässig günstige Wärmeaustausch (die ganze Oberfläche des Milchbehälters ist nutzbar) ermöglichen sehr kurze Kühlzeiten.

### Direkte Kühlung

Unter vergleichbaren Bedingungen des Wärmeaustausches bestimmt bei der direkten Kühlung im wesentlichen die Leistung der Kältemaschine den Ablauf des Kühlvorganges, denn Kältereserven, wie bei der indirekten Kühlung, sind nicht verfügbar.

### Tauchkühler (direkte Kühlung) (Abb. 18)

Der Verdampfer der Tauchkühler ist als Hohlzylinder ausgebildet und über flexible Schläuche mit der Kältemaschine verbunden. Er wird direkt in die Milch getaucht. Da die Verdampferfläche relativ klein ist, muss durch eine hohe Strömungsgeschwindigkeit am Zylinder für einen guten Wärmeübergang gesorgt werden. Dies geschieht mit einem hochtourigen Rührer (ca. 1300 U/min.) im unteren Zylinderteil. Aufgrund der vorliegenden Erfahrungen sind folgende Punkte zu beachten:

- die Ausbutterungsgefahr steigt im Prinzip mit der Kühldauer, deshalb sind kurze Kühlzeiten anzustreben (ein 0,5-PS-Gerät kühlt zum Beispiel 40 Liter Milch in ca. 1 Stunde von 35 auf 4 °C)
- zu geringe Eintauchtiefe erhöht die Gefahr der Butterung und Eisbildung, deshalb soll der Kühler erst eingeschaltet werden, wenn der Verdampfer ganz mit Milch bedeckt ist (Schaumbildung ist als ein Warnzeichen zu betrachten) (Abb. 19)
- die Gefahr der Eisbildung nimmt aus strömungstechnischen Grün-

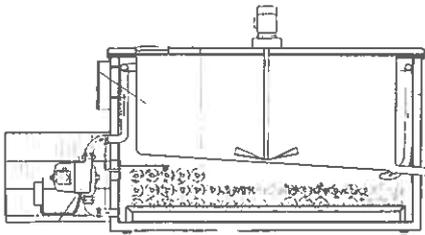


Abb. 16  
Kühlwanne mit Eiswasserberieselung

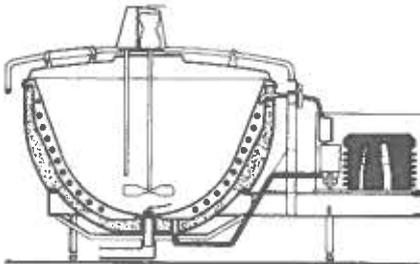


Abb. 17  
Kühlwanne mit Eiswasserumspülung

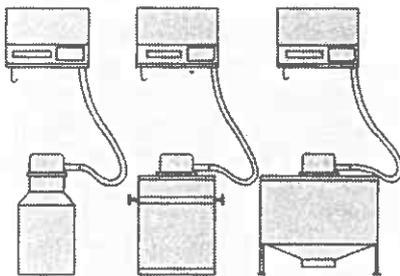


Abb. 18  
Tauchkühler-Einsatzvarianten

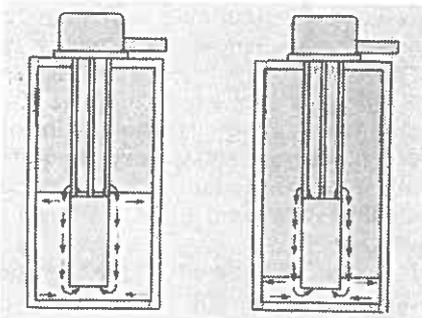


Abb. 19  
Strömung der Milch am Zylinder  
(rechts zu wenig tief eingetaucht)

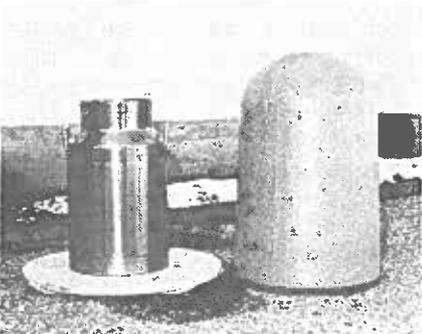


Abb. 20  
Milchkanne mit Isolationshaube  
und Bodendeckel

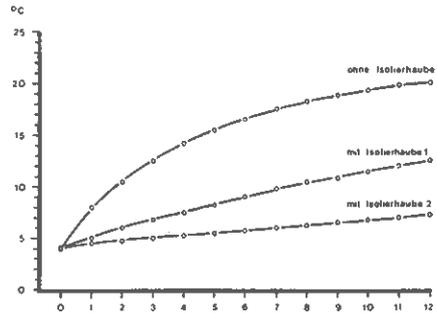


Abb. 21  
Erwärmung der Milch mit und ohne  
Isolationshaube  
(1 ohne 2 mit Bodendeckel)

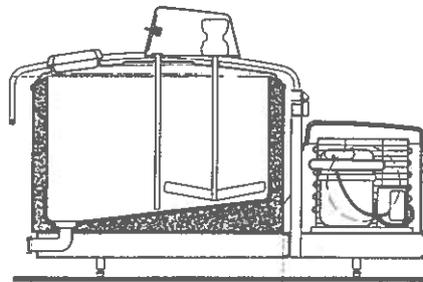


Abb. 22  
Direkt gekühlte Wanne

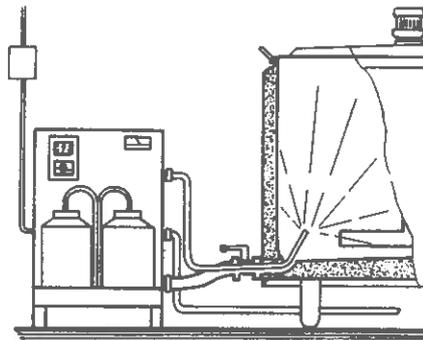


Abb. 23  
Automatische Tankreinigung über den  
Auslaufstutzen

den mit zunehmendem Behälterdurchmesser zu, deshalb sind weite Wannen für die Kühlung mit Tauchkühlern abzulehnen (Zusatzrührwerke befriedigen meistens nicht)

- um Temperaturschichtungen zu vermeiden, ist eine Nachrührautomatik vorteilhaft (das gilt auch für die übrigen Kühlgeräte)
- zur Erleichterung der Reinigung sollen die Verdampfer mit 65 °C warmen Lösungen belastbar sein
- zur Kühllhaltung der Milch in Kannen für ca. 10 Stunden eignen sich Isolierhauben (zum Beispiel

aus Schaumpolystyrol); ohne Isolation des Kannenbodens (Bodendeckel) ist die Wirkung der Hauben jedoch unbefriedigend (Abb. 21)

- für die Kühlung von 4 Gemelken im gleichen Behälter sind Tauchkühler wegen der starken mechanischen Belastung der Milch nicht zu empfehlen.

#### Wannen und Tanks (direkte Kühlung)

Bei den direkt gekühlten Wannen und Tanks besteht ein unmittelbarer thermischer Kontakt zwischen dem Verdampfer und dem Innen- oder Milchbehälter. Der Raum zwischen Innen- und Aussenbehälter ist mit Isolationsmaterial (zum Beispiel Polyurethanschaum) ausgefüllt (Abb. 22). Der Verdampfer befindet sich meistens am Boden der Wanne, weshalb flache Wannenformen bevorzugt werden. Ein wirksames Rühren der Milch ist nicht nur zur Optimierung des Wärmeüberganges, sondern auch zur Verhinderung des Anfrierns der Milch unerlässlich. Die Anlage darf erst eingeschaltet werden, wenn die hierfür nötige Behälterfüllung erreicht ist. Grossflügelige Rührwerke (Flügelänge etwa halber Behälterdurchmesser) mit Drehzahlen von 40 bis 60 pro Minute werden den Erfordernissen des Wärmeaustausches und der Milchschonung besser gerecht als kleinflügelige und hochtourige. Um ein schnelles und vollständiges Entleeren der Wannen zu gewährleisten, ist ein ausreichendes Gefälle des Wannenbodens nötig (siehe Abb. 22).

#### Reinigung und Entkeimung

Es gelten die bekannten Grundsätze:

1. Reinigung kommt vor Kühlung!
2. Sofort spülen, ehe Milchreste antrocknen können.
3. Kombiniert Reinigen und Entkeimen, wo immer möglich mit mindestens 60 °C warmen Lösungen.
4. Sauer Reinigen einmal pro Woche zur Vermeidung von Belagsbildungen und des Aufkommens einer «Betriebsflora».
5. Entfernung aller Reinigungs- und Entkeimungsmittelreste durch gutes Nachspülen.
6. Regelmässige Kontrolle der milchberührten Oberflächen nach maschineller Reinigung.
7. Manuelle Reinigung aller Teile, die von der Reinigungsautomatik nicht erfasst werden.

Reinigungsautomaten werden über den Auslaufstutzen, das Rührwerk oder über einen zentralen Sprühkopf an die Wanne oder den Tank angeschlossen (Abb. 23). Die Dosierung der Mittel, die Temperatur der Lösungen und der zeitliche Ablauf der Reinigung sind voll programmierbar, bedürfen aber einer sorgfältigen Ueberwachung.

### Energiebedarf

Der Energieverbrauch für die Kühlung von 100 kg Milch ist von der abzuführenden Wärmemenge, von der Anlagengrösse, von den Kälteverlusten und von einer Anzahl spezieller Betriebsbedingungen abhängig. Einen erhöhten Energieverbrauch bewirken vor allem:

- steigende Umgebungstemperaturen (falsche Aufstellung der Anlage und schlechte Lüftung, siehe Abb. 24)
- unnötig häufiges Schalten des Thermostaten (Thermostat defekt oder Schaltdifferenz zu knapp eingestellt) (Abb. 25)
- verschmutzte Kondensatoren bei luftgekühlten Anlagen (Abb. 26)

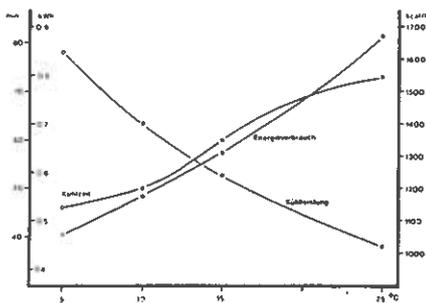


Abb. 24 Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Kühlleistung und den Energieverbrauch

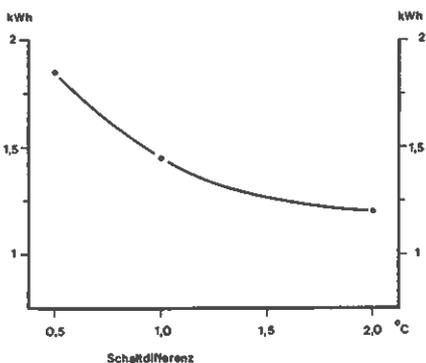


Abb. 25 Einfluss der Schaltdifferenz auf den Energieverbrauch

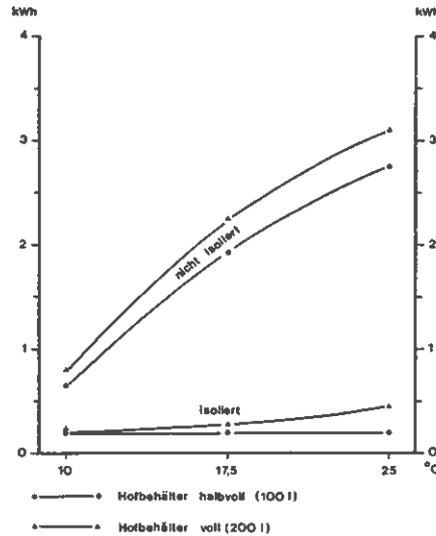


Abb. 26 Einfluss der Isolation auf den Energieverbrauch

Meter des Kompressors	Kältemaschinen			spez. Energieverbrauch Wh/teal	
	PS	W	WG*		
1/8	122	0,6	250-300	280	0,72
1/5	147	0,6	300	225	0,75
1/4	184	0,6	400-470	300	0,80
1/3	243	0,7	475-600	350-425	0,72
1/2	368	0,7	800-1300	525-750	0,57
3/4	552	0,7	1200-1750	800-1040	0,62
1	738	0,7	2200-2500	1050-1120	0,48
1,5	1104	0,8	2800-3200	1300-1400	0,45
2	1472	0,8	4400-5000	1500-2000	0,37
3	2208	0,8	5900-6000	2200-2500	0,42

\*WG - Wirkungsgrad

Abb. 27 Einfluss der Maschinengrösse auf den Energieverbrauch

### Milchgewinnung und Milchkühlung

Abtransport der Milch	Eimermelkanlagen		Rührmelkanlagen	
	Vorkühlung	Tiefkühlung	Vorkühlung	Tiefkühlung
zweimal pro Tag in Kannen	Kühlbecken Kannenkühler	entfällt	Plattenkühler Kannenkühler	entfällt
einmal pro Tag in Kannen od. Grossbehälter	entfällt	Eiswasserbecken, Tauchkühler	entfällt, ev. mit Plattenkühler	Eiswasserbecken Tauchkühler Plattenkühler Kühlwanne Kühltauch
einmal pro Tag mit Tankwagen	entfällt	Tauchkühler mit Hofbehälter od. Wanne Kühlwanne	entfällt, ev. mit Plattenkühler	Tauchkühler mit Hofbehälter oder Wanne, Plattenkühler Kühlwanne Kühltauch
alle 2 Tage mit Tankwagen	entfällt	Kühlwanne Kühltauch	event. mit Plattenkühler	Kühlwanne Kühltauch

Abb. 28

- fehlende oder ungenügende Isolation der Milchbehälter
- zu starker Eisansatz (über 3 cm dick) bei Eiswasseranlagen
- schlechte Auslastung von Anlagen mit von der Milchmenge weitgehend unabhängigen und relativ hohen Kälteverlusten.

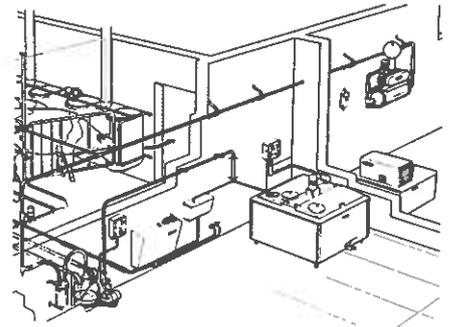


Abb. 29 Melkstand und Milchammer mit Kühlwanne sowie getrenntem Maschinenraum

### Hinweise zur Wahl des Kühlverfahrens

Primär stellt sich die Behälterfrage, das heisst ob in Kannen, in mobilen Grossbehältern oder in stationären Wannen bzw. Tanks gekühlt werden soll. Für die Beantwortung dieser Frage sind massgebend (Abb. 28):

- das Milchsammelsystem
- die Betriebsgrösse, das Melksystem und die Milchproduktion
- die voraussichtliche Entwicklung hinsichtlich Produktion, Sammlung und Verwertung der Milch und
- die Mitsprache des Beratungsdienstes und Milchverwerters.

Es ist im allgemeinen weniger wichtig, ein bestimmtes Kühlsystem (direkte oder indirekte Kühlung) zu wählen, als ein wirklich bewährtes Fabrikat, bei dem ein zuverlässiger Kundendienst gewährleistet ist. Die Anschaffung einer Anlage für die Milchkühlung zählt zu den längerfristigen Investitionen, die primär der Qualitätserhaltung der Milch zu dienen haben.

Um die Möglichkeiten der Tiefkühlung der Milch voll ausschöpfen zu können, muss man ihre Grenzen kennen. Die Kühlung kann keine Probleme lösen, die ihrer Natur nach Reinigungsprobleme sind. Mit der Vernachlässigung der Reinigung würde man die Möglichkeiten der Kühlung nicht erweitern, sondern stark einschränken. Zur Erhaltung der Milchqualität müssen deshalb die saubere Milchgewinnung, die sorgfältige Reinigung und die schonende Kühlung zu einer lückenlosen Hygienekette verknüpft werden. Besonders wichtig ist die Verhinderung des Aufkommens einer kälteadaptierten Flora in der tiefgekühlten und kühlgelagerten Milch durch eine sorgfältige Reinigung der Kühlanlagen.