

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz  
**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz  
**Band:** 73 (2011)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Milchkühlung und Wärmerückgewinnung  
**Autor:** Zweifel, Ueli  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1080403>

### **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:** 04.02.2026

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



Die Investition in eine Wärmerückgewinnungsanlage ist gut investiertes Geld. (Bild: Ueli Zweifel)

# Milchkühlung und Wärmerückgewinnung

**Milch, als Frischmilch und als Basis für eine sozusagen unerschöpfliche Vielfalt von Produkten aus Molkereien und der Käsefabrikation, ist gewiss eines der wertvollsten Nahrungsmittel. Während früher bei zweimaliger Ablieferung am Tag eine leichte Vorkühlung der Milch genügte, sind für ihre Kühlung heute ausgeklügelte Systeme verantwortlich, um sie im hofeigenen Kühltank zwischenzulagern. Es ist sinnvoll, die Milchkühlung mit einer Wärmerückgewinnung zu kombinieren, wie unser Beitrag zeigt.**

Ueli Zweifel

Durch ihre spezifische Zusammensetzung reagiert Milch sehr empfindlich auf die Beeinträchtigung durch Bakterienstämme. Im Euter ist Milch zuerst nahezu steril. Über die Zitzen haben Bakterien aber die Fähigkeit, einzudringen und die Milch zu infizieren. Diese sind im Allgemeinen von geringer Zahl (einige Tausend pro Milliliter und unschädlich). Erst im Falle von bakteriellen Euterentzündungen (Mastitis) kann die Milch mit Bakterien stark verschmutzt und somit für den Konsum ungeeignet werden. Im Strichkanal sind immer Konzentrationen von Bakterien vorhanden, aber die meisten werden beim Beginn des Melkens weggespült. Viele Faktoren (Tiergesundheit, Sauberkeit von Milchanlagen und Stalleinrichtungen usw.) beeinflussen die Produktion von einwandfreier Milch. Wichtig

ist es, einerseits die Anfangszahl der Bakterien in der Milch so niedrig wie möglich zu halten und andererseits das Bakterienwachstum so stark wie möglich zu verlangsamen, indem die Temperatur der Milch durch Kühlung schnell auf höchstens 10 °C gesenkt wird. Die Zahl der Bakterien in einem Milliliter Milch wird Keimzahl genannt. Ab einer bestimmten Keimzahl, z.B. 100 000 pro ml, genügt die Milch den hohen Qualitätsansprüchen als Rohstoff in der Milchverarbeitung nicht mehr.

## Kühlung und Wärmerückgewinnung

In der Kältemaschine wird die Änderung des Aggregatzustandes eines Kältemittels zwischen flüssig und gasförmig dazu benutzt, einem Medium, also z.B. der Milch, Wärme zu entziehen. D.h., vor dem Verdampfer wird das flüssige Kältemittel durch ein Drosselorgan (Expansionsventil) vom höheren Verflüssi-

gungsdruck auf den niedrigeren Verdampfungsdruck entspannt. Durch die plötzliche Druckabsenkung ändert das Kältemittel seinen Aggregatzustand und verdampft bei tiefer Temperatur. Der Verdampfer (am Boden in der Kühlwanne) ist ein Wärmeaustauscher, in dem das Kältemittel der Milch die zur Verdampfung benötigte Wärme entzieht. Das aufgewärmte Kältemittel wird anschliessend im Verdichter komprimiert, wobei durch den Druckanstieg auch die Temperatur steigt. Das heisse Gas gelangt vom Kompressor in den Verflüssiger (Kondensator). Der Verflüssiger ist auch ein Wärmeaustauscher, der den heissen Kältemitteldampf durch Wärmeabfuhr an das Kühlmittel (Luft) verflüssigt. Zunächst wird dem überhitzten Heissgas Wärme entzogen, erst danach findet die eigentliche Verflüssigung statt. Dabei wird die gesamte im Verdampfer und Verdichter aufgenommene Wärme an die Umgebung abgegeben.



Das flüssige Kältemittel gelangt wieder zum Drosselorgan (Expansionsventil), und der Kreislauf ist geschlossen.

## Wärmerückgewinnung

Statt sämtliche Wärme an die Luft abzugeben, kann man durch Wärmerückgewinnung in einem zweiten Verflüssiger einen wesentlichen Wärmeanteil, der der Milch durch die Kühlung entzogen wird, als Prozesswärme nutzen, erklärt der Kältespezialist Josef Penasa von DeLaval Schweiz. Dabei bringt die Nutzung der Abwärme beträchtliche Energieeinsparungen, was aus ökonomischer und ökologischer Sicht Sinn macht, umso mehr, als die Investition in Wärmerückgewinnungsanlagen vergleichsweise bescheiden ist.

## Wärmenutzung

Durch die Wärmerückgewinnung in einer Milchkühlanlage fällt pro 1,5 Liter auf 4°C gekühlter Milch ca. 1 Liter Warmwasser mit einer Temperatur von 40° bis 50°C an.

Bei einer Wassertemperatur in diesem Bereich, z.B. an einem Plattenwärmetauscher, der als Verflüssiger (Kondensator) dient, ist die Verflüssigungstemperatur des Kältemittels gleich gross wie die Verflüssigungstemperatur bei der Wärmeabgabe an die Umgebung. Der Ventilator für die Luftkühlung (Kondensator) schaltet sich erst zu, wenn die Verflüssigung durch den Wärmetauscher nicht mehr genügt. Während zu Beginn sämt-

liche Energie an das kalte Wasser abgegeben wird, das den Wärmetauscher durchströmt, reduziert sich die Abgabe an den Wasserkreislauf dann auf ca. 20 Prozent, je nachdem, ob Warmwasser bezogen wird oder nicht.

Priorität hat aber in jedem Fall der Prozess der Milchkühlung. In der Tat muss die Milchkühlung so leistungsfähig sein, dass sich das Gemelk in der Zeit von anderthalb bis zwei Stunden, d.h. von ca. einer halben Stunde nach Melkbeginn bis eine Stunde nach dem Melken, auf ca. 4°C abkühlt.

Die Erwärmung bis zu einer Temperatur zwischen 45 und 50°C ergibt sich durch die Leistungsaufnahme am Verdichter (Kompressor), der zu jeder aktiv betriebenen Kälteanlage gehört. Dieser soll in der Phase der Warmwasseraufbereitung aber nicht mehr Strom aufnehmen, als für die luftgekühlte Verflüssigung des Kältemittels (Kondensator mit Ventilator) sowieso unabdingbar ist. Werden höhere Warmwassertemperaturen angestrebt, braucht es einen höheren Druck, damit die Verflüssigungstemperatur steigt. Die Kälteleistung der Anlage sinkt, und die Stromaufnahme steigt. Somit würde die Strommehraufnahme in die Wassererwärmung gesteckt.

Falls sich das Melken (im Melkroboter) nicht auf zwei Melkzeiten beschränkt, richtet sich die Milchkühlung nach der im Tagesverlauf kontinuierlich gemolkenen Milchmenge. Ohne die zyklische Befüllung der Kühlwanne bzw. des

Kühltanks ist dann bei geringerer Stromaufnahme das Kälteaggregat mehr oder weniger über die ganze Zeit in Betrieb.

## Wirtschaftlichkeit

Die Wärmerückgewinnung im Rahmen der Milchkühlung erweist sich als wirtschaftlich, weil für den Heisswasserbedarf vorgewärmtes Wasser zur Verfügung steht. Dies zeigt das Berechnungsbeispiel (nach J. Penasa, DeLaval, siehe unten).

## Fazit

Die Warmwasseraufbereitung aus der Wärmerückgewinnung im Milchviehstall macht also durchaus Sinn.

Hinzu kommt, dass mit dem immer noch überschüssigen Warmwasser aus der Wärmerückgewinnung auch im Wohnbereich Energiekosten eingespart werden könnten, und zwar technisch gesehen am einfachsten zu Heizzwecken (allerdings nur in der kalten Jahreszeit), aber auch, um den Warmwasserboiler mit vorgewärmtem Wasser zu versorgen. Ob dies wirtschaftlich realisiert werden kann, hängt einerseits von den Energiekosten ab und andererseits von der Länge der Warmwasserleitung, die zwischen Stall und Wohnbereich erstellt werden muss. Je kürzer diese ist, umso eher ist die Wirtschaftlichkeit gegeben. Aus Gründen des Komforts muss dann der Speicher mit dem vorgewärmten Wasser im Haus, d.h. in der Nähe des bauseitig erstellten Boilers, installiert werden. ■

<b>Milchkontingent (Durchschnitt CH)</b>	130 000 kg
<b>Betriebsgrösse (Durchschnitt CH)</b>	22 laktierende Kühe
<b>Strompreis</b>	16,81 Rp./kWh
<b>Heisswasserverbrauch pro Tag</b>	200 Liter
<b>Warmwasserspeicher</b>	200 Liter
<b>Speichertemperatur</b>	Ø 39°C
<b>Wärmerückgewinnungsgrad</b>	65%
<b>Jährliche Energieeinsparung</b>	2980 kWh
<b>Jährliche Stromeinsparung</b>	CHF 539.–

Der durchschnittliche Strompreis von 16,81 Rp. pro kWh bezieht sich auf die Kategorie B 15000. Darunter versteht sich laut Preisüberwacher ein Betrieb mit 5-Zimmer-Wohnhaus, Elektroherd, Boiler à 100 bzw. 200 Liter, Waschmaschine, Tiefkühler, zwei Motoren à 5 bzw. 7,5 kW Leistung und Ökonomiegebäude 600 m².

## Berechnung der Rückzahlfrist:

Eine Investition ist wirtschaftlich, wenn mit der jährlichen Energieeinsparung die Kosten der Anlage während der Nutzungsdauer gedeckt werden können.

<b>Anlagekosten</b>	CHF
<b>Investitionskosten für die Wärmerückgewinnung</b>	7400.–
<b>Energiekosten</b>	Null
<b>Wartung und Unterhalt (CHF)</b>	110.–
<b>Total Anlagekosten</b>	7510.–
<b>Mittlere jährliche Energieeinsparung (bei 3% jährlicher Energiepreissteigerung)</b>	<b>668.40</b>

Die Investition ist nach einer Rückzahlfrist von 11,3 Jahren durch die eingesparten Energiekosten amortisiert. Da gemäss SIA mit einer Nutzungsdauer von 15 Jahren gerechnet werden kann, erweist sich die Investition in eine Wärmerückgewinnungsanlage als wirtschaftlich.