

# Effektive Nutzung der Wärmeenergie aus der Abluft von Zellenverdichtern

Dipl.-Ing. M. Rettig, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Tierproduktion  
 Dipl.-Ing. H. Bühner, KDT/Ing. D. Neugebauer, KDT, VEG Milchproduktion Blankenfelde, Bezirk Potsdam

## Verwendete Formelzeichen

$K_{vs}$	Volumenstrom bei 100 % Ventilhub und 100 kPa Druckabfall
$\dot{Q}_{wu}$	übertragener Wärmestrom
$T_b$	Betriebszeit
$t_a$	Ablufttemperatur
$t_w$	Wassertemperatur
$\dot{V}_e$	Wasservolumenstrom an der Euterbräuse
$\dot{V}_l$	Luftvolumenstrom
$\dot{V}_w$	Kühlwasservolumenstrom
$\Delta Q_w$	Wärmeenergiezuwachs
$\Delta t_w$	Temperaturzunahme des Kühlwassers

## 1. Problemstellung

In Milchproduktionsbetrieben gibt es verschiedene sekundäre Wärmeenergiequellen, wie z. B. Milch, Abwasser, Gülle und Abluft, die zur Warmwasserbereitung oder Heizung verwendet werden können. Es genügt jedoch nicht, Anlagen zur Sekundärenergie-nutzung einzusetzen, ohne Untersuchungen zu ihrer Nutzungswürdigkeit durchzuführen. Im Extremfall kann sich gegenüber der beabsichtigten Energiebedarfssenkung eine Erhöhung einstellen bzw. der Investitions- und Instandhaltungsaufwand die Energieeinsparung übersteigen.

Bei der Wertung der Abwärmequellen sind neben der anfallenden Wärmemenge auch das Temperaturniveau sowie tages- und jahreszeitliche Abhängigkeiten zu beachten. Ein weiteres Problem bildet der anlagentechnische Aufwand für die Wärmeversorgung von Verbrauchern aus den Abwärmequellen. In diesem Beitrag soll eine Lösung mit hohem Wirkungsgrad zur effektiven Nutzung der Wärmeenergie aus der Abluft von Zellenverdichtern in Melkanlagen vorgestellt werden.

## 2. Möglichkeiten der Nutzung

Auf der Landwirtschaftsausstellung der DDR 1981 in Markkleeberg wurden zwei Neuerer-vorschläge vorgestellt, die gleichzeitig auch Vertreter zweier Grundprinzipien sind.

Der Vorschlag des VEB Landtechnischer Anlagenbau (LTA) Mihla, Betriebsteil Exleben, für den Zellenverdichter VZ 40/130 V sah vor, daß in einem über dem Gerät angebrachten 50-l-Behälter befindliche Wasser auf rd. 60 °C innerhalb einer Melkzeit zu erwärmen. Dazu wird die Abluft zur Wärmeübertragung und Ölabscheidung durch entsprechende Kammern im Wasserbehälter geleitet. Ausgehend von den o. g. Daten wird die mittlere Abgastemperatur nach dem Wärmeübertrager zwischen 40 bis 50 °C lie-

Fortsetzung von Seite 463

lung des Stallklimas vorzunehmen (Abdichten der Fugen im Winter, Öffnen der Lüftungsflügel im Sommer).

Weitere Untersuchungen sind erforderlich.

## Literatur

- [1] TGL 32761 Stallklimatisches Prüfprogramm für Anlagen der Tierproduktion. Ausg. Dez. 1975, verbindlich ab 1. Januar 1976.
- [2] TGL 29084 Stallklimagestaltung. Ausg. 1981, verbindlich ab 1. Januar 1982. A 3595

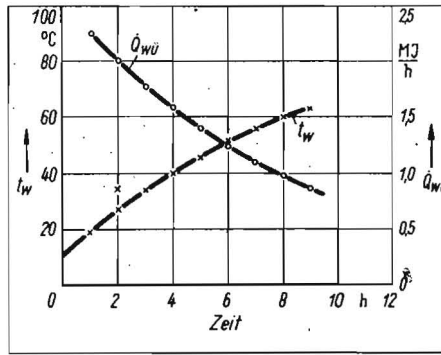


Bild 1. Zeitlicher Verlauf der Abwärmenutzung am Beispiel des Neuerervorschlags des VEB LTA Mihla

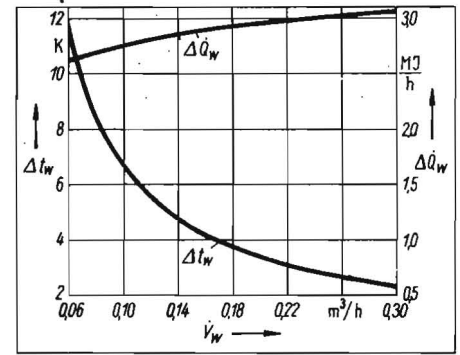


Bild 2. Wärmeenergiezuwachs  $\Delta Q_w$  und Temperaturzunahme  $\Delta t_w$  des Kühlwassers am Beispiel des Neuerervorschlags der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg [1]

gen. Bild 1 zeigt den zeitlichen Verlauf der Erwärmung des Speicherinhalts. Vereinfachend wurde bei der Errechnung der Kurvenverläufe eine konstante Temperaturdifferenz von 20 K zwischen Abluft- und Speichertemperatur angenommen. Transmissions- und Strahlungswärmeverluste am Speicher wurden vernachlässigt.

Der von der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg realisierte Vorschlag, der ebenfalls für den Zellenverdichter VZ 40/130 V genutzt werden kann, basiert auf dem Prinzip, daß Wärmeübertrager und Ölabscheider einen ständigen Wasserdurchlauf durch das Spiralrohr des Wärmeübertragers erfordern. Die im Wasser erreichte Temperaturerhöhung hängt vom Wasservolumenstrom ab (Bild 2). Bei beiden Lösungen besteht besonders in der Warmlaufphase der Zellenverdichter die Gefahr der Unterschreitung des Taupunkts der Abgase und damit der Verunreinigung des Öls mit Wasser.

Andere Neuerervorschläge verwenden keine speziell entwickelten Geräte zur Wärmeübertragung, sondern nutzen übliche

Warmwasserbereiter und leiten die gesamten Abgase der Zellenverdichter durch das Heizregister der Boiler, entsprechen also im Grundprinzip dem Vorschlag des VEB LTA Mihla. Diese Lösungen bedingen jedoch eine extreme Überdimensionierung der wasserseitigen Übertragerfläche.

Aufgrund des hohen Temperaturniveaus der Abluft der Zellenverdichter und des nicht vorhandenen Kälteprozesses sollte hier auf den Einsatz von Wärmepumpen verzichtet werden.

## 3. Weiterentwicklung der Nutzung der Abwärme an Zellenverdichtern

### 3.1. Ausgangspunkte

Die Reaktionen interessierter Betriebe auf die von der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg vorgestellte Lösung zeigten, daß ein Gerät zur Wärmerückgewinnung nicht ausreicht, wenn eine konkrete Anlage zur Verwendung der gewonnenen Energie fehlt. Die alleinige Auslegung für die Zellenverdichter VZ 40/130 V schränkt die Anwen-

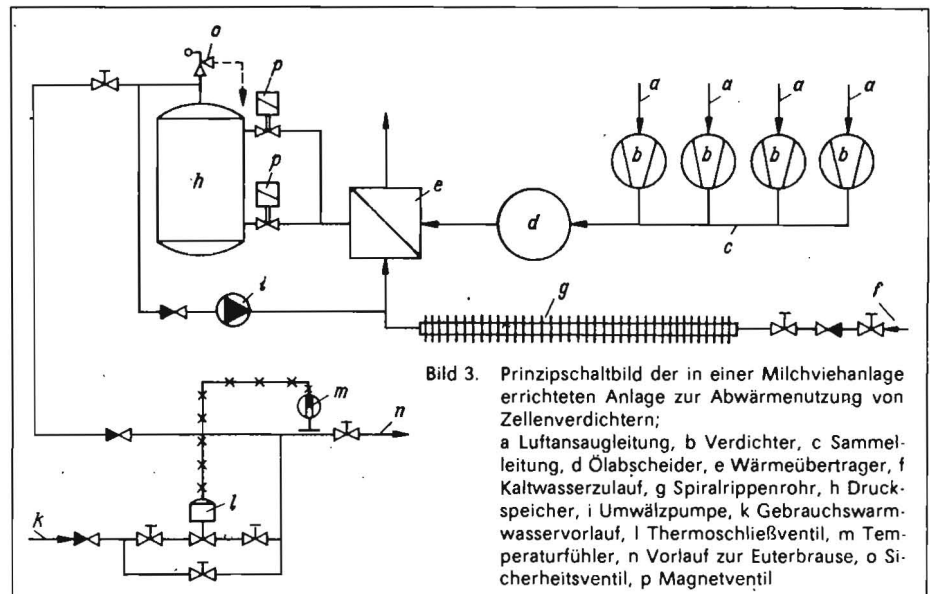


Bild 3. Prinzipschaltbild der in einer Milchviehanlage errichteten Anlage zur Abwärmenutzung von Zellenverdichtern; a Luftansaugleitung, b Verdichter, c Sammelleitung, d Ölabscheider, e Wärmeübertrager, f Kaltwasserzulauf, g Spiralrippenrohr, h Druckspeicher, i Umwälzpumpe, k Gebrauchswarmwasservorlauf, l Thermoventil, m Temperaturfühler, n Vorlauf zur Euterbräuse, o Sicherheitsventil, p Magnetventil

dungsmöglichkeiten dieses Neuererschlags ein. Deshalb wurde in Zusammenarbeit mit einer industriemäßigen Milchviehanlage auf der Basis der gewonnenen Erkenntnisse an der Verbesserung der Variante gearbeitet.

Der erste Arbeitsschritt enthielt Berechnungen zur anfallenden Wärmeenergiemenge mit der Abluft der Zellenverdichter sowie zum Tagesgang des Energieanfalls. Zur Ermittlung eines optimalen Verbrauchs wurde eine Wärmeenergiebilanz aufgestellt. Kriterien für die Auswahl eines Verbrauchers waren:

- möglichst geringes Temperaturniveau zur breiten Nutzung der Abwärme
- zeit- und mengenmäßig weitgehend gleicher Anfall und Bedarf
- geringe Entfernung zwischen Anfallstelle und Verbraucher.

Die Auswertung der Wärmeenergiebilanz ergab als geeigneten Verbraucher die Euterduche am Melkkarussell. Ständige Abnahme von Warmwasser innerhalb der Melkzeit bei einem Temperaturniveau von maximal 36 °C, geringe Entfernung zwischen Maschinenraum und Euterduche sowie eine 53%ige Abdeckung des Wärmeenergiebedarfs an der Dusche durch die Abluft der Zellenverdichter sind Fakten, die die o. g. Kriterien weitgehend erfüllen.

### 3.2. Wirkungsweise

Die Anordnung von Wärmeübertrager und Ölabscheider in einem Gerät und die Zuordnung je eines dieser Geräte zu einem Zellenverdichter ergaben einen zu hohen Aufwand. Die Überlegungen gingen davon aus, den Abluftstrom zusammenzufassen und einem Ölabscheider sowie nachfolgend einem Wärmeübertrager zuzuleiten. Vorteile der Trennung von Ölabscheider und Wärmeübertrager liegen in der verhältnismäßig einfachen Berechnung und in der Verwendung handelsüblicher Wärmeübertrager. Da für eine Zellenverdichteranlage beliebiger Größe nur jeweils ein Wärmeübertrager und ein Ölabscheider notwendig sind, verringern sich Material- und Arbeitskrätaufwand zur Erstellung der Anlage.

Im Bild 3 ist das Prinzipschaltbild einer Anlage zur Abwärmenutzung von Zellenverdichtern dargestellt. Die gesamte Anlage zur Öl- und Wärmerückgewinnung besteht aus den Hauptteilen Ölabscheider, Wärmeübertrager, Druckspeicher, Luftleitungen, Wasserleitungen mit Umwälzpumpe, Ventilen und Regeleinrichtung.

Die Abluftleitungen der Zellenverdichter

werden hinter dem Maschinensockel zu einer gemeinsamen Leitung zusammengefaßt, die zum Ölabscheider führt. Nach der Abscheidung des Ölnebels wird die gereinigte Abluft dem Wärmeübertrager zugeleitet. Im Wärmeübertrager wird die Abluft im Kreuzgegenstrom durch Kaltwasser abgekühlt. Das erwärmte Wasser wird einem Druckspeicher zugeführt. Die Entnahmeleitung des Speichers ist direkt mit der Euterbrause verbunden.

Auf den Bildern 4 und 5 ist die Anordnung der Anlagenteile Ölabscheider, Wärmeübertrager und Speicher im Maschinenraum zu erkennen. Bild 4 zeigt in der Bildmitte den Ölabscheider und die darüber liegend angeordneten Wärmeübertrager. Rechts ist der Speicherbehälter aufgestellt. Zu sehen sind auch die hinter dem Maschinensockel in einer Sammelleitung zusammengefaßten Abluftleitungen der Zellenverdichter. Bild 5 stellt die Anlage von der gegenüberliegenden Seite dar. Die Bilder wurden vor der Isolierung des Systems aufgenommen.

Wird bei laufenden Zellenverdichtern kein Wasser aus dem Druckspeicher entnommen, schaltet sich eine Zirkulation zwischen Wärmeübertrager und Druckspeicher ein. Gleichzeitig wird in dieser Betriebsart das erwärmte Wasser dem unteren Teil des Speichers zugeführt. Zeitlich entspricht die Laufzeit der Umwälzpumpe den Programmschnitten, in denen gleichzeitig 4 Zellenverdichter betrieben werden.

Ein Spiralrippenrohr wird unter der Decke des Maschinenraums angebracht und hat die Aufgabe, einen Teil der über die Mantelflächen der Zellenverdichter abgegebenen Wärmeenergie zu nutzen.

Vor der Euterduche wird dem erwärmten Wasser über eine Thermoregeleinrichtung Warmwasser aus dem Heizungsnetz zur Absicherung einer Endtemperatur von 36 °C beigemischt.

### 3.3. Ölabscheider

Bei der Auswahl eines Ölabscheiders wurde der in [2] dargestellte Filterabscheider als günstigste Variante ermittelt. Die Darstellung des prinzipiellen Aufbaus und der Berechnungsgrundlagen erleichterten die Auslegung des Filterabscheiders wesentlich. Da im Ölabscheider die Abluft nicht abgekühlt wird, tritt hier keine Taupunktunterschreitung auf. Damit wird die Verunreinigung des zurückgewonnenen Öls mit Wasser vermieden.

Die Ölabscheidung erfolgt in zwei Stufen. Die Abluft wird von unten auf einen Pralltel-

ler geleitet, wodurch sich Öltröpfchen am Prallkörper absetzen und in den Ölsammelraum abfließen. Der in der Abluft noch enthaltene Ölnebel setzt sich in der zweiten Stufe, dem Drahtgaze-Filter, fast vollständig ab. Der für die Anlage berechnete Ölabscheider hat in seinem Arbeitspunkt einen Abscheidegrad von 92 %. Nach 8 Monaten Betriebsdauer wurden am Abluftaustritt noch keine Ölsuren festgestellt. Günstig wirkt sich hierbei auch die Anordnung des Ölabscheiders im Maschinenraum aus.

### 3.4. Wärmeübertrager

Grundsätzlich sollten Wärmeübertrager verwendet werden, deren Oberfläche auf der Luftseite durch Lamellen vergrößert ist. Die Schaltung der Wärmeübertrager nach dem Gegenstromprinzip ermöglicht es, die Abluft unter 30 °C abzukühlen und damit den Taupunkt zu unterschreiten. Kühlwasser- und Abluftvolumenstrom sind entscheidende Größen zur Auswahl geeigneter Wärmeübertrager. Die Wassergeschwindigkeit im Wärmeübertrager sollte zwischen 0,5 und 1,5 m/s liegen. An einigen Geräten läßt sich durch Veränderungen am Verteiler- und Sammelrohr (Änderung der Anzahl der Durchflutungen) die Kühlwassergeschwindigkeit verändern. Der luftseitige Anströmquerschnitt ist so auszuwählen, daß im Wärmeübertrager eine schwach turbulente Strömung entsteht. Starke Turbulenzen führen zu hohen Druckverlusten und damit zur unerwünschten Leistungsminderung an den Zellenverdichtern. Folgende Ausgangswerte wurden in der untersuchten Milchviehanlage an einem Melkkarussell mit 60 Plätzen ermittelt:

- tägliche Laufzeit der Zellenverdichter VZK 60/140

2 Zellenverdichter:  $T_B = 14 \dots 18$  h/d,  
 $V_L = 180$  m<sup>3</sup>/h

4 Zellenverdichter:  $T_B = 1,5 \dots 2$  h/d,  
 $V_L = 360$  m<sup>3</sup>/h

- Ablufttemperatur  $t_A = 90 \dots 100$  °C  
- Kühlwasservolumenstrom  $V_W = 0,35$  m<sup>3</sup>/h.  
Ausgewählt wurden nach [3] zwei luftbeaufschlagte Kältemittelverdampfer VVR 700 x 400 P88 aus dem VEB Apparatebau Mylau. Entgegen den Montagehinweisen wurden die Verdampfer zur Verringerung des Anströmquerschnitts liegend angeordnet und die normalen Anströmöffnungen verschlossen. Zur Erhöhung der Kühlwassergeschwindigkeit war es notwendig, die Anzahl der Durchflutungen von 8 auf 4 zu verringern.

Bild 4. Einordnung der Anlage zur Abwärmenutzung in den Maschinenraum

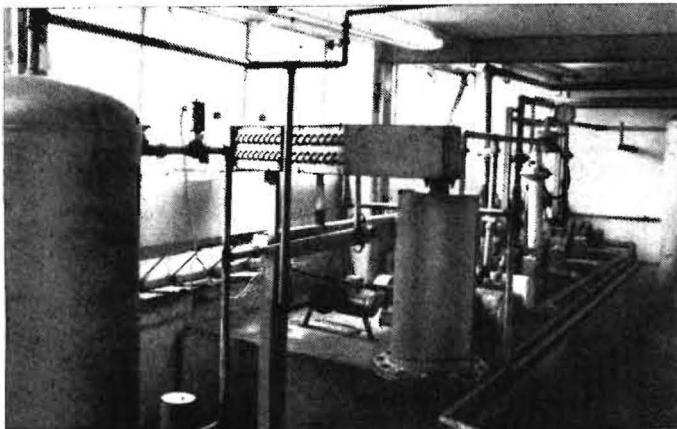
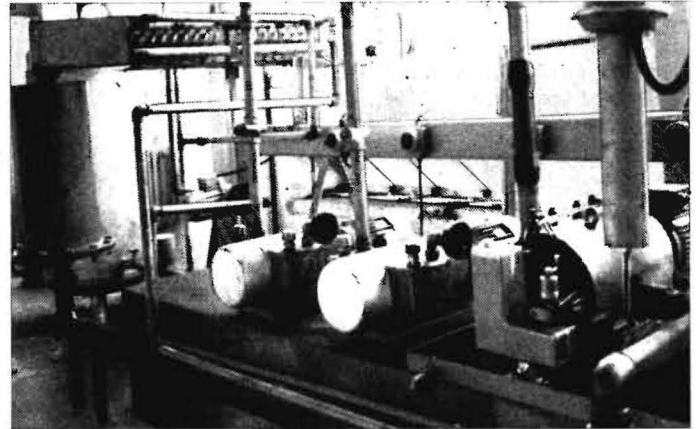


Bild 5. Abluftführung durch Ölabscheider und Wärmeübertrager



Tafel 1. Ergebnisse der meßtechnischen Untersuchung an der Anlage zur Abwärmennutzung von Zellenverdichtern in einer Milchviehanlage

Wasservolumenstrom	m <sup>3</sup> /h	0,12		0,3	
Luftvolumenstrom	m <sup>3</sup> /h	180	360	180	360
Ablufttemperatur der Zellenverdichter	°C	88,5	98	90	100
Ablufttemperatur nach dem Wärmeübertrager	°C	21	27"	18	27"
Kaltwassertemperatur	°C	9	9	9	9
Wassertemperatur nach dem Rippenrohr	°C	13,5	15	12	12
Wassertemperatur	°C	28,5	27"	25,5	27"

1) Durch eine Schalung wird in der Reinigungsphase der gesamte Zwischenspeicherinhalt (0,8 m<sup>3</sup>) aufgeladen. Da in dieser Zeit normalerweise kein Wasser entnommen wird, steigt die Temperatur des Speicherinhalts auf rd. 35 °C.

Die Wärmeübertrager sind in Reihe geschaltet. Zu beachten sind weiterhin der Betrieb im Kreuzgegenstrom und die senkrechte Anordnung der Lamellen. Tafel 1 stellt die Ergebnisse der meßtechnischen Untersuchung dar, die nach dem Aufbau der Anlage zur Abwärmennutzung durchgeführt wurde.

### 3.5. Thermoregeleinrichtung

Im Bild 3 ist die Schaltung der Regeleinrichtung dargestellt. Diese garantiert, daß nur die Menge an Gebrauchswarmwasser dem Wasservorlauf von den Zellenverdichtern zugemischt wird, die zur Erreichung der geforderten Endtemperatur von 36 °C notwendig ist.

Bei einem Volumenstrom von 0,5 m<sup>3</sup>/h an der Euterbrause und einer Temperatur von 36 °C werden aus dem Heizungssystem 0,15 m<sup>3</sup>/h Gebrauchswarmwasser mit 60 °C entnommen. 0,35 m<sup>3</sup>/h werden von der Wärmerückgewinnung an den Zellenverdichtern abgedeckt. Ausgewählt wurde die Regeleinrichtung nach [4]. Verwendet werden der Thermoregler TR 386.01 des VEB Mertik Quedlinburg und ein Thermoschließventil 386.92 mit einem  $k_{VS}$ -Wert von 0,4 m<sup>3</sup>/h. Größere Regelventile, auch die Typen 386.40, 386.94, 386.95 der NW 15, sind für die bestehende Regelaufgabe ungeeignet. Mit dem Handventil nach dem Thermoschließventil wird der für den beschriebenen Fall erforderliche Differenzdruck am Schließventil auf 160 kPa eingeregelt.

### 4. Energetischer und ökonomischer Nutzen

Bild 6 zeigt, daß bei einem Volumenstrom von 0,5 m<sup>3</sup>/h an der Euterbrause die Wärmeenergieentnahme aus dem Warmwassernetz um 53 % gesenkt werden kann. Ein Volumenstrom von 0,5 m<sup>3</sup>/h entspricht am Melkkarussell der Milchviehanlage einem spezifischen Verbrauch von 2,5 l Wasser mit 36 °C je Tag und gemolkener Kuh.

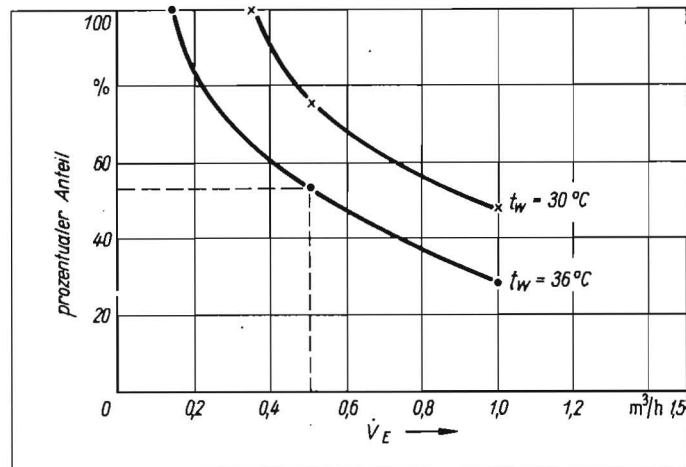
Bei diesen Vorgabeparametern an der Euterbrause werden  $8,7 \cdot 10^5$  kJ/d benötigt, was einem Verbrauch von 4,2 m<sup>3</sup> Wasser mit 60 °C entspricht. Durch den Einsatz der Wärmerückgewinnungsanlage werden  $4,6 \cdot 10^5$  kJ/d des Energiebedarfs abgedeckt. Das ergibt umgerechnet eine tägliche Einsparung von 2,25 m<sup>3</sup> Warmwasser. Es sollte jedoch geprüft werden, wie der Warmwasserbedarf durch die Verbesserung

Tafel 2. Volumetrische und energetische Angaben zur Warmwasserbilanz der Milchviehanlage

	Warmwasser-menge m <sup>3</sup> /d	prozentualer Anteil %	Wärmeenergie-menge 10 <sup>6</sup> kJ/d	prozentualer Anteil %
durchschnittlicher Warmwasserverbrauch (Sommer 1982)	57	100	11,91	100
möglicher Nutzen des Wärmepumpeneinsatzes zur Milchkühlung	55	96,5	10,35	86,9
Nutzen der Abluftkühlung an den Zellenverdichtern	4,5	7,9	0,92	7,7
Nutzen bei Kombination beider Systeme zur Abwärmennutzung	59,5	104,4	11,27	94,6

Bild 6

Prozentualer Anteil der Abwärmennutzung an Zellenverdichtern zur Abdeckung des Energiebedarfs an der Euterbrause in Abhängigkeit von Wassertemperatur und -verbrauch



der Funktionssicherheit der Euterbrause oder den Einsatz eines automatischen Absperrventils gesenkt werden kann. Weiterhin sollte die Möglichkeit der Wassertemperaturverringerung an der Euterbrause überprüft werden. Im Bild 6 ist der energetische Nutzen für eine Senkung der Wassertemperatur auf 30 °C dargestellt.

Betrachtet man den Gesamtwarmwasserverbrauch der Milchviehanlage in Verbindung mit dem Einsatz einer Anlage zur Nutzung der Abwärme bei der Milchkühlung, steigt die Bedeutung der Nutzung der Abwärme der Zellenverdichter über den energetischen Nutzen hinaus. In Tafel 2 sind volumetrische und energetische Werte zum Warmwasserverbrauch der Anlage gegenübergestellt. Es ist zu erkennen, daß mengenmäßig der Warmwasserbedarf der Anlage fast abgedeckt werden kann, energetisch betrachtet jedoch durch die geringere Wassertemperatur ein Defizit von 13 % auftritt. Durch die Abwärmennutzung an den Zellenverdichtern kann die Differenz auf etwa 5 % verringert werden.

Unter Beachtung der 92%igen Abscheidung des Öls aus der Abluft der Zellenverdichter und der unter Abschn. 3.4. aufgeführten Laufzeiten der Zellenverdichter werden 450 kg Öl im Jahr zurückgewonnen. Die damit reduzierte Umweltbelastung läßt sich am besten an der Tatsache erkennen, daß durch einen Liter Mineralöl 1 Mill. Liter Trinkwasser ungenießbar werden können. Die Kosten

für die notwendigen Ausrüstungen (Wärmeübertrager, Umwälzpumpe, Druckspeicher, Thermoregeleinrichtung und Rohrleitungen mit Armaturen) und den Aufbau der beschriebenen Anlage betragen in der Milchviehanlage rd. 5 000 M. Aus den Einsparungen an Brennstoff und Mineralöl läßt sich eine Rückflußdauer der Investitionen von zwei Jahren ableiten.

Bei einer jährlichen Wärmeenergieeinsparung von 47 MWh ist der zusätzliche Elektroenergieaufwand von 60 kWh zum Antrieb der Umwälzpumpe gerechtfertigt.

### 5. Zusammenfassung

Die Möglichkeiten der Nutzung der Abwärme an Zellenverdichtern in Milchviehanlagen werden einer Wertung unterzogen. Erkenntnisse dieser Wertung führten zur Entwicklung einer effektiven Lösung. Die Ausgangswerte zur Errichtung von Anlagen zur Abwärmennutzung an Zellenverdichtern können zwischen den Betrieben unterschiedlich sein. Daher sind Hinweise zur Auslegung der wichtigsten Anlagenteile gegeben.

### Literatur

[1] Reinert, G.: Projektierung, Bau und Erprobung eines Zellenverdichterversuchsstandes. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1982 (unveröffentlicht).

Fortsetzung auf Seite 467

# Fußbodenheizung im Melkflur von Fischgrätenmelkständen

Ing. J. Stein, KDT, VEB Landbauprojekt Potsdam, Hauptabteilung Waren

## 1. Einleitung

Zur Einhaltung einer bestimmten Raumtemperatur ist in den Wintermonaten sowie in der Übergangszeit eine Beheizung der Melkhäuser, vor allem des Melkflurbereichs, erforderlich. Diese Beheizung erfolgt herkömmlich mit einer Luftheizung oder mit örtlichen Heizflächen. Befriedigende Arbeitsbedingungen werden jedoch nur schwer erreicht, da der kalte, nasse Fußboden, auf dem die Melker während des gesamten Melkprozesses stehen, sich nicht erwärmt.

In diesem Beitrag wird zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen der Melker der Einbau einer Fußbodenheizung im Melkflur beschrieben, wobei durch eine Verbindung mit der Milchkühlanlage mit Abwärmenutzung (WP F 25 B 215925) eine ökonomisch sehr günstige Lösung möglich ist.

## 2. Technische Lösung

### 2.1. Aufbau

Nach [1] ist im Melkflurbereich ein Fußbodenaufbau für Spritzwasserräume (Naßräume), BG 4, nicht unterkellert, vorzusehen. In der Heizestrichschicht sind 2 Heizregister zu verlegen, deren mittlerer Rohrabstand jeweils etwa 200 mm beträgt (Bild 1). In jeder Rücklaufleitung sind Thermometer zur Temperaturkontrolle vorzusehen.

### 2.2. Wärmeversorgung

Zur Wärmeversorgung der Fußbodenheizung mit Vorlaufwasser von etwa 42 bis 45 °C ist der Anschluß an das zentrale Heizungsnetz der Milchviehanlage möglich, wobei die Einhaltung der geforderten Vorlauftemperatur z. B. über eine Rücklaufbeimischung erreicht werden kann. Andererseits besteht die Möglichkeit, die Wärmeversor-

gung über eine Wärmepumpenanlage abzusichern. Eine ökonomisch interessante Lösung besteht darin, die Wärmeversorgung aus der Milchkühlanlage mit Abwärmenutzung abzusichern, indem ein Teil des ständig über die Zirkulationspumpe zum Druckspeicher geförderten Gebrauchswarmwassers (GWW) direkt als Heizwasser für die Heizregister verwendet wird (Bild 2).

Voraussetzung für den Anschluß der Fußbodenheizung an die Milchkühlanlage mit Abwärmenutzung ist jedoch, daß eine entsprechende überschüssige Wärmemenge im Winterbetrieb vorhanden ist. Das heißt, es ist in jedem Fall eine Bilanz über die Erzeugung und den Verbrauch an GWW aufzustellen. Der Grundsatz, daß alle Verbraucher der Milchviehanlage mit diesem GWW zu versorgen sind, sollte nicht verletzt werden. Ergibt sich kein Überschuß, sind weitere Möglichkeiten der Abwärmenutzung in Ver-

Bild 1. Anordnung der Heizregister in den Melkflur

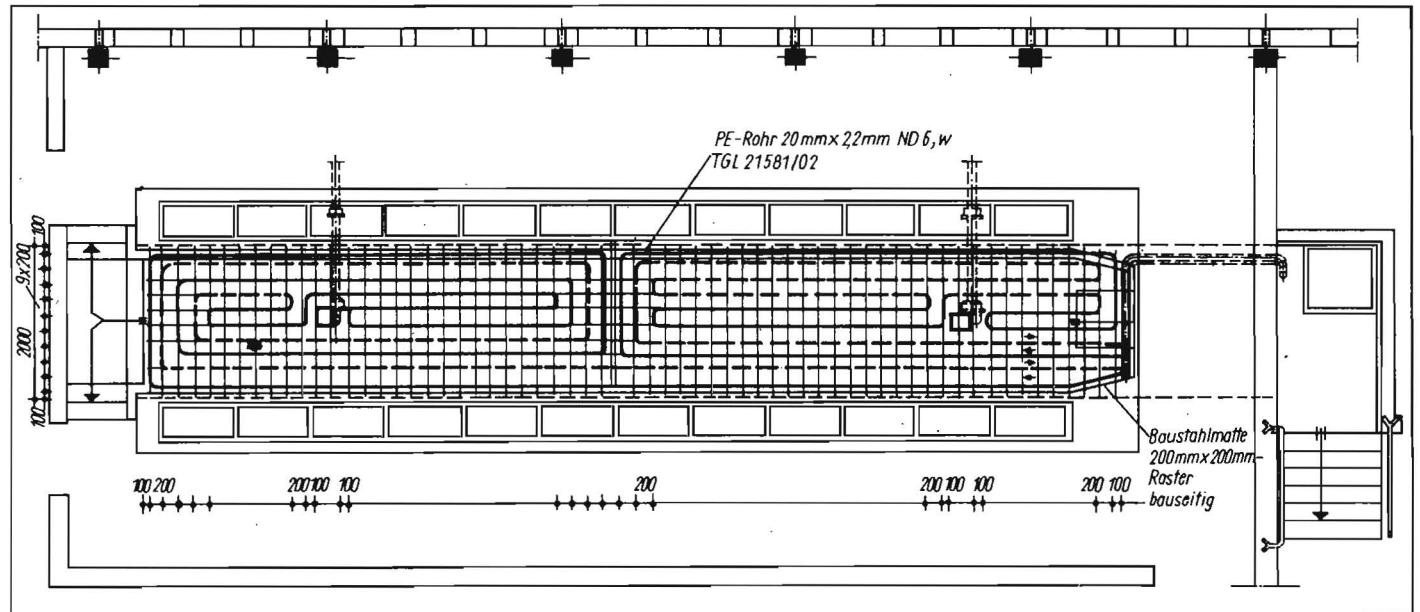
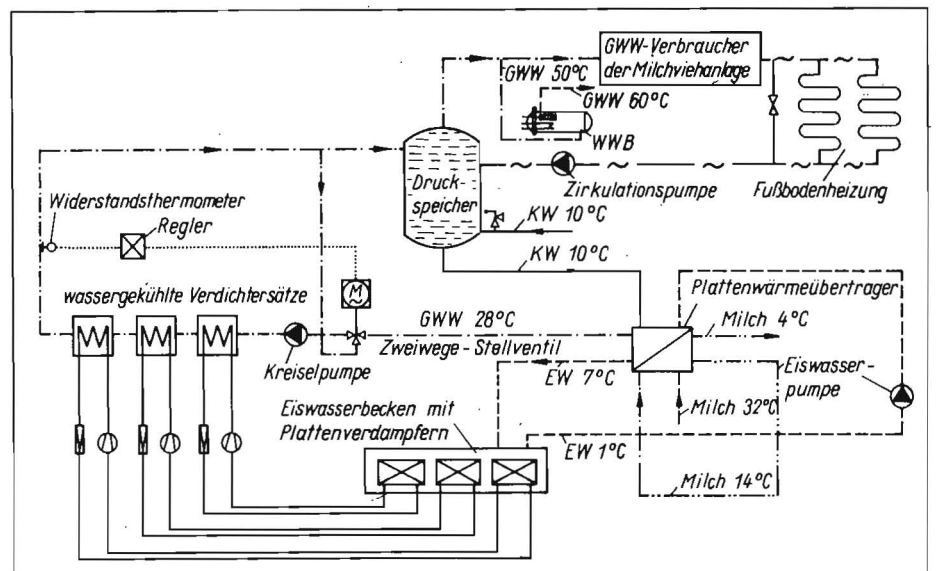


Bild 2. Schaltschema der Milchkühlanlage mit Abwärmenutzung in Verbindung mit einer Fußbodenheizung im Melkflur; EW Eiswasser, KW Kaltwasser, WWB Warmwasserbereiter



Fortsetzung von Seite 466

- [2] ILKA-Berechnungskatalog, Abschnitt K 5.2.3.1., Filterabscheider. VEB Kombinat Luft- und Kältetechnik Dresden, Loseblattsammlung ab 1973.
- [3] ILKA-Ausrüstungskatalog, Abschnitt K 5.1-4.1., Kältemittelverdampfer luftbeaufschlagt. VEB Kombinat Luft- und Kältetechnik Dresden, Loseblattsammlung ab 1973.
- [4] Dümmel, U.: Messen und Regeln in der Heizungs-, Lüftungs- und Sanitärtechnik. Berlin: VEB Verlag für Bauwesen 1980. A 3742