

Wärmepumpenanlage zur Gebrauchswarmwassererwärmung durch Nutzung von Brunnenwasser und Luft

Ing. J. Stein, KDT/Dipl.-Ing. J. Schmidt, KDT, VEB Landbauprojekt Potsdam, Hauptabteilung Waren
Ing. P. Buckow, VEB Rindermast Hohen Wangelin, Bezirk Neubrandenburg

1. Einleitung

In der Rindermastanlage mit 18000 Tierplätzen des VEB Rindermast Hohen Wangelin, Bezirk Neubrandenburg, wurde in den Jahren 1982/83 die vorhandene Ölheizung auf Rohbraunkohlefeuerung umgestellt. Mit der Projektierung wurde der VEB Landbauprojekt Potsdam, Hauptabteilung Waren, beauftragt. Aufgrund der Lage des Heizhauses war eine Erweiterung der Heizhaushülle nicht realisierbar. Um die vorhandene Hülle beibehalten zu können, mußte die Erwärmung des Gebrauchswarmwassers (GWW) aus dem Heizhaus herausgelöst werden. Es wurden andere Möglichkeiten zur Erwärmung des GWW gesucht und der Neuerervorschlag NV 24/80 aufgegriffen [1], der die Nutzung von Brunnenwasser als Wärmequelle von Wärmepumpen zur GWW-Bereitung beinhaltet. Das Heizhaus wurde daher nur für die Deckung des Wärmebedarfs in der Heizperiode ausgelegt.

2. Technische Lösung

Im Rahmen einer Voruntersuchung zum Einsatz von Wärmepumpen zur Brunnenwasserabkühlung wurden Messungen zum Verbrauch von Kaltwasser (KW) und GWW durchgeführt, die zu mehreren Lösungsvarianten führten. Durch Variantenvergleich wurde die im Bild 1 dargestellte Lösung als Vorzugslösung ermittelt und für die Projektierung vorgeschlagen.

Die ursprünglich vorgesehene Nutzung der Kaltwasserringleitung der Rindermastanlage als Wärmequelle erwies sich aufgrund des ermittelten Tagesganges des Kaltwasserverbrauchs als unökonomisch.

Die im Bild 1 gezeigte Lösung teilt sich in einen Bauabschnitt direkt am betriebseigenen Wasserwerk und einen Abschnitt in unmittelbarer Nähe der Verbraucher auf. Beide Abschnitte sind über eine Rohrleitungsstrasse verbunden.

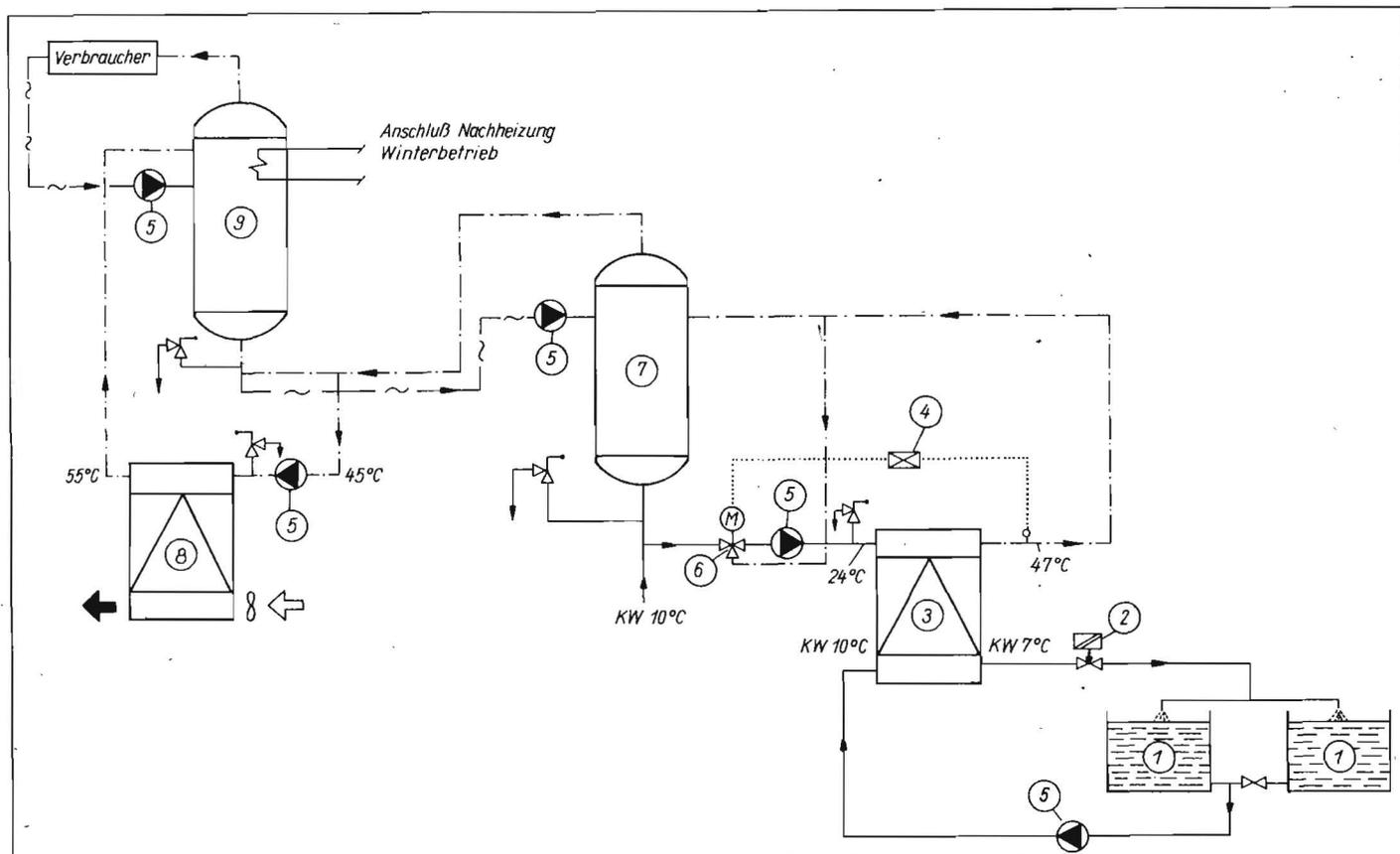
Im 1. Bauabschnitt wird das Reinwasser der 2 Reinwasserbehälter des Wasserwerks mit einem Volumen von je 500 m³ Wasserwerk als Wärmequelle genutzt. Da diese Behälter ständig mit Reinwasser gefüllt sind, kann die Wärmepumpenanlage unabhängig vom Trinkwasserverbrauch betrieben werden. Für den Betrieb der Wärmepumpenanlage wird den Reinwasserbehältern aus dem unteren Bereich Wasser entnommen, im Verdampfer eines R-22-Kaltwassersatzes KWS 125-1 h (Bild 2) um 3 K abgekühlt und in den oberen Bereich der Reinwasserbehälter zurückgepumpt. Diese Einbindung wurde dem Bezirkshygieneinstitut Neubrandenburg vorgelegt und erhielt unter Beachtung bestimmter Auflagen die Zustimmung.

Kondensatorseitig wird dem Kaltwassersatz aus einem stehenden Druckspeicher Kaltwasser zugeführt, auf eine Temperatur von 47°C erwärmt und in den oberen Bereich des Druckspeichers eingespeist (Bild 3). Die

Laufzeit des Kaltwassersatzes KWS 125-1 h liegt bei rd. 13 h/d, in den Spitzenbelastungszeiten schaltet er automatisch ab. Bedenken in bezug auf eine zu starke Abkühlung des Kaltwassers für die Verbraucher konnten meßtechnisch nicht bestätigt werden. Lediglich direkt in den Reinwasserbehältern wurde eine Temperaturabsenkung festgestellt, die jedoch im Maximum bei 0,8 K lag und an den Zapfstellen nicht mehr nachweisbar war.

Im 2. Bauabschnitt wird das GWW über eine Rohrleitungsstrasse zu einem Speicher (Bild 4) in der Nähe der Verbraucher geführt. Dieser Speicher wird über eine Luft-Wasser-Wärmepumpe (Bild 5) vom VEB Kältetechnik Potsdam, die aus einem wassergekühlten R-12-Verdichtersatz 60/4 und 6 Hochleistungsverdampfern in Form eines individuell gefertigten Verdampferpakets besteht, nachgeheizt. Dazu wird vorgewärmtes GWW dem Druckspeicher entnommen und im Kondensator auf eine Temperatur von 55 bis 60°C aufgeheizt. Die Wärmepumpenzentrale die-

Bild 1. Schaltschema der Wärmepumpenanlage zur GWW-Erwärmung;
1 Reinwasserbehälter (500 m³), 2 Magnetventil, 3 R-22-Kaltwassersatz (Wärmepumpensatz), 4 Regler, 5 Kreiselpumpe, 6 Stellventil, 7 Druckspeicher (16 m³), 8 Luft-Wasser-Wärmepumpe (Kältemittel R12), 9 Druckspeicher (40 m³)



Tafel 2. Wichtige energiewirtschaftliche Kennzahlen des Variantenvergleichs

Kennzahl	Variante		gesamte Wärmepumpenanlage (1. und 2. Bauabschnitt)	
	1 (Ölheiz- haus)	2 (RBK-Heiz- haus)		
Investitionen, bezogen auf die Heizleistung	M/kW	640	600	2 350
Energiekosten für GWW- Bereitung	M/m ³	5,89	3,13	1,69
Elektroenergie- verbrauch	MWh/a	—	—	324,5
Energieträger- einsatz	t/a	160	1 040	—
Primärenergie- einsatz ¹⁾	t/a	900	1 040	562,5
Primärenergie- einsatz ²⁾	kg/m ³	54,12	62,54	33,82
Primärenergie- einsparung	%	—	—	im Vergleich zu Variante 1 37,5 im Vergleich zu Variante 2 46,0
DK-Einsparung	l/a	—	—	1 350
AK-Einsparung	h/a	—	—	2 880
Rückflußdauer	a	—	—	im Vergleich zu Variante 1 3,5 im Vergleich zu Variante 2 7,44

1) bezogen auf RBK

2) Angaben sind auf den RBK-Verbrauch je m³ erzeugtes GWW mit einer Temperatur von 50 °C bezogen

Tafel 1. Variantenvergleich (Angaben in M/a)

Kennzahl	Variante		
	1	2	3
Investitionen	260 000	244 200	291 000
Betriebskosten	119 100	71 500	28 900
Selbstkosten	128 400	84 000	44 900
gesellschaftlicher Aufwand	140 100	95 000	58 000

ses 2. Bauabschnitts wurde als Mischkammer ausgebildet, um wahlweise Außenluft und Stallabluft, gegebenenfalls auch beides, als Wärmequelle zu nutzen. Dadurch wird eine hohe jährliche Betriebsstundenanzahl der Luft-Wasser-Wärmepumpe bei minimaler Korrosionsbelastung und Verschmutzung des Verdampferpakets erreicht. Für den reinen Winterbetrieb und den Havariefall ist eine Nachheizung des Speichers vom Heizhaus aus möglich.

3. Ergebnisse der Erprobung der Wärmepumpenanlage

Die Wärmepumpenanlage wurde im Dezember 1982 abschnittsweise in Betrieb genommen. Mit der Inbetriebnahme wurde eine Erprobungsphase eingeleitet, die bis zum Dezember 1983 dauerte [2]. Während der Erprobung wurden neben dem Betriebsverhalten der Anlage auch Messungen und energiewirtschaftliche Vergleichsrechnungen durchgeführt.

Die Erprobung ergab, daß die Wärmepumpenanlage die projektierten Parameter erreichte. Die ermittelten Leistungsparameter liegen rd. 10% unter den Projektwerten und damit an der unteren Toleranzgrenze.

Als Kennzahl für den energetischen Prozeß einer Wärmepumpe wird die Leistungszahl verwendet, die das Verhältnis von Heizleistung zu Antriebsleistung darstellt. Für die beschriebene Wärmepumpenanlage wurde durch Messungen für den 1. Bauabschnitt eine Leistungszahl von 2,8 ermittelt. Die Leistungszahl für den 2. Bauabschnitt konnte lediglich aus Übersichtsrechnungen ermittelt

werden, da hierfür keine Meßtechnik zur Verfügung stand. Die Übersichtsrechnungen ergaben eine Leistungszahl von 3, wobei diese direkt abhängig von der Außenlufttemperatur ist.

Aufbauend auf den Meßergebnissen wurden energiewirtschaftliche Variantenrechnungen durchgeführt. Folgende Vergleichsvarianten (s. a. Tafel 1) wurden einbezogen:

Variante 1

Versorgung mit GWW aus einem Heizhaus mit 8 Gliederkesseln GK 72, Basis Heizöl

Variante 2

Versorgung mit GWW aus einem Heizhaus mit 8 Gliederkesseln GK 71, Basis Rohbraunkohle (RBK)

Variante 3

Versorgung mit GWW durch eine Wärmepumpenanlage mit KWS 125-1 h (1. Bauabschnitt).

Bei der energiewirtschaftlichen Bewertung der 3 Varianten wurden die Bilanzgrenzen um vergleichbare Abschnitte gezogen, die gleiche Effekte ergeben.

Die Kosten für den Antransport der Brennstoffe und die Kosten für Ascheabfuhr wurden mit einbezogen. Für alle Varianten wurde die vereinfachte Aufwandkennzahl nach Standard TGL 190-452 ermittelt, die den jährlichen gesellschaftlichen Aufwand für die Errichtung und das Betreiben der Anlage, bezogen auf die normative Nutzungsdauer, widerspiegelt (Tafel 1).

Die Wärmepumpenanlage erreicht also trotz höherer Investitionen als die Varianten 1 und 2 die günstigste Aufwandkennzahl. Diese ökonomischen Daten sollen noch durch die in Tafel 2 aufgeführten Kennzahlen erhärtet werden.

4. Zusammenfassung

Brunnenwasser stellt in Tierproduktionsanlagen eine günstig zu erschließende Wärmequelle für Wärmepumpenanlagen dar, wobei der Wasserverbrauch, speziell die Tagesgänge, und die hygienischen Forderungen

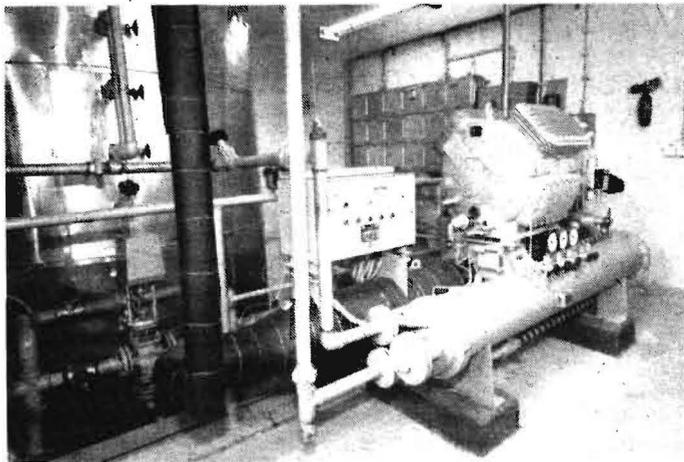


Bild 2. Wärmepumpenzentrale am Wasserwerk mit R-22-Kaltwassersatz KWS 125-1 h

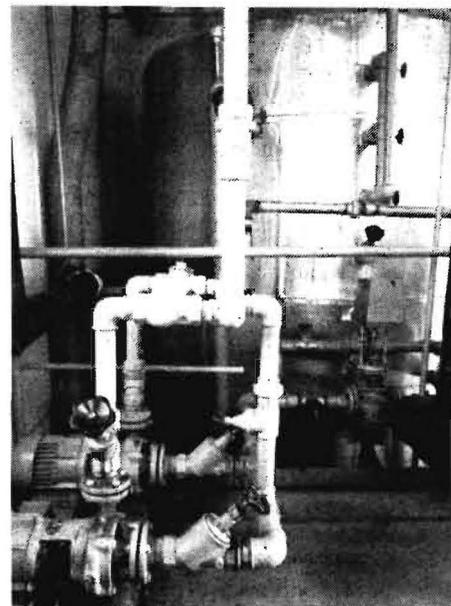
über den Einsatzort der Wärmepumpe entscheiden.

Für die Wärmenutzung sollte vorrangig die GWW-Erwärmung aufgrund ihres ganzjährig relativ konstanten Wärmebedarfs vorgesehen werden. Dadurch wird es möglich, die Heizhäuser nur noch für die Deckung des Wärmebedarfs in der Heizperiode auszuliegen. Damit gelingt es, die Wärmeerzeugungsanlage für die Raumheizung einfacher zu gestalten und den Betrieb wesentlich zu verbessern (geringer Wärmebedarf im Sommer, schlechter Wirkungsgrad der Kesselanlage).

Wird Gebrauchswarmwasser nicht nur für Sozialzwecke, sondern auch für technologische Verbraucher mit höherem Temperaturniveau (rd. 60 °C) benötigt, ist eine Aufteilung der Wärmepumpenanlage auf mehrere Temperaturniveaus sinnvoll.

Das Angebot an stehenden Druckspeichern, die als Schichtenspeicher eingesetzt werden können, ist von der Industrie zu vergrößern. Eine Ausrüstung von stehenden Speichern mit Heizflächen für die bivalente Versorgung ist gleichfalls von der Industrie zu fordern.

Bild 3. Wärmepumpenzentrale am Wasserwerk mit Pumpen des Kondensatorkreislaufs und Stellventilen, im Hintergrund Druckspeicher (16 m³)



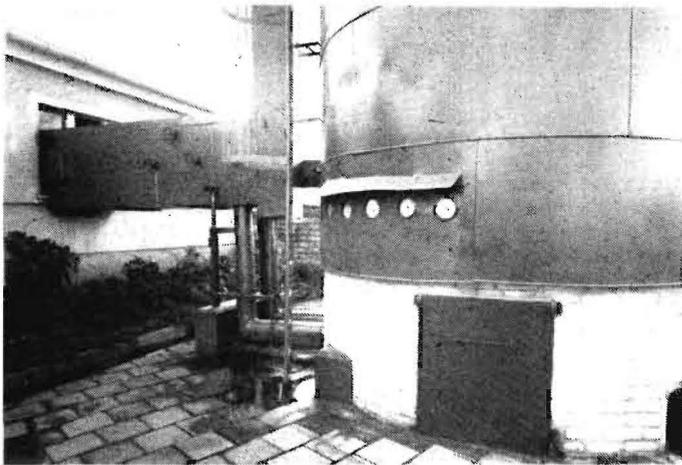


Bild 4. Stehender Druckspeicher (40 m³) in der Nähe der Hauptverbraucher mit Details (Thermometer, Anschlüsse für Nachheizung)

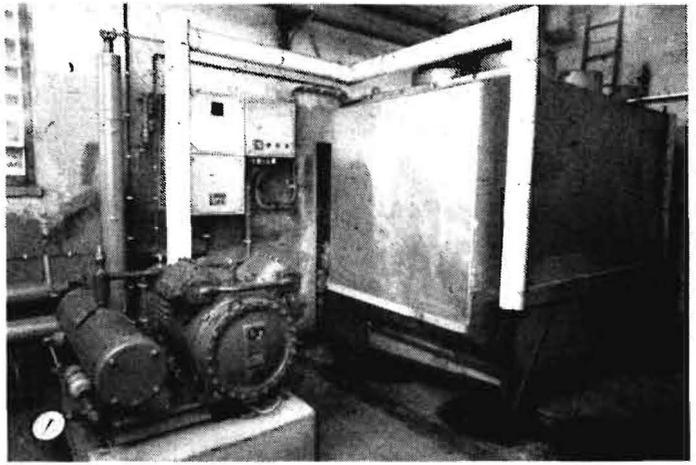


Bild 5. Luft-Wasser-Wärmepumpe zur Nachheizung in der Nähe der Hauptverbraucher (Fotos: K. Steindorf-Sabath)

Mit der vorgestellten Lösung ist es darüber hinaus problemlos möglich, durch einen Plattenwärmeübertrager mit dem GWW Frischmilch für die Tränkkälbersversorgung aufzuheizen und damit die bisher übliche elektrische Aufbereitung abzulösen.

Literatur

[1] Stein, J., u. a.: Erarbeitung einer Aufgabenstellung für die Projektierung zur Überleitung des NV 24/80 – Wärmepumpen in Tierproduktionsanlagen. VEB Rindermast Hohen Wangelin, Abschlußbericht zur NVe A 15/81, 1981 (unveröffentlicht).

[2] Schmidt, J.: Wärmegewinnung aus Brunnenwasser – Erprobung der Wärmepumpenanlage Hohen Wangelin. VEB Landbauprojekt Potsdam, Hauptabteilung Waren, Abschlußbericht zur Erprobung 1983 (unveröffentlicht).

A 4346

Erprobung von Wärmepumpenanlagen zur Güllewärmenutzung

Dipl.-Phys. K. Zlotowski, Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock der AdL der DDR

1. Einleitung

Vom Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock wurden in der LPG „Clara Zetkin“ Herbsleben (Bezirk Erfurt) mehrere Wärmepumpenanlagen mit Kleinwärmepumpen untersucht. Über Untersuchungsergebnisse zur Güllewärmenutzung soll nachfolgend informiert werden.

2. Beschreibung der Wärmepumpenanlage

Die Wärmepumpenanlage nutzt die Wärme der Gülle aus einem Rindermaststall, der mit fast 800 Tieren mit einer mittleren Lebendmasse von 200 kg/Tier besetzt ist. Zur Erschließung der Wärme der Gülle ist in den 6 Güllekanälen je eine Schleife aus Polyäthylenrohr (PE-Rohr) 40 × 4,3 (Gesamtlänge 890 m, Wärmeübertragerfläche 87 m²) verlegt, die von Wasser durchströmt und als Wärmeübertrager genutzt wird (Bild 1). Das Wasser wird von einer Umwälzpumpe durch die PE-Rohre in der Gülle gefördert und gelangt nach Erwärmung durch die Gülle zum Verdampfer der Wärmepumpe. Diese überführt die vom Verdampfer aufgenommene Wärme auf ein höheres Temperaturniveau. Die Wärmepumpe liefert am Kondensatoraustritt ein Heizmedium mit einer maximalen Temperatur von 60°C. Dieses Heizmedium wird durch Umwälzpumpen über einen Warmwasserspeicher den beiden Warmwasserbereitern (Inhalt je 300 l) zugeführt und zu einem Teil zur Beheizung des Sozialgebäudes der Rindermastanlage (mit 2 Klimatrüben) verwendet (im Bild 1 nicht eingezeichnet). Durch einen Temperaturwächter, der im Warmwasserspeicher angeordnet ist, werden die Wärmepumpe und die Umwälz-

pumpen UP 1 und UP 2 bei einer Solltemperatur von $t_s = 60^\circ\text{C}$ abgeschaltet und bei $t_s < 56^\circ\text{C}$ wieder eingeschaltet. Bei einer anderen Wärmepumpenanlage besteht der Wärmeübertrager aus Stahlrohr 57 × 2,9 (Wärmeübertragerfläche 58 m²).

Bild 1. Schaltschema der Wärmepumpenanlage zur Nutzung der Güllewärme in der LPG „Clara Zetkin“ Herbsleben; 1 Wärmeübertrager, 2 Güllekanäle, 3 Wärmepumpe, 4 Warmwasserspeicher, 5 zur Warmwasserverteilung, 6 Kaltwassereinspeisung, 7 Warmwasserbereiter, 8 Stall, 9 Rohrtrasse, 10 Regler

