

# Erste Erfahrungen bei der Anwendung von Wärmepumpen in Anlagen der Tierproduktion

Ing. W. Kümritz, KDT, VEB Landtechnischer Anlagenbau Mihla, Bezirk Erfurt  
Dipl.-Ing. W. Schäffel, LPG Tierproduktion Berlstedt, Bezirk Erfurt

Die Milchviehanlage (MVA) der LPG Tierproduktion Berlstedt mit 2000 Tierplätzen benötigt täglich rd. 60 m<sup>3</sup> Gebrauchswarmwasser (GWW) zur Reinigung und Desinfektion aller milchführenden Anlagenteile, zur Reinigung der Euter der Kühe sowie im Reproduktions- und Sozialbereich. Dieser GWW-Bedarf wird zu 50% von der schon vorhandenen Anlage, die nach dem Prinzip der Wärmerückgewinnung aus der Milch arbeitet, gedeckt. Die Absicherung des restlichen GWW-Bedarfs erfolgte bisher durch eine konventionelle Ölheizung. Ausgehend von der heutigen und perspektivischen Energiesituation in der Volkswirtschaft untersuchte ein Kollektiv der MVA Berlstedt in Zusammenarbeit mit dem VEB Landtechnischer Anlagenbau (LTA) Mihla, Betriebsteil Elxleben, die Möglichkeiten zur Substitution des Heizöls durch andere, volkswirtschaftlich effektivere Energiequellen. Die durchgeführte energetische Prozeßanalyse ergab als eine Lösungsvariante den Einsatz von Wärmepumpen. Die Tatsache, daß Wärmepumpen die vorhandene Elektroenergie rationell ausnutzen (z. B. werden aus 1 kW elektrischer Antriebsleistung je nach Anwendungsfall rd. 2,5 bis 3,5 kW Heizleistung erzielt), gewährleistet ihren effektiven Einsatz. Begünstigt wird der Betrieb von Wärmepumpen durch das Vorhandensein eines Bachs und eines Schichtwasserbrunnens unmittelbar in der Nähe der MVA Berlstedt sowie eines eigenen Brunnenwasserversorgungssystems. Um den restlichen Bedarf an Gebrauchswarmwasser decken zu können, wurde der Einsatz von vier Kleinwärmepumpen WW 12 in Wasser/

Tafel 1. Technische Daten der Kleinwärmepumpe WW 12

Heizleistung	kW	14,0...10,0
Warmwasservorlauf-temperatur	°C	35...60
Warmwasserdurchsatz	m <sup>3</sup> /h	1,0
Warmwasserdruckverlust	kPa	4,0
Kälteleistung	kW	10,5...6,0
Kaltwasservorlauf-temperatur	°C	15...7
Kaltwasserdurchsatz	m <sup>3</sup> /h	2,0
Kaltwasserdruckverlust	kPa	30,0
max. Wasserdruck	MPa	0,6
Verflüssiger	MPa	0,6
Verdichtanzahl	St.	1
Zylinderanzahl	St.	3
Drehzahl (synchron)	U/min	3000
Verdichtermotor-Nennleistung	kW	3,0
Leistungsaufnahme	kW	3,0...3,5
Nennspannung	V	220/380
Nennstrom	A	11,1...6,4
Ölsumpfheizung	V/W	220/40
Kältemittel		R 12
Kältemittelfüllmenge	kg	4,2
Schalldruckpegel in 3 m		
Entfernung	dB(A)	50
Länge	mm	1400
Breite	mm	550
Höhe	mm	800
Betriebsmasse	kg	230

Wasser-Ausführung mit den in Tafel 1 angegebenen technischen Daten nötig [1]. Folgende Zielstellungen wurden bei der Realisierung des Wärmepumpeneinbaus von dem Kollektiv angestrebt:

- geringer Bauaufwand
- geringer Materialaufwand
- geringer Zeitaufwand
- volle Aufrechterhaltung des Anlagenbetriebs.

Aus diesem Grund wurde vorgeschlagen, die vorhandenen Räume des Heizhauses zur Aufstellung der Kleinwärmepumpen sowie der zugehörigen Druckwasserspeicher, die als Pufferglied fungieren, zu nutzen.

In Zusammenarbeit zwischen dem VEB LTA Mihla, Betriebsteil Elxleben, dem VEB Kühlanlagenbau Dresden, Betriebsteil Erfurt, und der LPG Tierproduktion Berlstedt wurde dieses Vorhaben realisiert. Aus Platzgründen war es notwendig, jeweils zwei Kleinwärmepumpen übereinander zu installieren. Die gesamte Installation der Kleinwärmepumpenanlage wurde von 5 Arbeitskräften innerhalb von 4 Wochen ausgeführt. Dem VEB Kühlanlagenbau Dresden oblag nur die Inbetriebnahme der Wärmepumpenanlage, die ohne technische Komplikationen verlief.

Die Wärmepumpenanlage arbeitet nach dem im Bild 1 dargestellten Prinzip. Gebrauchswarmwasser kann in dieser Anlage auf drei Arten erzeugt werden:

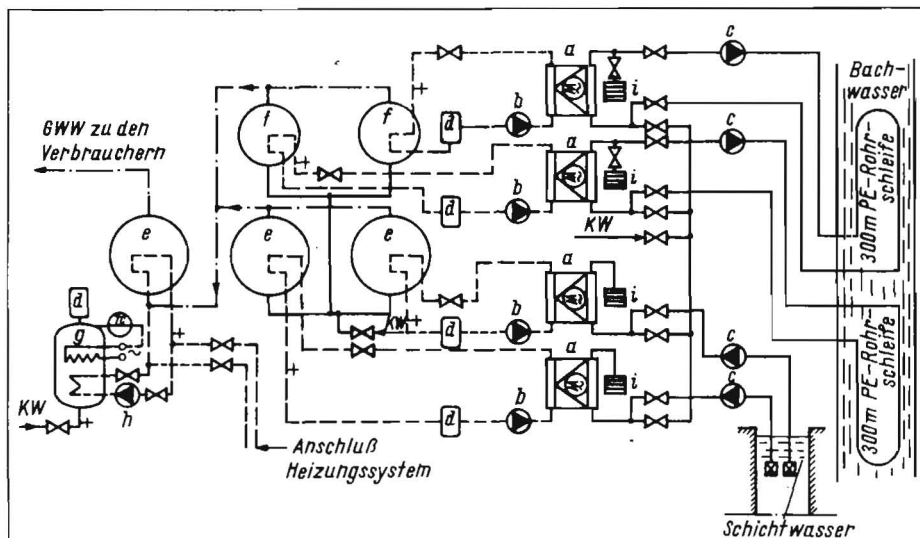
- In einem geschlossenen Kreislauf wird mit Hilfe von zweistufigen Kreiselpumpen (Typ KSE YK-32, 1,5 kW, 1450 U/min) Kaltwasser durch ein 300 m langes PE-Rohr (Durchmesser 40 mm) gepumpt, das in einer Schleife im Bach verlegt ist. Dabei erwärmt sich das Kaltwasser und wird so der Wärmequelle der Kleinwärmepumpen zugeführt.
- In einem offenen Kreislauf wird mit Hilfe von zweistufigen Kreiselpumpen (Typ KSE YK-32, 1,5 kW, 1450 U/min) Schichtwasser zur Wärmequelle der Wärmepumpen gefördert und über einen Abfluß in den Bach zurückgeführt.
- In einem offenen Kreislauf wird aus dem eigenen Brunnenwasserversorgungssystem der LPG Tierproduktion Berlstedt Kaltwasser der Wärmequelle der Wärmepumpen zugeführt und über einen Abfluß in den Bach zurückgeführt.

Das im geschlossenen Kreislauf der Wärmepumpen erzeugte Warmwasser — um eine Verkalkung zu vermeiden, wird Kondensatwasser verwendet — zirkuliert dann mit Hilfe von einstufigen Kreiselpumpen (Typ SK-32/1/MgK-DM, 0,55 kW, 1450 U/min) durch die Rohrregister der vier übereinanderstehenden Druckwasserspeicher und erwärmt das sich darin befindliche Gebrauchswarmwasser auf rd. 40 bis 45 °C.

Das erwärmte Gebrauchswarmwasser wird dann nochmals in einen fünften Druckwasserspeicher und von dort weiter zu den einzelnen Verbrauchern geleitet. Der fünfte Druckwasserspeicher kann zusätzlich von einem zweistufigen Elektrowarmwasserbereiter (9 kW)

Bild 1. Schaltschema der Kleinwärmepumpenanlage WW 12 in Wasser/Wasser-Ausführung:  
a Kleinwärmepumpe WW 12, b einstufige Kreiselpumpe, c zweistufige Kreiselpumpe, d Ausdehnungsgefäß, e Druckwasserspeicher 2000 l, f Druckwasserspeicher 1000 l, g zweistufiger Elektrowarmwasserbereiter 160 l, h Warmwasserumwälzpumpe, i Abfluß, TC Temperaturregler

- Warmwasser
- Kaltwasser (KW)
- - - - Gebrauchswarmwasser (GWW)



Tafel 2. Schaltvarianten der Kleinwärmepumpen WW 12

Wärmequelle	Kleinwärmepumpe WW 12			
	1	2	3	4
Brunnenwasser	x	x	x	x
Schichtwasser	x	x		
Bachwasser			x	x

mit Hilfe einer Warmwasserumwälzpumpe (Typ U Sp 50 KMR, 0,11 kW, 1400 U/min) und über die konventionelle Ölheizung aufgeheizt werden. Diese zusätzliche Aufheizung des Gebrauchswarmwassers ist besonders in den Wintermonaten notwendig, um eine GWW-Temperatur von rd. 50 bis 60°C zu erreichen. Die Kleinwärmepumpen können nach den in Tafel 2 aufgeführten Varianten geschaltet werden. Aus der praktischen Erfahrung heraus erwies sich die nachfolgend aufgeführte Schaltung der Kleinwärmepumpen als am effektivsten:

- Die Kleinwärmepumpen 1 und 2 werden ganzjährig über Schichtwasser betrieben. Das ist möglich, weil das Schichtwasser unabhängig von der Jahreszeit eine Mindesttemperatur von rd. 10 bis 12°C erreicht.
- Die Kleinwärmepumpen 3 und 4 nutzen von März bis Oktober Bachwasser und von November bis Februar Wasser des Brun-

nenwasserversorgungssystems als Wärmequelle. Diese Verfahrensweise ist notwendig, weil das Bachwasser in den Wintermonaten zu kalt ist, um als Wärmequelle genutzt werden zu können.

Die Wirtschaftlichkeit und die zu erwartende praktische Leistungszahl kann überschläglich wie folgt ermittelt werden [2]:

$$\epsilon = 0,5 \frac{t_{HA} + 278}{(t_{HA} - t_{QA}) + 10}$$

$t_{HA}$  Heizmedientemperatur in °C am Austritt der Wärmepumpe  
 $t_{QA}$  Wärmequellentemperatur in °C am Austritt der Wärmepumpe.

Setzt man die aus Tafel 3 ersichtlichen Temperaturen, die während des Betriebs der Kleinwärmepumpenanlage gemessen wurden, in die Gleichung ein, erhält man im Durchschnitt die praktische Leistungszahl 3 (Schwankungsbreite der Werte zwischen 2,92 und 3,05). Diese Leistungszahl objektiviert die effektive Arbeitsweise der Kleinwärmepumpen.

Durch die Inbetriebnahme der Kleinwärmepumpenanlage im Dezember 1981 ergeben sich eine Einsparung von insgesamt 40 t Heizöl/Jahr sowie eine Reduzierung von Arbeitszeit.

### Zusammenfassung

Von der Idee bis zur Fertigstellung der beschriebenen Kleinwärmepumpenanlage ver-

ging ein Zeitraum von rd. sechs Monaten. Dabei nahm die gesamte Installation der Kleinwärmepumpen einen Zeitraum von vier Wochen in Anspruch.

Rückblickend ist festzustellen, daß die Vorbereitungsphase weniger Zeit beansprucht hätte, wenn von der Industrie fertige Systemlösungen zur Nutzung der verschiedenen Wärmequellen erarbeitet worden wären. So dauerte es z. B. eine gewisse Zeit, die im Bach verlegte PE-Rohrschleife zu bemessen, um einen optimalen Wärmeaustausch zu erzielen. Hierzu müßten fertige Lösungen nach einem Bausteinprinzip angeboten werden, um dann entsprechend den örtlichen Bedingungen eine optimale Auswahl treffen zu können. Als ein unbedingtes Erfordernis ist die exakte Einhaltung der vorgegebenen technischen Parameter der Kleinwärmepumpen anzusehen. Geringes Abweichen von den vorgegebenen Normwerten beeinträchtigt bereits erheblich die Effektivität der Arbeitsweise der Kleinwärmepumpen. Von entscheidender Bedeutung ist weiterhin, daß in Zukunft die Realisierung eines solchen komplexen Vorhabens von einem Auftragnehmer geplant, organisiert und geleitet wird. Das würde zu einer wesentlichen Einschränkung z. B. von Fehlerquellen führen und u. a. auch dadurch eine erhebliche Zeit- und Kosteneinsparung erbringen. Nach Überwindung der anfänglichen Schwierigkeiten arbeitet die Kleinwärmepumpenanlage technisch störungsfrei und erfüllt die in sie gesetzten Erwartungen.

Wärmequelle	Kleinwärmepumpe WW 12			
	1	2	3	4
Kaltwasservorlauftemperatur	13	13	10	10
Kaltwasserrücklauftemperatur	3	3	8	8
Warmwasservorlauftemperatur	48	48	52	55
Warmwasserrücklauftemperatur	43	43	48	49

Tafel 3

Temperaturen während des Betriebes der Kleinwärmepumpen WW 12 in °C (Temperaturen der Wärmequellen jeweils 13°C)

### Literatur

- [1] ILKA-Information „Kleinwärmepumpe WW 12 in Wasser/Wasser-Ausführung“. VEB Maschinenfabrik Halle 1980.
- [2] Autorenkollektiv: Heizungs- und Brauchwarmwasserbereitungs-Anlagen mit Kleinwärmepumpen. VEB Maschinenfabrik Halle 1980.

A 3471

## Milchkühlwanne MKA 2000 L-2 mit Abwärmenutzung

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

Dipl.-Ing. W. Jahn, KDT, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Kyffhäuserhütte Artern

### 1. Einleitung

Eine wichtige Voraussetzung zur Verwirklichung der Forderung, neue alternative Energiequellen und Anfallenergie verstärkt zu nutzen [1], ist das Vorliegen entsprechend erprobter Lösungen als Angebotsprojekte, die kurzfristig realisierbar sein sollen. Für die Abwärmenutzung an Milchdurchflußkühlanlagen liegen derartige Angebotsprojekte vor, die in [2, 3] ausführlich beschrieben wurden. Für die in einer Vielzahl von kleineren Milchviehanlagen (MVA) zur Milchkühlung eingesetzten Milchkühlwannen MKA 2000 L-2 (Bild 1) sind inzwischen ebenfalls Angebotsprojekte für die Abwärmenutzung durch das Kombinat Fortschritt, VEB Kyffhäuserhütte Artern, und den VEB Landbauprojekt Potsdam erarbeitet worden. Bei diesen Projekten erfolgt parallel zur Milchkühlung die Nutzung der entstehenden Abwärme zur Bereitung von Gebrauchswarmwasser (GWW) als Kälte-Wärme-Kopplungsprozeß. In diesem Beitrag werden die vorgesehenen technischen Lösungen be-

schrieben und die Realisierungsmöglichkeiten gezeigt, wobei die beschriebenen Lösungen bedingt auch für die Abwärmenutzung an der Durchflußkühlanlage KSA 500 anwendbar sind.

### 2. Nutzung der Abwärme des Verdichtersatzes der MKA 2000 L-2

#### 2.1. Aufbau und Wirkungsweise der kältetechnischen Anlage

Zur Umrüstung der vorhandenen Milchkühlwanne MKA 2000 L-2 ist es erforderlich, den z. Z. vorgesehenen luftgekühlten Kondensator gegen einen wassergekühlten Kondensator auszutauschen, um so die entstehende Abwärme nicht an die Umgebungsluft, sondern an das Kühlwasser (GWW) abzugeben (Bild 2). Die Wirkungsweise der kältetechnischen Anlage ist im Bild 3 dargestellt. Vom Kältemittelverdichter wird das Kältemittel R 12 gasförmig vom Verdampfer der Milchkühlwanne angesaugt und auf hohen Druck verdichtet, wobei

es sich stark erwärmt. Im wassergekühlten Kondensator wird das Kältemittel abgekühlt und dabei verflüssigt. Das flüssige Kältemittel wird gereinigt und auf den Verdampferdruck im thermostatischen Regelventil entspannt.

Bei Aufnahme der Verdampferwärme aus der abzukühlenden Milch verdampft das Kältemittel im Verdampfer der Milchkühlwanne und wird wieder gasförmig vom Kältemittelverdichter angesaugt.

Die Kühlung des Kältemittels im Kondensator erfolgt durch Kühlwasser, das dann erwärmt als GWW zur Verfügung steht. Die Kühlwassermenge wird durch ein Wasser-Regelventil so begrenzt, daß eine GWW-Temperatur von etwa 50 bis 55°C erreicht wird.

#### 2.2. Aufbau und Wirkungsweise der sanitärtechnischen Anlage

Für das im wassergekühlten Kondensator der Milchkühlwanne erzeugte GWW ist eine Zwischenspeicherung vorzusehen, da die GWW-Erzeugung mit dem Verbrauch zeitlich nicht