

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

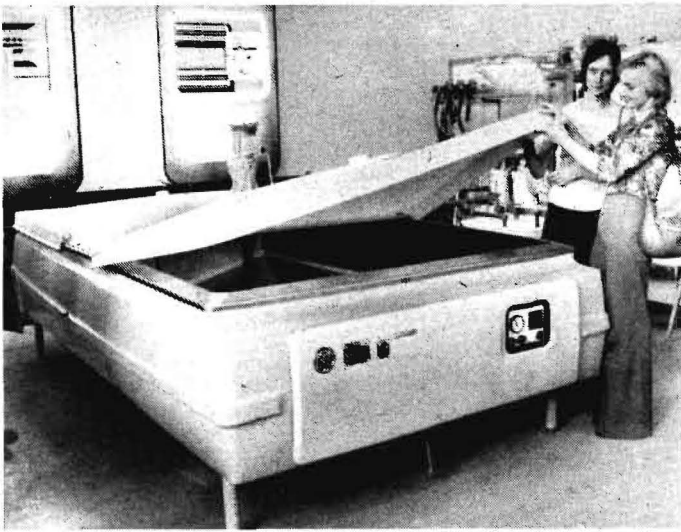


Bild 1
Milchkühlwanne
MKA 2000 L-2
(Foto: G. Schmidt)

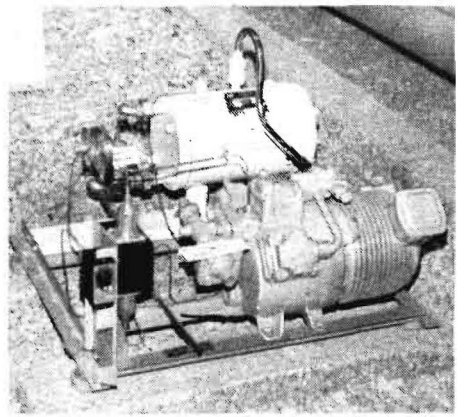
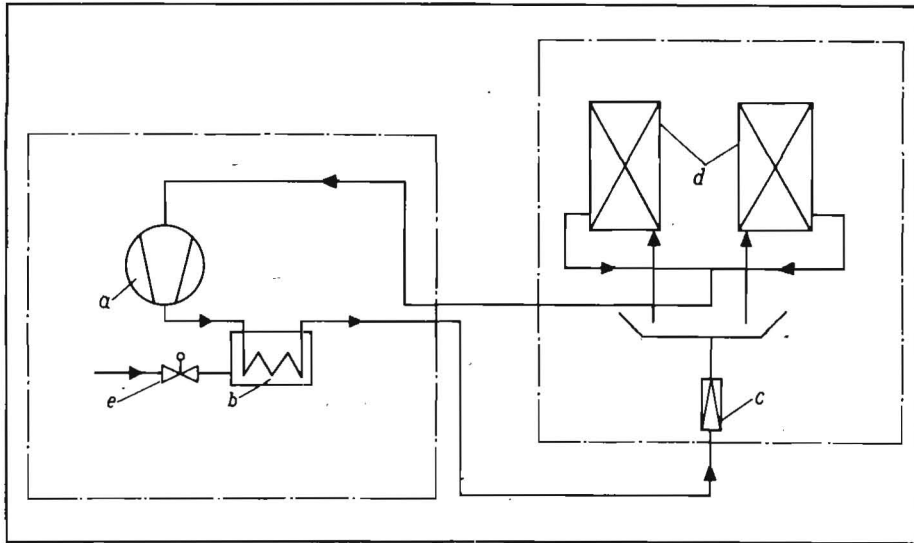


Bild 3
Wirkungsweise der kälte-
technischen Anlage:
a Kältemittelverdichter,
b Kältemittelverflüssiger
(Kondensator),
c thermostatisches Regel-
ventil, d Milchkühl-
wanne, e Wasser-Regel-
ventil

Bild 2. Verdichtersatz mit wassergekühltem Kondensator



Reinigungs-, Spül- und Desinfektionsgerät die Reinigung der milchführenden Anlagenteile vorgenommen. Im Sommer wird über Elektroheizpatronen, in der Übergangszeit und im Winter durch Anschluß an das Heiznetz der MVA nachgeheizt.

Variante 2

Das aus dem Kaltwassernetz der MVA entnommene Wasser wird einem stehenden Druckspeicher zugeführt und unten in ihn eingeleitet. Aus dem Druckspeicher wird das Kaltwasser entnommen und durch die Bypasspumpe über das Wasser-Regelventil den von Luft- auf Wasserkühlung umgerüsteten Kondensatoren zugeführt. Zur Verringerung der Kühlzeiten ist es möglich, wie im Bild 5 angedeutet, ebenfalls einen PWÜ zwischenzuschalten.

In den wassergekühlten Kondensatoren erfolgt die Erwärmung des KW auf eine GWW-Temperatur von max. 55°C. (Diese Temperatur darf wegen der max. Betriebstemperatur des Druckspeichers nicht überschritten werden.)

Die Regelung der GWW-Temperatur erfolgt ebenfalls mit Hilfe eines Wasser-Regelventils. Dabei ist jedem Kondensator ein Wasser-Regelventil vorgeschaltet.

Das in den wasserseitig parallel geschalteten Kondensatoren auf jeweils 50 bis 55°C erwärmte GWW wird in den oberen Bereich des Druckspeichers zurückgeführt.

Der Druckspeicher arbeitet als Verdrängungsspeicher, d. h., es wird das gleiche Wasservolumen zu- und abgeführt.

Im Druckspeicher wird eine stabile Schichtung des wärmeren Wassers über dem kälteren Wasser erreicht, wobei bei zeitlich verschobener Entnahme die Entnahmedauer von der gespeicherten GWW-Menge bestimmt wird.

An den Thermometern, die vertikal am Druckspeicher vorgesehen sind, kann der Aufheizungsgrad des GWW abgelesen werden. Ein totales Aufheizen des Gesamtinhalts des Druckspeichers ist zu vermeiden, weil dann die Kälteanlage, bedingt durch zu warmes Kühlwasser, abschaltet. Aus diesem Grund ist ein entsprechendes Speichervolumen vorgesehen.

Sollte der Druckspeicher trotzdem einmal total aufgeheizt sein, so ist GWW abzulassen. Dies dürfte aber entsprechend den Erprobungsergebnissen aus der Erstanlage Lüssow [4] sowie dem nach [5] erforderlichen GWW-Verbrauch auszuschließen sein.

Das GWW wird oben aus dem Druckspeicher entnommen. Um den Verbrauchern ständig warmes Wasser zuführen zu können, ist eine

übereinstimmt und außerdem tägliche und wöchentliche Schwankungen im Verbrauch auftreten. Das erzeugte GWW ist an die Verbraucher mit dem erforderlichen Druck abzugeben. Grundsätzlich ist zu erreichen, daß möglichst alle GWW-Verbraucher der Gesamtanlage von der umgerüsteten Milchkühlwanne mit GWW versorgt werden, das GWW also den Verbrauchern

- Milchgewinnung und -lagerung
- Sozialbereich bzw. Sozialgebäude
- Reproduktionsbereich

zugeführt wird, soweit diese vorhanden sind. Für diese Verbraucher reicht die erzeugte GWW-Menge aus, sparsamer Verbrauch vorausgesetzt.

Milchkühlwannen sind vorrangig in MVA mit rd. 90 bis 400 Kühen in Anwendung. Um der dafür erforderlichen Anzahl an Milchkühlwannen von etwa 1 bis 3 Stück je MVA und den unterschiedlichen Anforderungen der MVA an die GWW-Versorgung Rechnung zu tragen, sind 2 Varianten erarbeitet worden. Dabei ist die Variante 1 (Bild 4) für MVA mit nur einer Milchkühlwanne (auch für Weidemelkzentralen) und die Variante 2 (Bild 5) für MVA mit höheren Anforderungen und 2 bis 3 Milchkühlwannen vorzugsweise anzuwenden.

Variante 1

Das aus dem Kaltwassernetz der MVA entnommene Wasser wird über ein Wasser-Regelventil (Lieferung durch den VEB Kühlanlagenbau Dresden) dem von Luft- auf Was-

serkühlung umgerüsteten Verdichtersatz zugeführt.

Zur Verringerung der Kühlzeiten ist es möglich, wie im Bild 4 angedeutet, einen Plattenwärmeübertrager (PWÜ) zwischenzuschalten.

Im wassergekühlten Kondensator erfolgt die Erwärmung des Kaltwassers (KW) auf eine GWW-Temperatur von max. 50°C. (Diese Temperatur darf wegen der max. Betriebstemperatur der automatischen Pumpenanlage nicht überschritten werden.)

Die Regelung der GWW-Temperatur erfolgt mit Hilfe des Wasser-Regelventils in Abhängigkeit vom Kondensationsdruck, indem bei steigendem Druck durch das Ventil die durchfließende Kaltwassermenge gedrosselt wird. Das im Kondensator erzeugte GWW fließt durch den Wasserleitungsdruck in einen mit der Außenluft in Verbindung stehenden Speicher. Dieser drucklose Behälter speist eine automatische Pumpenanlage, die das GWW unter Druck zu den Verbrauchern der MVA fördert. Aufgrund der wahrscheinlich geringen Ausdehnung des Netzes wird auf eine GWW-Zirkulation verzichtet.

Um die zentral oder vor Ort vorgesehene GWW-Bereitung entfallen zu lassen und die Heizzentrale im Sommer außer Betrieb nehmen zu können, ist zusätzlich im Bereich des Milchlagers ein dezentraler Warmwasserbereiter (WWB) vorgesehen. In diesem WWB wird das in der Milchkühlwanne mit Abwärmenutzung erzeugte GWW von 50 auf 60°C nachgeheizt. Mit diesem Wasser wird über das

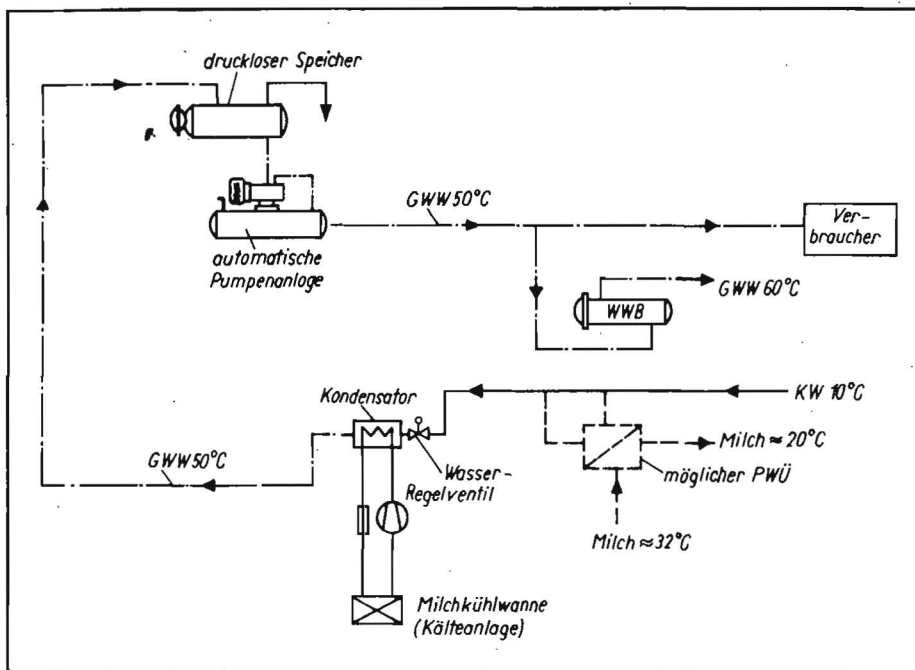


Bild 4. Schaltschema der Variante mit einer Milchkühlwanne

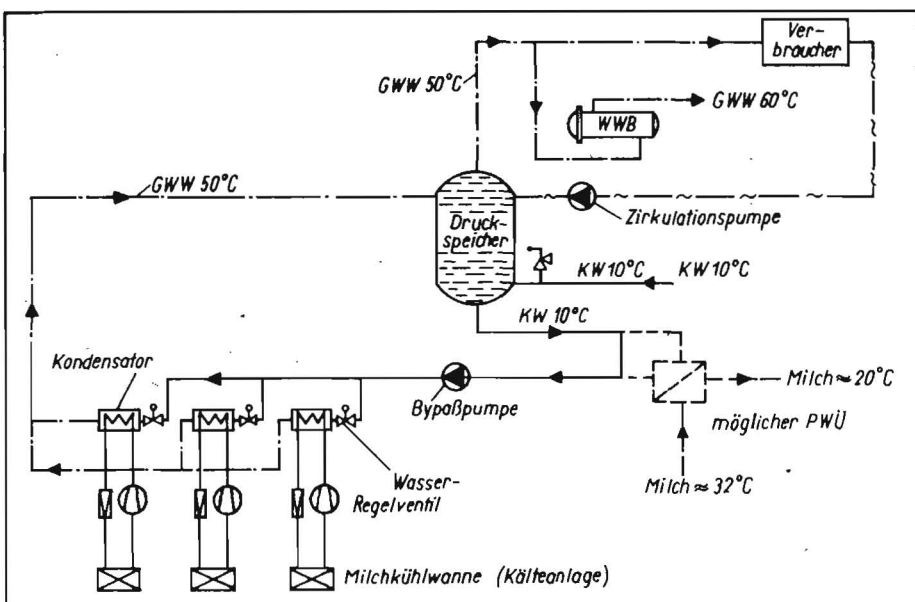


Bild 5. Schaltschema der Variante mit drei Milchkühlwannen

Zirkulationsleitung mit Zwangsumlauf durch eine Pumpe vorgesehen.

Um die GWW-Bereitung zentral oder vor Ort entfallen zu lassen und das Heizhaus im Sommer außer Betrieb nehmen zu können, wird zusätzlich im Bereich des Milchlagers ein dezentraler WWB angeordnet. Die Nachheizung erfolgt analog der Variante 1.

Wichtig für die Funktion und die Nutzungsdauer der Anlage ist die Einhaltung der zugeführten Kaltwasserqualität nach Standard TGL 22433 (pH-Wert, Härte, Eisengehalt u. a.). In Zusammenarbeit von VEB Kyffhäuserhütte Artern, VEB Kühlanlagenbau Dresden und VEB Landbauprojekt Potsdam wurden auf der Grundlage der beschriebenen Lösungen zwei Erstanlagen im Kreis Zwickau (mit einer bzw. drei Milchkühlwannen) realisiert, die z. Z. funktionsmäßig erprobt werden.

2.3. Elektrotechnische Anlage

Die elektrotechnische Anlage beinhaltet den Anschluß der erforderlichen Pumpen, einschließlich der Schaltschränke und der elektrischen Nachheizung des erzeugten GWW in

den dezentralen WWB. Dabei ist entsprechend den Forderungen der Zentralstelle für rationelle Energieanwendung [6] in den Spitzenbelastungszeiten eine Außerbetriebsetzung der Elektroheizung über eine Schaltuhr vorzusehen.

2.4. Wärmedämmung

Zur Vermeidung von Wärmeverlusten ist eine Wärmedämmung der Speicher, der WWB sowie der GWW-Leitungen erforderlich.

3. Ergebnisse der Abwärmenutzung bei Milchkühlwannen

Die erzeugbare GWW-Menge (Temperatur 50°C) beträgt etwa 0,9 bis 0,95 l je l abzukühlender Milch, wobei während des Kühlprozesses je Milchkühlwanne etwa 300 l GWW/h erzielt werden können.

Diese GWW-Menge reicht, wie im Abschn. 2.2. bereits beschrieben, aus, den Gesamtbedarf der MVA zu decken. Damit kann die zentral oder vor Ort vorgesehene GWW-Bereitung entfallen und das Heizhaus im Sommer außer Betrieb genommen werden. Die eingesparte Brenn-

stoffmenge beträgt etwa 25 kg Braunkohlenbriketts je 1000 l GWW mit einer Temperatur von 50°C (GWW-Erzeugung auf der Basis fester Brennstoffe).

Es wird ein schonender Lauf des Verdichters erreicht, der Energieverbrauch für die reine Milchkühlung wird um 2 kWh je 1000 l gekühlter Milch gesenkt.

4. Hinweise zur Realisierung

Entsprechende Hinweise sind den Informationsschriften des VEB Kyffhäuserhütte Artern (kältetechnischer Teil) und des VEB Landbauprojekt Potsdam (sanitär- und elektrotechnischer Teil sowie Wärmedämmung) zu entnehmen, die nachfolgend auszugsweise aufgeführt sind.

4.1. Kältetechnische Anlage

Der VEB Kühlanlagenbau Dresden übernimmt die materielle Absicherung für den kältetechnischen Teil und die Umrüstung des Verdichters. Voraussetzung ist jedoch die Auftragserteilung durch die Landwirtschaftsbetriebe beim für sie zuständigen Betriebsteil des VEB Kühlanlagenbau Dresden.

4.2. Sanitär- und elektrotechnische Anlage, Wärmedämmung

Die hierfür erforderlichen Projekte werden entsprechend den in den Abschn. 2.2. bis 2.4. beschriebenen Lösungen durch den VEB Landbauprojekt Potsdam erarbeitet und können gesondert für jeden Anwendungsfall unter Nennung des Anwenderstandorts und der benötigten Variante bestellt werden.¹⁾

Die sanitär- und elektroseitige Umrüstung sowie die erforderliche Wärmedämmung sollte mit den zuständigen VEB Landtechnischer Anlagenbau (LTA) vereinbart werden.

Literatur

- [1] Beschlußentwurf für den XII. Bauernkongreß der DDR 1982. Neues Deutschland vom 19./20. Dezember 1981.
- [2] Dröge, M.: Wärmerückgewinnung aus Milch in der MVA Lüssow. agrartechnik 31 (1981) H. 10, S. 448—449.
- [3] Stein, J.: Technische Lösungen der Wärmerückgewinnung aus der Milchkühlung und ihre Anwendungsergebnisse. agrartechnik 32 (1982) H. 2, S. 56—58.
- [4] Einsatz von Wärmepumpen in MVA. VEB Landbauprojekt Potsdam, Abschlußbericht 1980.
- [5] TGL 26565 Wirtschaftliche Wassernutzung: Normen für Wasserentnahme und Bedarf (Entwurf 1982).
- [6] Entscheidung zum Energieträgereinsatz zur Anwendung von Typen- und Wiederverwendungsprojekten. Zentralstelle für rationelle Energieanwendung, Leipzig 1981.

A 3399

1) Bestellmöglichkeit der Projekte beim VEB Landbauprojekt Potsdam, Hauptabteilung Waren, 2060 Waren, Straße der Freundschaft 30