

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 66 (2004)
Heft: 3

Artikel: Milchkühlungssysteme und Wärmerückgewinnung
Autor: Vogt, Marc
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1080654>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Milchkühlungssysteme

Trotz aller Sauberkeit bei der Milchproduktion gelangen Bakterien in die Milch. Durch die sofortige Kühlung der Milch wird die schnelle Vermehrung der Bakterien nicht verhindert, dafür aber wirksam verlangsamt. Eine Reduktion der Keime ist durch die Kühlung nicht möglich. Daher muss die ganze Hygienekette Melkhygiene, Reinigung, Entkeimung und Kühlung lückenlos geschlossen sein.

Text und Bilder: Marc Vogt

Wird die Milch täglich zweimal abgeliefert, steht vor allem Kühlung mit Brunnenwasser im Vordergrund. Für Betriebe mit Milchkannen haben sich der Brunnentrog, der Kannerring und der Kannennährküller als sehr einfache Gerätschaften längstens etabliert. Grössere Betriebe arbeiten in der Regel mit Hofbehälter oder Tanks. Hier können beispielsweise doppelwandige Behälter eingesetzt werden, bei denen der Zwischenraum mit kaltem Brunnenwasser gekühlt wird. Diese Systeme haben einen sehr hohen Wasserverbrauch und erfordern ständiges Röhren während des gesamten Kühlungsvorgangs.

Im Zuge der Zusammenfassung von Milchviehbeständen in Produktionsgemeinschaften und der Erhöhung der Lagerkapazität für Milch bei Hofabfuhr aber braucht es für die schonende und rasche Kühlung der Milch eine leistungsfähige Technologie.

Prinzip der Kältemaschine

Kältemaschinen nutzen die latente Verdampfungswärme von Kältemitteln. Diese haben einen Siedepunkt von -30 bis -40 °C. Eine

Kompressor treibt den Kreislauf an: Das gasförmige, unter hohem Druck stehende Kältemittel mit einer Temperatur von 50 bis 60 °C wird in einem Kondensator durch Luft oder Wasser abgekühlt und verflüssigt sich dabei. Über eine Düse in den Verdampfer mit niedrigem Druck eingespritzt, verdampft das Kältemittel schlagartig und entzieht der Umgebung Wärme. Anschliessend wird das gasförmige Kältemittel wieder dem Kompressor zugeführt. Durch das Verdichten steigt die Temperatur wieder auf 50 bis 60 °C. In modernen Direktverdampferanlagen wird der Druck durch thermostatische Expansionsventile so geregelt, dass die Kühltemperatur im Kühlbereich knapp unter dem Gefrierpunkt gehalten wird. So wird eine schnelle und schonende Kühlung ohne Eisbildung erreicht.

Direktverdampfer- oder Eisswasserkühlung?

Die beiden Verfahren unterscheiden sich dadurch, dass beim *Direktverdampfer* das Kältemittel in einem Zwischenboden direkt unterhalb der Milch verdampft wird. Einige Hersteller bieten seit einiger Zeit nur noch Direktverdampferanlagen an.

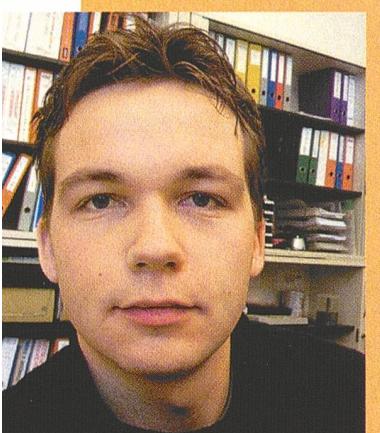
Beim *Eisswasserverfahren* wird das Kältemittel in einem Eisspeier-

cher verdampft. Das Eis wird dabei während des ganzen Tages gebildet und bei Bedarf abgetaut. Die Milchwanne wird dann mit Eiswasser (meist ein Wasser-Glykol-Gemisch) berieselt. Dieses Verfahren ist bei Neuanlagen kaum noch von Bedeutung, weil der Bedarf an Strom, Platz, Unterhalt und Investitionen sehr gross ist.

Direktverdampferanlagen unterscheiden sich wesentlich in Bezug auf den Verdampferaufbau und die Einspritzverfahren. Für eine schnelle und schonende Kühlung ist die Verdampferfläche beziehungsweise deren Ausnutzung ausschlaggebend.

Während die meisten Hersteller durch die Wahl einer ovalen Tankform die Verdampferfläche erhöhen, hat WestfaliaSurge einen patentierten Verdampfer mit halbröhrenförmigen Kanälen entwickelt. Durch die bessere Führung des Kältemittels kann die Ausnutzung der Verdampferfläche um über 30% gesteigert werden. Dank der runden Tankform kann die Kühlung bereits mit 5% Tankfüllung gestartet werden.

Für die Einspritzung hat sich in den letzten Jahren das thermostatische Expansionsventil gegen die billigere Einspritzkapillare durchgesetzt. Über einen Fühler wird die Temperatur im Verdampfer gemessen und die Einspritzung nach Bedarf automatisch erhöht oder



Marc Vogt, Dipl. Ing. Agr. FH
ProFormance Support&Training
WestfaliaSurge AG
3063 Ittigen b. Bern
mv@westfalia.ch



und Wärmerückgewinnung



Direktverdampferanlage: Thermostatische Expansionsventile regulieren die Kühltemperatur knapp unter dem Gefrierpunkt, was die rasche Kühlung ohne Eisbildung begünstigt.

verringert. Damit wird eine kurze Kühlzeit ohne Eisbildung garantiert.

Wärmerückgewinnung

Das Rezept zur Warmwasseraufbereitung ohne zusätzlichen Stromverbrauch heisst Wärmerückgewinnung. Pro Liter gekühlte Milch können 0,6 bis 0,8 Liter Wasser von Zimmertemperatur auf 50 bis 60 °C erwärmt werden. Häufig wird aber

eine höhere Wassertemperatur von bis zu 80 °C benötigt.

Der direkte Einbau einer Heizung in die Rückgewinnung bewirkt eine Erhöhung der Temperatur im oberen Drittel des Rückgewinnungsboilers. Da zur Reinigung der Melkanlage meist grosse Wassermengen mit einer Temperatur von ca. 80 °C benötigt werden, müsste in diesem Fall der Boiler entsprechend grösser gewählt werden, um eine vergleichbare Verfügbarkeit zu erreichen. Andernfalls muss die Zusatz-

heizung auch während dem Tag noch einmal gestartet werden.

Empfehlenswert ist hier, dass das vorgewärmte Wasser in einem separaten Elektroboiler auf die gewünschte Temperatur gebracht wird. Damit erhöht sich der Wirkungsgrad, da ab einer Wassertemperatur von ca. 50 °C immer weniger Wärme in der Rückgewinnung aufgefangen wird. Der Rückgewinnungsboiler sollte gut halb so gross sein wie der Elektroboiler. Während die Wärmerückgewin-

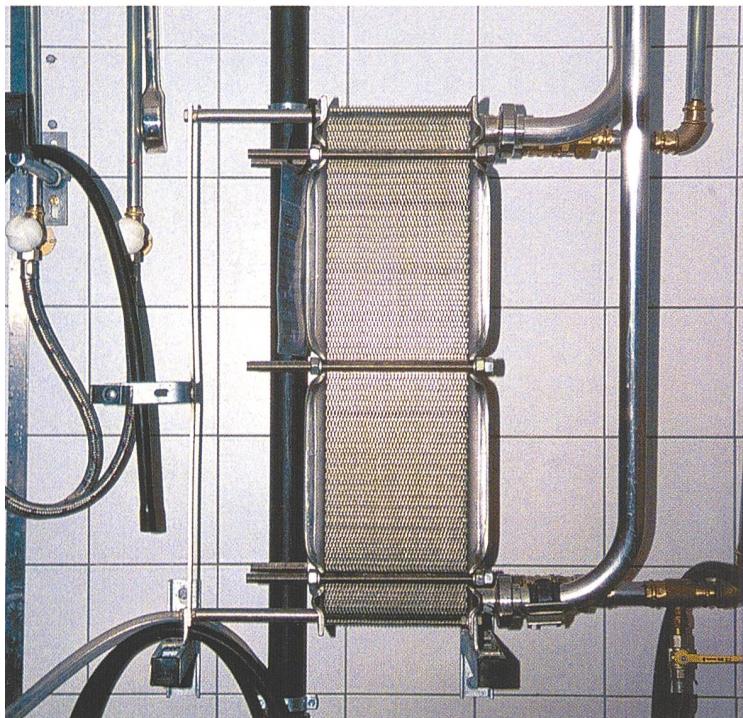
nung zweimal am Tag aufheizt, ist dies beim Elektroboiler nur einmal der Fall. Warmwasserverbraucher mit bescheidenen Temperatursprüchen können auch direkt an die Wärmerückgewinnung angeschlossen werden.

Plattenkühler

Mit der wachsenden Betriebsgrösse gewinnt dieses seit Jahren bewährte Verfahren eine völlig neue Bedeutung. Moderne Geräte zeichnen sich durch sehr hochwertige und lange Edelstahlplatten aus, die eine exzellente Wärmeübertragung ermöglichen. Der Wasserbedarf liegt bei ca. 1,5 Liter pro Liter Milch. Bei diesem Fließverhältnis wird eine Milchtemperatur am Austritt von 4 °C über der Wassereintrittstemperatur erreicht.

Entscheidend für geringe Unterhaltskosten ist die Wahl des Dichtungswerkstoffes. Moderne Geräte werden meist mit Nitril-Elastomeren wie Perbunan® abgedichtet. Dieser Werkstoff ist äusserst beständig gegen Milchfett wie auch gegenüber den Melkanlagenreinigern. Diese Dichtungen halten erfahrungsgemäss zehn Jahre und länger.

Bei der Anschaffung ist die fachliche Beratung über den Erfolg entscheidend. Kleine Geräte sind zwar



Plattenkühler: Die hohe Wärmeleitfähigkeit der Edelstahlplatten bewirkt eine Abkühlung der Milch bis auf 4 °C über der Eintrittstemperatur des Kühlwassers in Trinkqualität.

billiger, haben jedoch zu wenig Leistung und können im Extremfall die Reinigung der Melkanlage negativ beeinträchtigen.

Besonders sinnvoll ist der Plattenkühler überall dort, wo kaltes Wasser kostenlos zur Verfügung steht oder wo die anfallenden Wassermengen zum Beispiel als vorgewärmtes Tränkewasser eingesetzt werden können.

Da die Kühlzeit bei gleicher Aggregatsleistung ungefähr halbiert wird, kann ein kleineres Kälteaggregat eingesetzt werden. Die Investitionskosten sind daher bei beiden Systemen praktisch identisch. Würde der bauseitige Kühlwasseranschluss nicht gerechnet, wäre die Anlage mit Vorkühlung sogar wesentlich günstiger. Für Wartung, Reparatur und Unterhalt gibt es keine Richtzahlen. Man darf davon ausgehen, dass diese Kosten bei beiden Systemen identisch sind.

Reinigung der Milch-kühllanlagen

Während kleinere Kühlwannen und Hofbehälter bis ca. 1000 Liter noch

vorwiegend von Hand gereinigt werden, sind in modernen Milchtanks ausgeklügelte Reinigungsautomaten integriert. Herzstück dieser Anlagen ist eine elektronische Steuerung, die gleichzeitig den Kühlprozess steuert und allenfalls mit einem automatischen Melksystem Informationen über den Betriebszustand austauscht. Elektronische Steuerungen haben den grossen Vorteil, dass die verschiedenen Funktionen permanent überwacht werden und über einen PC auf zwei Monate zurückverfolgt werden können.

Folgende Funktionen stehen dem Anwender zur Verfügung:

- Startverzögerung der Kühlanlage oder automatischer Start über Füllstandskontrolle
- Kühlzeit- und Temperaturüberwachung
- Reinigungstemperaturüberwachung, Ansteuerung Durchlauferhitzer
- Überwachung der Reinigungsmitteldosierung
- elektronische Füllstandsanzeige mit amtlicher Messgenehmigung

Umweltbelastung durch Kältemittel reduzieren

Kältemittel können beim Ausstreten aus dem System negative Folgen für die Umwelt haben, denn die Auswirkungen dieser Emissionen stehen in einem direkten Zusammenhang mit:

- dem Treibhauseffekt,
- der Ozonbildung in bodennahen Luftschichten und
- dem Abbau der Ozonschicht in der Stratosphäre (verantwortlich für den Schutz vor schädlicher UV-B Strahlung)

Bis in die späten 90er-Jahre wurden so genannte FCKW (Fluor-Chlor-Kohlen-Wasserstoffe) als Kältemittel verwendet. Diese steigen, ohne sich abzubauen, in die Stratosphäre auf, wo sich Chloratome durch das Sonnenlicht abspalten. Diese wiederum können hunderttausendfach Ozonmoleküle zerstören, ohne sich selber zu verbrauchen. Im Gegensatz dazu verursachen Kältemittel eine Anreicherung des Ozons in der bodennahen Luftschicht (Smog). Die erhöhte Ozon-Konzentration im «Erdgeschoss» der Atmosphäre kann den Abbau des Schutzbürtels in der Stratosphäre nicht kompensieren. Was uns in 15 km Höhe vor lebens-

bedrohenden Sonnenstrahlen bewahrt, wirkt am Boden als aggressives Zellgift. Heute dürfen in der Schweiz und in fast allen westlichen Industrienationen für neue Anlagen nur noch so genannte FKW (Fluor-Kohlen-Wasserstoffe) verwendet werden. Diese begünstigen zwar als Kohlenwasserstoffe immer noch den Treibhauseffekt, haben aber wegen des fehlenden Chlors keine Bedeutung für den Ozonabbau in der Stratosphäre.

Neue Stoffverordnung seit 1. Januar 2004

Der Einsatz von Kältemitteln ist in der Schweiz streng reglementiert. Zum Erwerb dieser Stoffe wird eine Fachbewilligung verlangt. Seit 1. Januar 2004 gilt die neue Stoffverordnung. Diese verlangt, dass alle Anlagen mit mehr als 3 kg stabilem Kältemittel in der Luft gemeldet werden. Dazu gehören praktisch alle grösseren Milchkühlanlagen. Zudem muss ein Wartungsheft für jede Anlage geführt werden. Im Moment fehlen aber noch die nötigen Ausführungsbestimmungen. Daher wird der Vollzug erst im Verlauf dieses Jahres schrittweise eingeführt.

Zusätzlich können verschiedene Reinigungsprogramme entsprechend den Wünschen des Betriebsleiters definiert werden. Es ist daher auch möglich zwischendurch ein Schnellprogramm oder nur ein Klarspülen per Knopfdruck zu starten.

Wichtige Elemente beim Reinigungsautomaten sind vor allem auch die mechanischen Sicherheitsvorrichtungen gegen unabsichtliches Wässern der Milch, die frostsichere Umwälzpumpe und die Anordnung der Sprühköpfe im Tankinnern. Bei vielen Herstellern sitzt

der Sprühkopf direkt auf dem Rührwerk. Abgesehen von den zusätzlichen Verschleissstellen entstehen möglicherweise Stellen am Rührwerk selber, die nur schlecht gereinigt werden.

WestfaliaSurge besitzt ein Patent für die dynamische Wasserzufuhr. Bei diesem System ist nebst dem rotierenden Sprühkopf ein zusätzlicher Sprühkopf angebracht, über den das Wasser mit Leistungsdruck direkt im Tank versprüht wird. Dadurch wird es möglich Milchrückstände und Festkörper direkt in den Abfluss zu spülen.



Betriebsgemeinschaft Stähli-Dardel in Schüpfen BE

Vergleich verschiedener Verfahren

Die Betriebsgemeinschaft Peter Stähli und Daniel Dardel ist vor ziemlich genau einem Jahr mit dem Milchvieh in einen neuen Boxenlaufstall eingezogen. Die jungen Betriebsleiter waren von Anfang an überzeugt, dass der Plattenkühler für sie die richtige Lösung sei, was aus der Tabelle 1 hervorgeht. Im letzten Jahr hat das Aggregat schon 300 000 Liter Milch gekühlt, und im nächsten Jahr sollen es schon 370 000 Liter sein.

Der Betrieb hat mit einer eigenen Quelle, die Wasser mit einer Temperatur von 8°C liefert, ideale Voraussetzungen. Das Wasser fliesst durch den Plattenkühler und läuft dann in einen Brunnentrog im Stall.

Der ansehnliche Milchtank mit 3600 Liter Inhalt kommt mit einem Kühlaggregat von nur 2,5 PS problemlos aus, während die übliche Ausführung für die Kühlung von vier Gemelen schon einen statt-

TABELLE 1

Vergleich der Stromkosten für verschiedene Verfahren zur Kühlung von 1000 Liter Milch pro Tag von 35 auf 4 °C

Verfahren	Eiswassertank	Direktverdampfer	Direktverdampfer mit Plattenkühler
Beschreibung	Eiswasserkühlung im Eisspeichertank von 35 auf 4 °C Milchtemperatur	Direktkühlung im Tank von 35 auf 4 °C Milchtemperatur	Vorkühlung auf +15°C Milchtemperatur mittels Brauchwasser, Restkühlung auf +4°C mittels Direktkühlung im Tank
Stromverbrauch (kWh)			
für 1000 Liter Milch	24	16,5	7,5
Hochtarif Rp. 17/kWh	12	16,5	7,5
Niedertarif Rp. 8,5/kWh	12	0	0
Stromkosten/1000l CHF	3,06	2,81	1,28

lichen 6-PS-Kompressor bedingen würde. Die beiden Milchproduzenten bestätigen, das Aggregat laufe nie lange, denn die Milch sei unmittelbar nach dem Melken bereits auf der gewünschten Lagertemperatur.

Die Angaben zu den Stromkosten und dem Stromverbrauch sind nicht gesicherte Praxiswerte für die Kühl-

lung und Lagerung. Je nach Elektrizitätswerk und Melkzeit kann auch bei den Direktverdampferverfahren im Niedertarif gekühlt werden. Bei Eiswasseranlagen mit grossem Eisspeicher könnte der Niedertarifanteil ebenfalls höher sein.

Die Wärmerückgewinnung sollte möglichst genau auf die benötigte Wassermenge pro Halbtag ausgelegt werden, während der Elektroboiler für den ganzen Tag ausreichen muss.

Aus Tabelle 2 geht hervor: Strom sparen ja, Geld sparen wohl eher nicht. Der Nachtstrom ist für diesen Betrieb so günstig, dass die Wärmerückgewinnung betriebswirtschaftlich keinen nennenswerten Vorteil bringt. Die Investitionskosten wurden auf einem Kapital von 2900.– berechnet. Die durchschnittliche Verzinsung über 15 Jahre beträgt ca. 60% des Kapitals zu 5%. Die Abschreibung wurde linear auf 15 Jahre gerechnet. Ausschlaggebend für die Investition in eine Wärmerückgewinnung sind also weniger betriebswirtschaftliche Überlegungen, sondern eher ökologische. ■



Für die rationelle Hofabfuhr der Milch, besonders bei grossen Kuhbeständen, ist die rasche Kühlung zur Haltbarkeitssteigerung wichtig.

TABELLE 2

Strom sparen mit Wärmerückgewinnungsanlage (Beispiel Stähli-Dardell, Schüpfen)

Boiler 300 Liter

Stromverbrauch für 300 Liter auf 80°C erwärmen, in Klammer Stromkosten (CHF) bei Niedertarif (8,5 Rp.)	ohne Wärmerückgewinnung mit Wärmerückgewinnung 200 Liter auf 55°C vorgeschaltet	23,0 kWh (1,96) 8,7 kWh (0,74)
Einsparung Strom pro Tag		14,3 kWh (1,22)
Einsparung Strom pro Jahr		CHF 445.30
Investitionskosten Wärmerückgewinnung pro Jahr		CHF 280.30
Kosten für periodisches Entkalken, Reparaturen		CHF 145.00
Jährliche Kosteneinsparung		CHF 20.00