

Installation der Wärmepumpen die vorhandene Ölheizanlage auf Vorfeuerungsanlagen vom Typ „Affalter“ umgerüstet. Diese Vorfeuerungsanlagen sind von der Funktion her Schwelbrenner. In ihnen können alle brennbaren Stoffe zum Einsatz kommen. In der MVA Borda wurde Rohbraunförderkohle vorgesehen. Diese Anlage ist funktionstüchtig und arbeitet auf das vorhandene Heiznetz. Die Inbetriebnahme ist in kürzester Frist möglich. Sie wird – da die Wärmepumpenanlage als Prototypanlage projektiert und gebaut wurde – als Havarielösung bestehen bleiben. Bisher arbeiten jedoch alle Stufen der Wärmepumpenanlage problemlos.

Die Wärmerückgewinnung aus der Milch und aus den Zellenverdichtern erfolgt seit November 1982, das Niedertemperaturheiznetz mit dem KSL 125 zur Nutzung der Stall-

abluf ist seit April 1983 in Betrieb. Die Inbetriebnahme der Wärmepumpen KWS 280 erfolgte Anfang Oktober 1983. Seit diesem Termin ist der vollständige Heizbetrieb über Wärmepumpen gesichert.

#### 4. Zusammenfassung

Der Luftwechsel in Anlagen der Tierproduktion ist aus hygienischen und technologischen Gründen notwendig. Mit diesem Luftwechsel werden Mengen an Energie an die Atmosphäre abgegeben, und für den Luftwechsel müssen bis zu 50 % des Elektroenergiebedarfs der Tierproduktionsanlagen aufgewendet werden.

Am Beispiel der Energieträgerumstellung in der MVA Borda, Bezirk Dresden, wird dargestellt, wie mit Hilfe von Wärmepumpen die in der Stallluft enthaltene sensible und la-

tente Wärme für Heizzwecke genutzt werden kann.

Neben der Nutzung der Stallabwärme wird im Beitrag weiter ausgeführt, wie neben der absoluten Senkung des Heizenergiebedarfs durch bauphysikalische Maßnahmen weitere Anfallenergiequellen, wie die Milchwärme, die Abwärme der Vakuumpumpen, die Gülle und das Grundwasser, zur Deckung des Energiebedarfs genutzt werden. Damit wird ein Beispiel der komplexen energetischen Rationalisierung gegeben.

#### Literatur

- [1] Heinrich, G.: Projektstudie zur komplexen Nutzung von Anfallenergiequellen. Technische Universität Dresden, Sektion Energieumwandlung, 1982.

A 4001

## Sparsame Warmwasserverwendung – eine wichtige Voraussetzung für die effektive Abwärmenutzung bei der Milchkühlung

Dr. agr. E. Kaiser/Dipl.-Agr.-Ing. C. Pflug, Institut für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck der AdL der DDR

Die durch den X. Parteitag der SED beschlossene ökonomische Strategie für die 80er Jahre erfordert, den spezifischen Verbrauch an Rohstoffen und Energie wesentlich zu senken. Dabei rücken mehr und mehr auch solche Rohstoffe in den Vordergrund, denen bis vor kurzem in vielen Bereichen der Volkswirtschaft noch sehr wenig Aufmerksamkeit gewidmet wurde. Dazu gehört auch kaltes und warmes Wasser. Seine rationelle Verwendung ist in Milchviehanlagen (MVA) aus folgenden Gründen durchzusetzen:

- Wasser wird in hochindustrialisierten und dicht besiedelten Ländern zunehmend knapp. In einem hydrologisch durchschnittlichen Jahr wird das natürliche Wasserdargebot in der DDR zu 44 % genutzt, in einem Trockenjahr aber schon zu 90 % [1].

- Die Erzeugung von Warmwasser (WW), das im Produktionsprozeß von MVA für Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen sowie für die soziale Betreuung der Werktätigen benötigt wird, erfordert bei z. T. schlechtem Wirkungsgrad der Energieumwandlungsanlagen einen hohen Energieaufwand. Für die Bereitstellung von 1 m<sup>3</sup> Trinkwasser werden rd. 0,65 kWh Elektroenergie aufgewendet [1]. Um 1 m<sup>3</sup> Wasser von 8 auf 50 °C zu erwärmen, müssen > 10 kg Braunkohlenbriketts oder rd. 45 kg Rohbraunkohle verbrannt werden.

- Die Lagerung und Ausbringung der durch große Mengen kaltes und warmes Wasser stark verdünnten Gülle oder Jauche erfordern hohe materiell-technische Vorleistungen, einen hohen Energieaufwand, Arbeitszeit und Kosten.

#### Ergebnisse wasserwirtschaftlicher Prozeßanalysen

Die Ergebnisse wasserwirtschaftlicher Prozeßanalysen [2, 3] zeigen, daß die Wasserentnahme durch die rationelle Verwendung von Wasser im Produktionsprozeß auch bei Einhaltung der hygienischen und produktions-

technischen Erfordernisse gesenkt und damit der Gülleanfall bei steigendem Trockensubstanzgehalt reduziert werden können. Diese Schlußfolgerung gilt ganz besonders für warmes Wasser. Die im Bild 1 dargestellten Ergebnisse verschiedener Autoren zur Warmwasseraufbereitung in einigen MVA mit prinzipiell gleichen Verfahrenslösungen zeigen die Reserven, die in den Anlagen mit hohen Entnahmemengen bestehen. Alle Werte wurden auf eine einheitliche Vorlauftemperatur von 50 °C umgerechnet. (Das gilt auch für alle weiteren Angaben zur Warmwasserent-

nahme und zum -bedarf, sofern nichts anderes vermerkt ist.)

Die Differenzen in der Höhe der Warmwasserentnahme von Anlage zu Anlage resultieren aus Unterschieden in der Anlagenbewirtschaftung. Aus den Ergebnissen der wasserwirtschaftlichen Prozeßanalysen wurden Normative zum Warmwasserbedarf abgeleitet und in den Entwurf des Standards TGL 28761/02 (Rationelle Wasserverwendung in der Tierproduktion; Milchproduktion) aufgenommen.

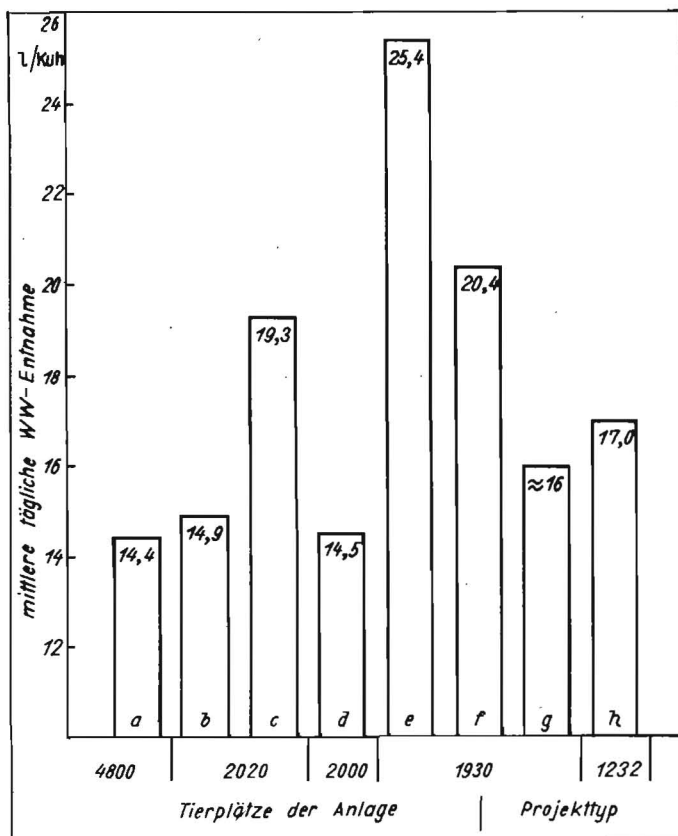


Bild 1  
Mittlere tägliche Warmwasserentnahme (Wassertemperatur 50 °C) von Milchviehanlagen; e nach [3], g nach [4], c, d, f nach [5], a, b, h nach [6]

Tafel 1. Richtwerte zum Warmwasserbedarf

Verfahrenslösung	Warmwasserbedarf l/Kuh · d
Anbindeställe ohne gesonderten Reproduktionsbereich (Umkleieräume mit Wasch-/Duschmöglichkeit)	
– Kannenmelkanlage	7,5
– Rohrmelkanlage	10,0
Anbinde- oder Laufställe mit Reproduktionsbereich (Sozialteil oder -gebäude), Fischgrätenmelkstand oder Melkkarussell	14,0

### Warmwasserbedarf und seine Abdeckung durch die Abwärmenutzung bei der Milchkühlung

Die Entnahme von Wasser mit einer Temperatur von 50 °C beträgt in spezialisierten MVA 12 bis 15 % der gesamten Wasserentnahme. Als Richtwerte zum Warmwasserbedarf für Kuhställe und Milchproduktionsanlagen gelten entsprechend dem Entwurf zum Standard TGL 28761/02 die Werte nach Tafel 1. Diese Werte werden als Richtwerte bezeichnet, weil in Abhängigkeit von der jeweiligen Verfahrensgestaltung, den zugeordneten Sozialeinrichtungen und den spezifischen Bedingungen am Standort mit Abweichungen zu rechnen ist. Der Entwurf des Standards ermöglicht eine genaue Ermittlung des Bedarfs unter Berücksichtigung der konkreten Gegebenheiten. Tafel 2 zeigt die nach dem o. g. Entwurf ermittelten Normative zum Warmwasserbedarf für die Angebotsprojekte der MVA mit 616, 1 232 und 1 930 Tierplätzen. Diese Werte sind im Jahresmittel nicht zu überschreiten. Mit 13,8 bzw. 13,5 l Warmwasser je Kuh und Tag entsprechen sie in etwa den Richtwerten in Tafel 1. Diese Werte machen folgendes Problem deutlich:

Durch die Wärmerückgewinnung aus der Milch können nach den Angaben verschiedener Autoren [7, 8] 0,9 bis 1,2 l Wasser je 1 kg Milch auf 45 bis 55 °C erwärmt werden. Rechnet man mit der mittleren Erzeugung von 1,1 l Warmwasser je 1 kg Milch, dann kann der Warmwasserbedarf von 14 l/Kuh und Tag in Milchviehanlagen erst bei einer Milchmenge von mindestens 15,5 kg je Kuh und Tag (Melkdurchschnitt) abgedeckt werden. Da der Warmwasserbedarf von der technologischen Lösung, nicht aber von der Milchleistung beeinflusst wird, ist die durch Wärmerückgewinnung erzeugte Warmwassermenge oftmals nicht bedarfsdeckend. Bisher gelingt es nur in wenigen Anlagen, z. B. in der MVA 1930 in Klötze (Bezirk Magdeburg), ganzjährig mit dem aus der Abwärme der Milchkühlung gewonnenen Warmwasser auszukommen [9]. In den meisten Anlagen, z. B. in der MVA 1232 in Lüssow (Bezirk Schwerin), muß zeitweise oder ganzjährig in einem gewissen Umfang zusätzlich Warmwasser aufbereitet oder nachgeheizt werden.

Die Erprobungsergebnisse zur Wärmepumpenanlage der MVA Lüssow zeigen, daß die aus der Milchkühlung gewonnene Warmwassermenge mit steigender Außenlufttemperatur zunimmt [10]. Aus Bild 2 ist ersichtlich, daß bei einem Tagesmittel der Außenlufttemperatur von -3 °C etwa 1 m<sup>3</sup> Warmwasser je m<sup>3</sup> gekühlte Milch erzeugt wurde,

bei 20 °C waren es aber 1,3 m<sup>3</sup>. Dieser Sachverhalt läßt sich aus dem höheren Kältebedarf für die Milchkühlung bei hohen Umgebungstemperaturen, der zu einer längeren Laufzeit der Kälteaggregate führt, erklären.

Ergebnisse zur Warmwasserentnahme in MVA zeigen, daß sich diese entgegengesetzt verhält. Die Verrechnung von Ergebnissen aus einer MVA mit 2 000 Tierplätzen im Bezirk Erfurt verdeutlicht dies. Warmwasser wurde hier über Wärmeübertrager im Heizhaus erzeugt. Bei der Original-Vorlaufumtemperatur von 60 °C und der mittleren Entnahme von 11,6 l je Kuh und Tag (14,5 l bei 50 °C) wurden benötigt:

- im Sommer 9,2 l je Kuh und Tag
- in der Übergangsperiode 10,5 l je Kuh und Tag
- im Winter 13,0 l je Kuh und Tag.

Die Verrechnung der entnommenen Warmwassermengen mit der mittleren Außenlufttemperatur des Tages führte zu dem Ergebnis, daß eine hochgesicherte negative Korrelation zwischen der Temperatur und der entnommenen Warmwassermenge besteht. Dieser Nachweis ließ sich für die Entnahme der Gesamtanlage sowie die Entnahmen im Milchgewinnungsbereich und im Reproduktionsbereich mit Korrelationskoeffizienten  $r = 0,50 \dots 0,60$  führen. Für das Sozialwarmwasser wurde keine Abhängigkeit gefunden. Im Bild 3 sind die ermittelten Regressionsgeraden und die Regressionsgleichungen dargestellt. Bei Erhöhung der Außenlufttemperatur um 1 K sank die Warmwasserentnahme der Gesamtanlage um 0,4 m<sup>3</sup> bzw. 0,18 l je Kuh und Tag (Wassertemperatur 60 °C). Bei Umrechnung der gefundenen Regressionsgleichung auf eine Warmwassertemperatur von 50 °C und die Warmwasserbedarfsnorm von 14 l je Kuh und Tag ergibt sich:  $y = 16,0 - 0,22 x$ .

Unter Verwendung dieser Regressionsgleichung läßt sich ein temperaturabhängiger Bedarf an Warmwasser errechnen (Tafel 3).

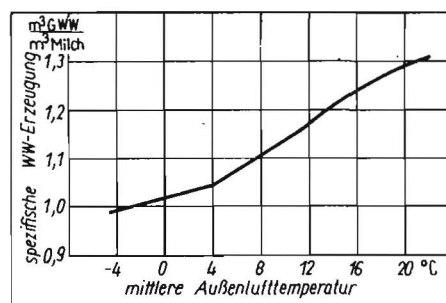


Bild 2. Abhängigkeit der spezifischen Warmwassererzeugung von der mittleren Außenlufttemperatur nach [10]

Tafel 2. Normative zum Warmwasserbedarf von Milchviehanlagen nach Angebotsprojekten (AP)

		AP 616	AP 1232	AP 1930	rel.
mittlerer Warmwasserbedarf	m <sup>3</sup> /d	8,5	17	26	100
	l/Kuh · d	13,8	13,8	13,5	–
davon:					
Milchgewinnung	m <sup>3</sup> /d	5,4	9,8	15,9	rd. 60
Reproduktion	m <sup>3</sup> /d	1,8	4,2	6,0	rd. 25
Sozialgebäude	m <sup>3</sup> /d	1,3	3,0	4,1	rd. 15
max. Wasserbedarf	m <sup>3</sup> /h	1,0	2,0	3,1	–

Die Verrechnung von Ergebnissen aus einer MVA mit 2 000 Tierplätzen im Bezirk Erfurt verdeutlicht dies. Warmwasser wurde hier über Wärmeübertrager im Heizhaus erzeugt. Bei der Original-Vorlaufumtemperatur von 60 °C und der mittleren Entnahme von 11,6 l je Kuh und Tag (14,5 l bei 50 °C) wurden benötigt:

– im Sommer 9,2 l je Kuh und Tag  
– in der Übergangsperiode 10,5 l je Kuh und Tag  
– im Winter 13,0 l je Kuh und Tag.

Die Verrechnung der entnommenen Warmwassermengen mit der mittleren Außenlufttemperatur des Tages führte zu dem Ergebnis, daß eine hochgesicherte negative Korrelation zwischen der Temperatur und der entnommenen Warmwassermenge besteht. Dieser Nachweis ließ sich für die Entnahme der Gesamtanlage sowie die Entnahmen im Milchgewinnungsbereich und im Reproduktionsbereich mit Korrelationskoeffizienten  $r = 0,50 \dots 0,60$  führen. Für das Sozialwarmwasser wurde keine Abhängigkeit gefunden. Im Bild 3 sind die ermittelten Regressionsgeraden und die Regressionsgleichungen dargestellt. Bei Erhöhung der Außenlufttemperatur um 1 K sank die Warmwasserentnahme der Gesamtanlage um 0,4 m<sup>3</sup> bzw. 0,18 l je Kuh und Tag (Wassertemperatur 60 °C). Bei Umrechnung der gefundenen Regressionsgleichung auf eine Warmwassertemperatur von 50 °C und die Warmwasserbedarfsnorm von 14 l je Kuh und Tag ergibt sich:  $y = 16,0 - 0,22 x$ .

Unter Verwendung dieser Regressionsgleichung läßt sich ein temperaturabhängiger Bedarf an Warmwasser errechnen (Tafel 3).

Mit den nachfolgenden Berechnungen soll eine Tendenz gezeigt werden. Ausgehend von den Ergebnissen zur Warmwassererzeugung mit Hilfe der Wärmerückgewinnung und zur Temperaturabhängigkeit des Warmwasserbedarfs wurde die Warmwasserbilanz für 1 000 Kühe im Jahresgang bei einem mittleren Bedarf von 14 l je Kuh des Durchschnittsbestands errechnet (Bild 4). Berechnungsgrundlagen waren die realisierte monatliche Milchproduktion einer MVA mit 1 000 Tierplätzen aus dem Bezirk Karl-Marx-Stadt (Marktproduktion: 4 250 kg Milch je Kuh und Jahr) und das langjährige Temperaturmittel von Karl-Marx-Stadt. Es zeigt sich, daß bei dieser erheblich über dem Durchschnitt der DDR liegenden Milchleistung dem mittleren Warmwasserbedarf von

Tafel 3. Warmwasserbedarf in Abhängigkeit von der Außenlufttemperatur ( $\bar{x} = 14$  l/Kuh · d)

Außenlufttemperatur °C	Warmwasserbedarf l/Kuh · d
-4	16,8
0	16,0
4	15,1
8	14,2
12	13,3
16	12,4
20	11,5

14 m<sup>3</sup>/d eine mittlere Erzeugung von 12,9 m<sup>3</sup>/d gegenübersteht. Andererseits macht die Berechnung deutlich, daß in den Monaten Mai bis September reale Möglichkeiten bestehen, den Warmwasserbedarf über die Aufbereitung bei Wärmerückgewinnung aus der Milch abzudecken. Da jedoch neben der Temperatur weitere Einflußfaktoren auf den Warmwasserbedarf wirken und auch in diesem Zeitraum Tage mit mittleren Außenlufttemperaturen unter 12 °C registriert werden können, muß die Schlußfolgerung dieser Aussage eingegrenzt werden:

In den Sommermonaten ist bei einem mittleren Jahresbedarf von 14 l Warmwasser je Kuh und Tag und bei einem Melkdurchschnitt von  $\geq 11$  l je Kuh und Tag bei sparsamem Warmwassereinsatz in spezialisierten Milchviehanlagen die Bedarfsdeckung mit dem durch die Wärmerückgewinnung erzeugten Warmwasser und damit die Möglichkeit zur Stilllegung der Heizhäuser anzustreben und erreichbar. Während der übrigen

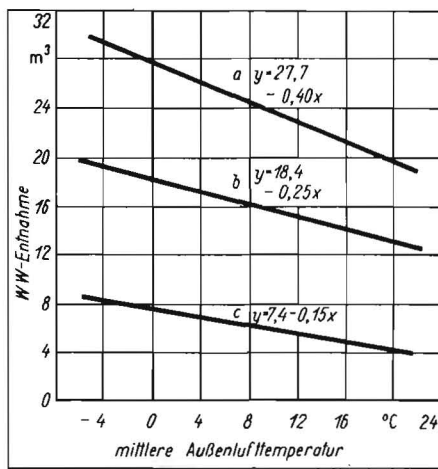
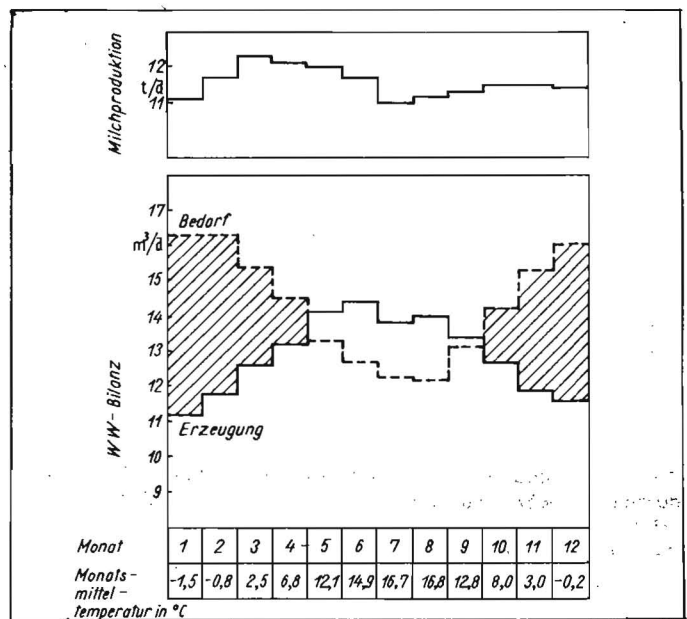


Bild 3. Abhängigkeit der Warmwasserentnahme (Wassertemperatur 60 °C) in einer MVA mit 2 000 Tierplätzen von der mittleren Außenlufttemperatur; a Gesamtverbrauch, b Melkkarussell, c Reproduktionsbereich

Bild 4. Gegenüberstellung von Warmwassererzeugung mit Hilfe einer Wärmepumpe und Warmwasserbedarf (Wassertemperatur 50 °C) für 1 000 Kühe unter Berücksichtigung des Temperatureinflusses



Monate ist in den meisten Anlagen zusätzliches Warmwasser erforderlich.

### Möglichkeiten zur rationellen Verwendung von Warmwasser in MVA

Oberster Grundsatz ist die Erziehung der Werk tätigen zum sparsamen Einsatz, zur bewußten Verwendung von Warmwasser. Das beginnt mit der Vorgabe von Normen zum Bedarf an Wasser und Warmwasser und deren Kontrolle. Festlegungen zur richtigen Arbeitsausführung und zum dabei notwendigen Einsatz von Wasser sowie dessen Temperatur müssen Bestandteil von Wasserbedarfsnormen sein.

Warmwasser wird in spezialisierten MVA im Milchgewinnungsbereich, den zugehörigen Milchlagerräumen, weiteren zugeordneten Funktionsräumen und Tierbehandlungseinrichtungen, im Reproduktionsbereich und im Sozialteil entnommen. Den größten Anteil hat dabei der Milchgewinnungsbereich mit etwa 60 % (Tafel 2). Das Warmwasser wird hier hauptsächlich zur Gewährleistung von Melk- und Milchhygiene benötigt.

Tafel 4 enthält Meßergebnisse zur Wasserentnahme für die Euterreinigung in Melkständen. Für die Euterreinigung wird eine Wassertemperatur von 38 °C ± 5 K gefordert. Die Einhaltung dieser Mischwassertemperatur erfordert in Abhängigkeit von Warmwassertemperatur und den sich ändernden

Druckverhältnissen im Kalt- und Warmwassernetz ein häufiges Nachregeln. Der Einsatz automatischer Mischeinrichtungen mit Thermostat könnte hier zur Senkung technisch bedingter Wasserverluste beitragen. Euterbrausen sind grundsätzlich mit nicht arretierbarem Schnellverschluß herzustellen. Meßergebnisse beweisen, daß bei Verwendung einer solchen Euterbrause bei guter Eutersauberkeit 1 l Wasser je Kuh und Melkzeit ausreichen kann. Die Meßergebnisse aus dem Fischgrätenmelkstand zeigen den Einfluß der höheren Euterverschmutzung bei Stallhaltung im Vergleich zur sommerlichen Weidehaltung. Es wurde aber auch Reinigungswasser für die Melkplätze entnommen. Zur Einsparung von Warmwasser wird vorgeschlagen, im Melkflur des Fischgrätenmelkstands zusätzliche Zapfstellen mit einem 1/2-Zoll-Schlauch für kaltes Wasser zu installieren, die im Bedarfsfall für die Standreinigung zu benutzen sind. Ein Abspritzen der Stände bei jedem Gruppenwechsel ist allerdings auch bei Verwendung von Kaltwasser abzulehnen.

In Tafel 5 sind Bedarfsnormen für die Gebrauchslösung (Reinigungs- und Desinfektionsmittellösung in der erforderlichen Anwendungskonzentration) bzw. für Wasser für alle melkhygienischen Maßnahmen im Euterbereich bei verschiedenen Melkverfahren angegeben. Bei der Melkzeugzwischen-

infektion wird bei Verwendung von Kaltwasser ein ausreichender Effekt erzielt.

Ausschlaggebende Bedeutung für die Sicherung der Qualitätsparameter der Rohmilch kommen der Reinigung und Desinfektion nach dem Melken zu. Bei der milchwirtschaftlichen Reinigung sind günstige Temperaturbereiche einzuhalten, da bei niedrigen Temperaturen das Milchfett nicht genügend emulgiert und bei zu hohen Temperaturen Milcheiweiß ausgefällt werden kann. In den letzten Jahren wurde durch das Institut für Milchforschung Oranienburg in Verbindung mit den Herstellern von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln intensiv an der Weiterentwicklung der Reinigungsverfahren und -mittel gearbeitet. Für die kombinierte alkalische Reinigung stehen jetzt bei Anwendungstemperaturen von 40 bis 50 °C (bisher 50 bis 60 °C notwendig) zwei Mittel mit hohen wasch- und desinfektionsaktiven Wirkungen zur Verfügung:

- Trosilin flüssig kombi
- Purin E.

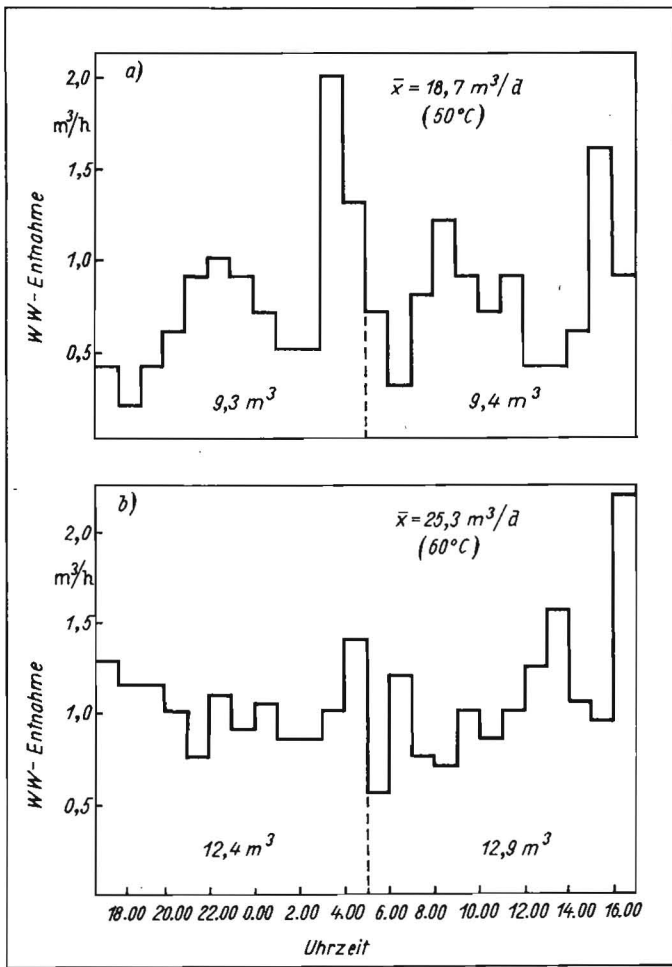
Für diese Mittel wurde durch das Institut für Milchforschung Oranienburg eine neue „Reinigungs- und Desinfektions-Rahmenvorschrift“ erarbeitet, die den volkswirtschaftlichen Erfordernissen sparsamer Energieanwendung Rechnung trägt [12]. Ihre Anwendung führt zur Senkung der Anforderungen an die Einspeisungstemperatur der Ge-

Tafel 4. Warmwasserentnahme für die Euterreinigung (Wassertemperatur 38 °C)

Melkstand	Euterbrause	Betriebsweise	Wasserentnahme l/Kuh · Melkzeit
Melkkarussell	ohne Schnellverschluß	ständig	4,9
	Schnellverschluß mit Arretierung	meist nur bei Benutzung	1,7
	Schnellverschluß ohne Arretierung	meist nur bei Benutzung	1,0
Fischgrätenmelkstand	ohne Schnellverschluß	meist nur bei Benutzung	2,4
	Sommer (Weidegang)		1,7
	Winter		2,9

Tafel 5. Wasserbedarf für die melkhygienischen Maßnahmen im Euterbereich (teilweise nach [11])

Melkverfahren	Maßnahme	Wasserbedarf l/Kuh · Melkzeit	Temperatur °C
Kannenmelkanlage oder Rohmelkanlage	Euterreinigung und -desinfektion	0,7	38 ± 5
	Melkzeugzwischen-desinfektion	0,33	kalt
Fischgrätenmelkstand oder Melkkarussell	Euterreinigung	1,5	38 ± 5
	Euterdesinfektion	0,7	38 ± 5
Fischgrätenmelkstand	Melkzeugzwischen-desinfektion	0,33	kalt
Melkkarussell	Melkzeugzwischen-desinfektion	0,25	kalt



Tafel 7. Reinigungswasserbedarf für die Milchbehandlung und -lagerung bei einer Lagerkapazität von einem Tagesgemelk

Verfahren	Anlagenkapazität Tierplätze	Gesamtwasser- bedarf m³/d	darunter Warmwasser m³/d
Lager- kühlung	rd. 400 rd. 800	2,0 3,0	1,0 1,5
Durchflußkühlung, Lagerung in isolierten Tanks	rd. 800 rd. 1 200 rd. 2 000	2,5 3,0 4,0	1,2 1,5 2,0

Tafel 9. Sozialwasserbedarf in einer Milchviehanlage

Ausstattungsgrad	allgemeine Duschpflicht	Gesamtwasser- entnahme l/VbE · d	darunter Warm- wasser l/VbE · d
Sozialgebäude mit Schwarz-Weiß-Trennung (Duschen)	ja	120	50
Essenausgabe, Verwaltung	nein	100	40
Sozialteil mit Dusch- und/oder Waschmöglichkeit, Essenausgabe	nein	60	25
Umkleieräume mit Dusch- und/oder Waschmöglichkeit	nein	30	12

Bild 5. Mittlere Tagesgänge der Warmwasserentnahme in MVA mit Tag- und Nachtschicht;  
a) MVA mit 1 232 Tierplätzen nach [13]  
b) MVA mit 2 000 Tierplätzen nach [5]

Tafel 6. Wasserbedarf bei der Milchgewinnung im Produktionsbereich

Melkverfahren	Gesamt- wasser- bedarf	darunter Warm- wasser
Kannenmelk- anlage I/gemolkene Kuh · d	8	5
Rohrmelk- anlage I/gemolkene Kuh · d	10	6
Fischgräten- melkstand I/gemolkene Kuh · d	22	7,5
Melkkarus- sell (40 Plätze, 1 500 gemol- kene Kühe) m³/d	40	13

brauchslösung und damit des Warmwasser- und Energiebedarfs.

Die Raumreinigung in den Melk- und Milchräumen ist weitgehend mit kaltem Wasser bei Unterstützung mit Besen und Bürsten auszuführen. Warmwasser ist nur zur Beseitigung von Milch- und Fettresten in Milchlagerräumen einzusetzen.

In den Tafeln 6 und 7 sind die im Entwurf des Standards TGL 28761/02 vorgeschlagenen Normen zum Wasserbedarf für die Milchgewinnung im Produktionsbereich sowie für die Milchbehandlung und -lagerung wiedergegeben.

Für gesonderte Abkalbe- und Krankenställe von MVA gelten die in Tafel 8 wiedergegebenen Wasserbedarfsnormen. Die Normen schließen den Wasserbedarf für die Milchgewinnung in diesem Stallbereich, für die Kälbermilchaufbereitung, für die Geburtshy-

giene und die Erstversorgung des Kalbs ein. Bei der Milchgewinnung ist von den schon erläuterten Grundsätzen des sparsamen Warmwassereinsatzes auszugehen. In vielen Anlagen treten in den Reproduktionsbereichen hohe Warmwasserverluste dadurch auf, daß lange, verzweigte Leitungsstrecken ohne Zirkulation verlegt sind und an den einzelnen, selten benutzten Zapfventilen erhebliche Wassermengen weglauften, bis die notwendige Anwendungstemperatur erreicht ist. Die einzige Möglichkeit zur Reduzierung dieser Verluste besteht darin, das Leitungsnetz und die Anzahl der Zapfstellen einzuschränken. In den Hygieneeinheiten für K 0-Kälber kann auf Zapfstellen verzichtet werden. Für Anbindestandreihen im Abkalbe- und Krankenabteil kann im Bedarfsfall Warmwasser in nahegelegenen Funktionsräumen entnommen werden. An zentraler Stelle ist ein Zapfventil (Mischwasser) zum Waschen neugeborener Kälber notwendig.

In Tafel 9 ist der Sozialwasserbedarf ausgewiesen. Er ist auf die in den Ställen bzw. Anlagen arbeitenden Vollbeschäftigteneinheiten (VbE) bezogen und berücksichtigt den jeweiligen Ausstattungsgrad mit sanitären bzw. Sozialeinrichtungen. Etwas mehr als 40 % des Gesamtwasserbedarfs werden als Warmwasser benötigt.

Nachfolgende Aspekte sind für alle Stallbereiche – und nicht nur in der Milchproduktion – zur rationellen Verwendung von Warmwasser zu berücksichtigen:

– Für Tierproduktionsanlagen sind Eingriffmischbatterien nicht geeignet, da sie nicht robust genug sind und das Einregulieren der Mischwassertemperatur stets

Tafel 8. Technologischer Produktionswasserbedarf im Reproduktionsbereich

	Anteil der Reproduktionsplätze an der Gesamtkapazität der MVA in %				
		≤ 6	8	10	12
Gesamt- wasser- bedarf darunter Warm- wasser	l/Kuh	160	140	120	100
	l/Kuh	60	55	45	35

mit erhöhten Wasserverlusten verbunden ist. Vereinfachte Mischeinrichtungen mit Absperrventilen für warmes und kaltes Wasser, Auslaufverschraubung 1/2 Zoll einschließlich Rückschlagventilen haben sich bewährt.

– Zapfstellen für warmes und kaltes Wasser sind nicht so viel wie möglich, sondern nur so viel wie unbedingt erforderlich vorzusehen. Damit verringern sich der Instandhaltungsaufwand und die Gefahr von Wasserverlusten durch undichte Zapfventile. An undichten Mischbatterien wurden häufig 1 bis 2 m³ Wasserverluste je Tag gemessen.

– In mehreren Anlagen wurde festgestellt, daß durch fehlende oder defekte Rückschlagventile warmes Wasser in das Kaltwassernetz eintrat. Solche Verlustquellen sind zu vermeiden bzw. abzustellen.

– Für die Stiefelwäsche ist kaltes Wasser zu verwenden.



## Tagesgang des Warmwasserbedarfs

Bild 5 zeigt zwei mittlere Tagesgänge der Warmwasserentnahme in MVA mit Tag- und Nachtschicht. Diese und weitere ausgewertete Tagesgänge zeigen, daß der Spitzenbedarf stets am Schichtende durch die Nachbearbeitungsarbeiten bei der Milchgewinnung auftritt. In der Tagschicht kommen oftmals weitere Abschlußarbeiten hinzu. Sofern nicht die Reinigung der Milchlagertanks in der Nachtschicht erfolgt, ist die Warmwasserentnahme am Tag höher als in der Nacht. Es ist darauf hinzuweisen, daß diese gemittelten Tagesgänge zu einer Glättung der Entnahmespitzen führen. Es wird empfohlen, den maximalen Stundenbedarf an Warmwasser in zweischichtig bewirtschafteten MVA mit 12 % des mittleren Tagesbedarfs zu planen.

## Zusammenfassung

Die rationelle Verwendung von warmem Wasser ist ein wasser- und energiewirtschaftliches Erfordernis. In spezialisierten Milchviehanlagen wurde bei wasserwirtschaftlichen Prozeßanalysen festgestellt, daß die spezifische Warmwasserentnahme (50 °C) auf 14 l je Kuh und Tag im Jahresmittel gesenkt werden kann. Die Anteile einzelner Bereiche und Wege zum Erreichen der Normen werden gezeigt. Bei diesem Warmwasserbedarf und bei einem Melkdurch-

schnitt  $\geq 11$  l je Kuh und Tag können in MVA bei sparsamer Verwendung die Bedarfsdeckung in den Sommermonaten mit dem durch Wärmerückgewinnung erzeugten Warmwasser erreicht und die Heizhäuser stillgelegt werden. Während der übrigen Monate ist in den meisten Anlagen gegenwärtig noch zusätzliches Warmwasser erforderlich. Der höchste Warmwasserbedarf tritt am Schichtende auf. In zweischichtig bewirtschafteten MVA ist der maximale Stundenbedarf mit 12 % des mittleren Tagesbedarfs zu veranschlagen.

## Literatur

- [1] Reichelt, H.: Wasser rationell und sparsam verwenden. Wasserwirtschaft-Wassertechnik, Berlin 32 (1982) 2, S. 39–41.
- [2] Kaiser, E.: Rationeller Wassereinsatz in der Rinderproduktion. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 2, S. 66–68.
- [3] Koallick, M.; Holke, R.: Zum Wasserverbrauch in der industriemäßigen Milchproduktion. agrartechnik, Berlin 30 (1980) 11, S. 486–488.
- [4] Schupp, S.; Zlotowski, K.; Hanke, E.: Elektroenergetische und wärmetechnische Untersuchungen von Arbeitsverfahren und Prozessen der Heizung und Lüftung zur Erarbeitung von Rationalisierungsvorschlägen und Bewertung des rationalisierten Lüftungssystems in industriemäßigen TPA. FZM Schlieben-Bornim, Forschungsbericht 1978 (unveröffentlicht).
- [5] Kaiser, E.: Normative bzw. Richtwerte zum Wasserbedarf, Wassereinsatz zur Gülle und

- Abwasseranfall in der Milchproduktion. AdL der DDR, Dissertation 1979 (unveröffentlicht).
- [6] Pflug, C.: Arbeitsunterlagen, IRP Iden-Rohrbeck 1982 (unveröffentlicht).
  - [7] Stein, J., u. a.: Der Einsatz von Wärmepumpen in Milchviehanlagen, Melioration und Landwirtschaftsbau, Berlin 15 (1981) 1, S. 24–26.
  - [8] Grimmer, B.: Verfahrensgestaltung und spezifischer Aufwand an technischer Energie in der Rinderproduktion. Tierzucht, Berlin 34 (1980) 11, S. 496–499.
  - [9] Hundertmark: Wärmerückgewinnung in der MVA 1930 Klötze. Vortrag zur Informationstagung „Wärmerückgewinnung bei der Milchkühlung“ der KDT am 9. März 1982 in Karl-Marx-Stadt.
  - [10] Dröge, M.: Wärmerückgewinnung aus Milch in der MVA Lüssow. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 10, S. 448–449.
  - [11] Cersowski, H.; Neubert, S.; Schmidt, K.-D.: Grundzüge, Verfahren und technologisch-technische Lösungen der Reinigung und Desinfektion in der Milchherzeugung. Arbeiten des Instituts für Milchforschung Oranienburg (1976) H. 47.
  - [12] Cersowski, H.; Neubert, S.; Schmidt, K.-D.: Energiesparender Einsatz von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln für Milchgewinnungsanlagen. Milchforschung-Milchpraxis, Oranienburg 23 (1981) 2, S. 33–36.
  - [13] Stein, J., u. a.: Zwischenbericht zur Erprobung der Wärmepumpenanlage zur Milchkühlung und Gebrauchswarmwasserbereitung in der MVA 1232 Lüssow. VEB Landbauprojekt Potsdam 1980 (unveröffentlicht).

A 3743

# Instandsetzung landtechnischer Arbeitsmittel als energetische Aufwandsgröße

Dozent Dr. sc. techn. W. Große, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

## 1. Problemstellung

Technische Arbeitsmittel müssen während ihrer Nutzungsdauer über eine ausreichend hohe Zuverlässigkeit verfügen, um die planmäßige Realisierung des technologischen Prozesses zu gewährleisten. Allerdings wirken verschiedene Faktoren in der Betriebszeit schädigend auf die technischen Arbeitsmittel ein. Durch auftretende Abnutzung und vereinzelt auch durch Überlastung wird die geforderte Zuverlässigkeit reduziert. Dieser Reduzierung ist die Instandsetzung entgegen gerichtet. Sie ist „die Gesamtheit von Maßnahmen, mit denen beeinträchtigte Gebrauchseigenschaften eines technischen Arbeitsmittels, einer Baugruppe oder eines Einzelteils mit dem Ziel eines festgelegten Endzustands wiederhergestellt werden, unabhängig davon, ob zum Zeitpunkt des Instandsetzungsbegins Funktions- oder Arbeitsfähigkeit noch vorhanden war oder nicht“ [1].

Beim Einsatz landtechnischer Arbeitsmittel sind demzufolge über einen langen Zeitraum kontinuierlich Instandsetzungsaufwendungen erforderlich. Die energetisch relevanten Aufwendungen erfolgen in Form von

- Werkstoffen
- Elektroenergie und Brennstoffen (Gebrauchsenergie).

Im Rahmen der technologischen Forschung zur Verfahrensentwicklung besteht zunehmend die Forderung, wesentliche energeti-

sche Aufwendungen eines Produktionsverfahrens zu kennen, um zielgerichtet Lösungen mit effektivem Energieeinsatz abzuleiten. Der energetische Aufwand für Herstellung und Instandsetzung landtechnischer Arbeitsmittel wurde z. B. in der Getreideproduktion auf 30 % des Gesamtenergiebedarfs geschätzt [2]. Als jährlicher massebezogener Instandsetzungsbedarf sind dabei 25 % unterstellt. International werden masseanteilige Instandsetzungsaufwendungen von 6 % [3] bzw. 8 % [4] genannt. Der Instandsetzungsaufwand wird vorrangig durch die Anzahl der Betriebsstunden innerhalb der Nutzungsdauer beeinflusst. Bei der Interpretation dieser Kenngrößen ist deshalb neben der Zeit vor allem das erreichte Arbeitsmaß bzw. die Ausnutzung als Bezugsgröße zu beachten. Im nachfolgenden soll ein begründeter mathematischer Schätzwert für den energetischen Instandsetzungsbedarf von Mähdrehschern unter den Einsatzbedingungen der DDR abgeleitet werden.

## 2. Methodik

Zeitpunkt und Organisationsform der Instandsetzung lassen einen wesentlichen Einfluß auf die spezifischen Aufwandswerte erwarten. Prinzipiell wird unterschieden zwischen [1]

- wiederherstellender Instandsetzung (Reparatur) und
- vorbeugender Instandsetzung.

Während wiederherstellende Instandsetzungsmaßnahmen im laufenden Produktionsprozeß kurzfristig erfolgen müssen, werden Maßnahmen der vorbeugenden Instandsetzung außerhalb des Hauptprozesses geplant. Daraus resultiert eine unterschiedlich hohe Effektivität dieser Verfahren.

Aufwendungen im Sinne der Aufgabenstellung für wiederherstellende Instandsetzungsmaßnahmen lassen sich lediglich über den Verbrauch von Ersatzteilen als vergegenständlichter Energiebedarf abschätzen. Zu beachten ist dabei, daß neben Neuersatzteilen (NET) verstärkt auf instand gesetzte Ersatzteile (IET) zurückgegriffen wird. Der spezifische Energiebedarf wiederherstellender Instandsetzungsmaßnahmen ist unter Beachtung der gegebenen Relation zwischen beiden Teilegruppen zu ermitteln.

Vorbeugende Instandsetzung erfolgt an Arbeitsmitteln, Baugruppen oder Einzelteilen, die zu diesem Zweck zeitweilig aus dem technologischen Prozeß ausgegliedert werden. Für kampagneweise eingesetzte Arbeitsmittel ist die spezialisierte Instandsetzung im Zeitraum zwischen 2 Kampagnen üblich. Bei der spezialisierten Instandsetzung wird einer Vielzahl gleicher Arbeitsmittel, Baugruppen oder Einzelteile nach einheitlichen Produktionsverfahren zunehmend schadbezogen eine entsprechende Nutzungsdauerreserve wiedergegeben. Vom technologischen Niveau her ist die speziali-