

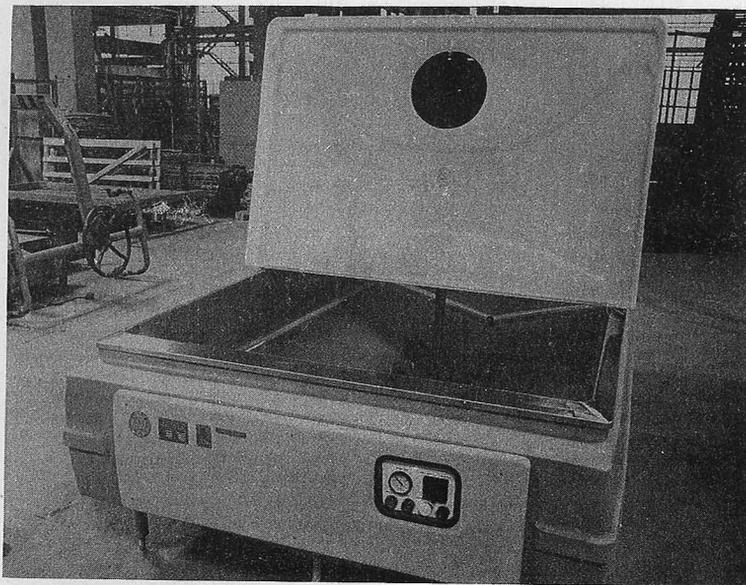
Deutsche Demokratische Republik
Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft
ZENTRALE PRUFSTELLE FÜR LANDTECHNIK POTSDAM-BORNIM

Prüfbericht Nr. 738

Milchkühlanlage MKA 2000 L-2

VEB Kombinat Impulsa

Betrieb Kyffhäuserhütte Artern



Milchkühlwanne MK 20 D/2

Bearbeiter: Dipl.-Ing. D. Ripcke
DK-Nr.: 637.132.1.001.4

L. Zbl.-Nr.: 6210c
Gr.-Nr.: 11b

Potsdam-Bornim 1975

1. Beschreibung

Die Milchkühlanlage MKA 2000 L-2 des VEB Kombinat Impulsa, Betrieb Kyffhäuserhütte Artern, dient zur Kühlung, Lagerung und Kühlhaltung von Rohmilch in landwirtschaftlichen Produktionsbetrieben und Milchsammelstellen nach Grundtechnologie II.

Die Gesamtanlage besteht aus den Hauptbaugruppen Kühlwanne, Kältemittelverdichtersatz und Schaltschrank.

Die Kühlwanne ist als selbsttragender, rechteckiger Behälter mit gerundetem und zum Auslauf geneigtem Boden ausgeführt. Die Wanne steht auf vier höhenverstellbaren Kalottenfüßen. Der Behälter wird durch zwei hochklappbare Deckel mit Einfüllöffnungen abgedeckt. Über die Behältermitte verläuft eine Brücke, die ein Rührwerk zum Durchmischen der Milch trägt.

Zur Wärmeisolierung ist der gesamte Behälter von außen mit einer Polyurethanschicht versehen. Als äußere Verkleidung der Wanne ist eine aus einem Stück bestehende, rotationsgegossene Polyäthylenverkleidung angebracht. An der einen Stirnseite befindet sich der Auslaufstutzen und an der gegenüberliegenden Seite der Armaturenkasten mit den Bedienelementen. Zur Milchmengenkontrolle dient ein Meßstab, der am Wannenkragen an der Auslaufstirnseite in den Behälter gehängt wird. An den Wannensboden sind 2 kanallose Plattenverdampfer angeschweißt. Die Kühlanlage arbeitet nach dem Prinzip der direkten Kühlung, d. h. die Milchwärme wird ohne Zwischenträger durch den Wannensboden direkt an das Kältemittel abgegeben. Im Verdampfer erfolgt die Wärmeaufnahme des Kältemittels, wobei dieses verdampft. Im gasförmigen Zustand wird es dann vom Verdichter des Kältemaschinensatzes über die Saugleitung angesaugt und komprimiert. Anschließend wird das stark erwärmte Kältemittel durch luftgekühlte Kondensatoren geleitet und gibt dabei die Wärme an die Umgebungsluft ab. Das auf diese Weise verflüssigte Kältemittel strömt in den Sammler des Verdichtersatzes und von dort durch die Flüssigkeitsleitung über Absperrventil, Filtertrockner, Schauglas, Magnetventil und thermostatisches Regelventil wieder in den Verdampfer.

Durch das thermostatische Regelventil wird das Kältemittel von hohem Druck auf Verdampferdruck entspannt. Gleichzeitig sichert das Ventil die Überhitzung des Kältemittels in Abhängigkeit von der Verdampferbelastung.

Zum Schutz der Kälteanlage vor unzulässig hohem Druck infolge Ausfall einzelner Elemente der Anlage ist der Verdichtersatz mit einem Hochdruckwächter ausgerüstet, der bei Überschreiten des Grenzwertes das Aggregat automatisch aus- und nach Erreichen normaler Betriebsbedingungen wieder einschaltet. Zusätzlich ist der Verdichter mit einem Öldruckwächter ausgerüstet, der den Saug- und Schmieröldruck überwacht.

Mit der Anlage ist sowohl manuelle als auch automatische Steuerung des Abkühl- und Lagerprozesses der Rohmilch möglich. Bei automatischem Betrieb regelt ein Temperaturwächter den Lauf des Verdichtersatzes in Abhängigkeit von der Milchttemperatur. Bei Erreichen der eingestellten Milchttemperatur schaltet der Temperaturwächter den Verdichter aus.

Das Rührwerk läuft zum besseren Temperatenausgleich der Milch automatisch 30 Minuten nach. Das Rührwerk kann außerdem zum Durchmischen der Milch von Hand geschaltet werden, unabhängig vom Betrieb der Kälteanlage.

Die Milchkühlanlage MKA 2000 L-2 gehört zum Maschinensystem der Rinderhaltung.

T e c h n i s c h e D a t e n

Typenbezeichnung MKA 2000 L-2

Kühlwanne

Typenbezeichnung MK 20 D/2

Nenninhalt 2000 l

Außenabmessungen:

max. Länge 3190 mm

max. Breite 1830 mm

max. Höhe (geschlossen/geöffnet) 1415/2069 mm

Bodenfreiheit 147 ... 227 mm

Einfüllhöhe	945 mm
Durchmesser der Einfüllöffnung	342 mm
Auslauf	Absperrklappe NW 50
Auslaufhöhe	179 ... 259 mm
Mengenmessung	Meßstab 20 l - Teilung
Temperaturmessung	Einbauthermometer - 10 ... + 50 °C
Isolierung	ca. 25 mm PUR-Schaum
Material des Milchbehälters	X 5 CrNi 18.10
Wandstärke des Milchbehälters	2,0 mm
Anzahl der Stützfüße	4
Material der Außenverkleidung	Polyäthylen
Gesamtmasse	ca. 375 kg

Rührwerk

Prinzip	Blattrührwerk
Breite des Rührblattes	450 mm
Drehzahl	32 min ⁻¹
Werkstoff	PVC-h
Antrieb	Getriebemotor ZG 1 KMR 63 K 4
Nennleistung	0,25 kW

Kältemittelverdichtersatz

Typ	DH 2-28-058/0
Bauart	halbhermetisch, luftgekühlt
effektive Nennkälteleistung der Anlage ($t_u = 25 \text{ °C}$; $t_o = 0 \text{ °C}$)	10100 kcal/h
Nennantriebsleistung:	
Verdichter	4,0 kW
Lüfter	2 x 0,25 kW
Kältemittel	R 12 (CF ₂ Cl ₂)
Kältemittelmenge	14 kg
Kältemaschinenöl	KM 33

Außenabmessungen:

max. Länge	1755 mm
max. Breite	790 mm
max. Höhe	830 mm
Masse	157 kg

Schaltschrank

Typenbezeichnung	TP 4-170
Abmessungen	
Länge	600 mm
Breite	320 mm
Höhe	700 mm
Masse	40 kg

Kältearmaturen

Hochdruckwächter	Typ DW 613.09
Öldruckwächter	Typ DWO 665.10
Thermostatisches Regelventil	TVM 5.5640.09
Absperrventil	AA 12, TGL 27246/01
Filtertrockner	C 12-120, TGL 18270
Magnetventil	MV 10 Typ 627.42
Temperaturwächter	TW 605.73 (-5 ... +5 °C)
Schauglas	A 12, TGL 26103
Saugleitung	Cu-Rohr 28 x 1 mm TGL 11411
Flüssigkeitsleitung	Cu-Rohr 12 x 1 mm TGL 11411

Richtpreis

Gesamtanlage	22718,-- M
davon Kühlwanne	16951,-- M
Verdichtersatz	3846,-- M
Schaltschrank	1530,-- M

2. Prüfungsergebnisse

2.1 Funktionsprüfung

Die Funktionsprüfung zur Ermittlung der kältetechnischen Parameter wurde mit Wasser als Testflüssigkeit im Prüflabor des Herstellers durchgeführt.

Die Ergebnisse der wichtigsten Versuche sind in den Tabellen 1 - 4 aufgeführt und im Bild 1 dargestellt.

Die Temperaturunterschiede im Kühlgut, gemessen an 4 verschiedenen Stellen, betragen bei den Versuchen maximal $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Während einer 12-stündigen Lagerperiode bei $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ Raumtemperatur und abgeschaltetem Kälteaggregat, erwärmt sich das Kühlgut wie folgt:

Wanneninhalt [l]	Ausgangstemperatur [$^{\circ}\text{C}$]	Endtemperatur [$^{\circ}\text{C}$]
1000	4	6,8
2000	4	5,5

Bei den Versuchen war der Thermostat auf $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ und minimale Schaltdifferenz eingestellt. Die Kältemaschine wurde bei dieser Einstellung bei einer Milchttemperatur von $3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ aus- und bei $4,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ wieder eingeschaltet.

Im praktischen Einsatz wurde im Durchschnitt ein Gemelk (halbe Behälterfüllung) bei einer Zulaufgeschwindigkeit von etwa 455 l/h innerhalb von $3,4\text{ h}$ ab Einfüllbeginn auf unter $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ abgekühlt. Die Kälteleistung lag dabei im Mittel bei 7300 kcal/h und der spezifische Energieverbrauch bei $15,2\text{ kWh/t-Rohmilch}$.

2.2 Einsatzprüfung

Zur Prüfung waren seit Mitte März 1974 eine Anlage in der LPG "Banner des Friedens" Zehdenick-Karlshof, drei Anlagen ab 14.10.74 in der Milchsammelstelle der LPG "Freundschaft" Langenhessen und zwei weitere Anlagen ab 24.10.74 in der Milchsammelstelle der LPG "Glück auf" Fraureuth im praktischen Einsatz.

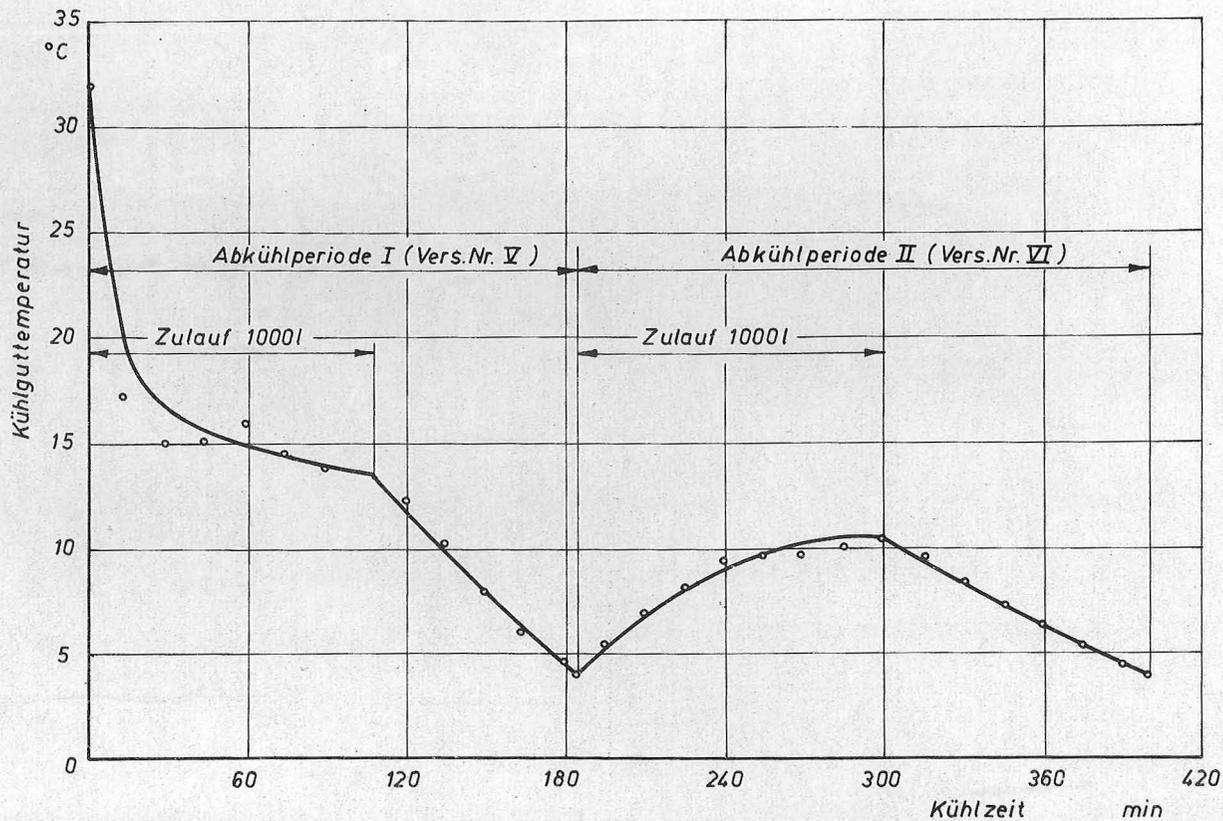


Bild 1 Temperaturverlauf

Tabelle 1 Ergebnisse der Funktionsprüfung

(Sofortige Füllung mit 1000 l Wasser von 32 °C bei einer Raumtemperatur von 32 °C)

Vers. Nr.	Kühlzeit	Kühlgut	Kühlgut- temperatur	Gesamtenergieverbrauch	Kälteleistung		Kältegrad
	min	l	°C	kWh	kcal/ h	kcal/ kWh	
I 1. Abkühlperiode	0	1000	32,0	-	-	-	-
	30	1000	25,0	2,9	14000	2410	2,80
	60	1000	19,5	5,6	11000	2020	2,35
	90	1000	14,8	8,1	9400	1880	2,19
	120	1000	10,5	10,6	8600	1720	2,00
	150	1000	6,8	13,0	7400	1545	1,80
	175	1000	4,0	15,1	6700	1330	1,55
II 2. Abkühlperiode	0	2000	18,0	-	-	-	-
	30	2000	15,5	2,6	10000	1925	2,24
	60	2000	13,3	5,2	8800	1690	1,97
	90	2000	11,2	8,0	8400	1500	1,75
	120	2000	9,2	10,2	8000	1820	2,12
	150	2000	7,3	12,7	7600	1520	1,77
	180	2000	5,6	15,1	6800	1415	1,64
	210	2000	4,0	17,6	6400	1280	1,49

Tabelle 2 Ergebnisse der Funktionsprüfung

(Sofortige Einfüllung von 1000 l Wasser mit 32 °C bei Raumtemperatur von 25 °C)

Vers. Nr.	Kühlzeit min	Kühlgut l	Kühlgut- temperatur °C	Gesamtenergieverbrauch		Kälteleistung		Kältegrad
				kWh		kcal/ h	kcal/ KWh	
III	1. Abkühlperiode	0	1000	32,0	-	-	-	-
		30	1000	24,7	2,5	14600	2920	3,40
		60	1000	18,6	5,1	12200	2340	2,72
		90	1000	13,8	7,4	9600	2090	2,43
		120	1000	9,4	9,8	8800	1840	2,14
		150	1000	5,6	12,0	7600	1730	2,01
		166	1000	4,0	13,4	6000	1150	1,34
IV	2. Abkühlperiode	0	2000	18,0	-	-	-	-
		30	2000	15,6	2,4	9600	2000	2,32
		60	2000	13,2	4,9	9600	1960	2,26
		90	2000	10,9	7,2	9200	2000	2,32
		120	2000	8,8	9,6	8400	1750	2,04
		150	2000	6,7	11,8	8400	1910	2,22
		180	2000	4,9	14,0	7200	1640	1,91
		196	2000	4,0	15,3	6700	1370	1,59

Tabelle 3 Ergebnisse der Funktionsprüfung
 (Sofortige Füllung mit 2000 l Wasser von 32 °C bei Raumtemperatur von 25 °C)

Vers. Nr.	Kühlzeit min	Kühlgut- temperatur °C	Gesamtenergieverbrauch		Kälteleistung		Kältegrad
			kWh		kcal/ h	kcal/ kWh	
VII	0	32,0	-		-	-	-
	30	27,7	2,8		17200	3070	3,57
	60	24,5	6,0		12800	2000	2,33
	90	21,3	9,2		12800	2000	2,33
	120	18,6	10,7		10800	3600	4,18
	150	16,0	13,1		10400	2170	2,52
	180	13,5	15,6		10000	2000	2,33
	210	11,2	18,0		9200	1915	2,23
	240	9,1	20,2		8400	1910	2,22
	270	7,0	22,6		8400	1750	2,04
	300	5,1	24,9		7600	1650	1,92
	318	4,0	26,0		7300	2000	2,33

Tabelle 4 Zusammenfassung der Funktionsergebnisse

Vers. Nr.	Raumtemp. °C	Kühlgut l	Abkühlzeit auf 8 °C min	von 32 °C auf 4 °C min	Energieverbrauch) ⁺ kWh/t-Milch	mittl. Kälteleistung) ⁺ kcal/h	kcal/kWh	mittl. Kältegrad)
I	32	1000	140	175	15,1	9600	1850	2,16
II	32	2000	138	210	17,6	8000	1590	1,85
III	25	1000	130	166	13,4	10000	2090	2,43
IV	25	2000	130	196	15,3	8600	1830	2,13
V	25	1000	150	185	14,5	9100	1930	2,24
VI	25	2000	156	219	16,3	-	-	-
VII	25	2000	255	318	13,0	10500	2150	2,50

)⁺ bei Abkühlung auf 4 °C

Ab Oktober 1975 arbeiteten zwei Nullserienmuster 2 in der Milchsammelstelle der LPG "Ernst Thälmann" Neukirchen. Die durchschnittliche Auslastung der Anlagen im Prüfzeitraum geht aus der nachstehenden Übersicht hervor:

Einsatzort	Auslastung [l/Tag]
Zehdenick	1700
Langenhessen	1850
Fraureuth	2600
Neukirchen	3600

Die Anlagen haben im Prüfzeitraum weitestgehend störungsfrei gearbeitet und gute Kühlergebnisse erreicht, was sich auch in der Qualitätseinstufung der gekühlten Milch durch die Molke-
rei widerspiegelt hat. An der Zehdenicker Anlage sind nach 740 bzw. 770 Betriebsstunden Undichtheiten an Armaturen im Kältemittelkreislauf aufgetreten, die abgestellt werden konnten. Außerdem wurde an dieser Anlage ein Durchsacken des Wannensbodens mit schlagartigem Zurückschnellen beim Entlasten (Entleeren) beobachtet. Diese Erscheinung wurde an den anderen Prüfanlagen nicht festgestellt und ist auf wiederholtes Schweißen am Boden des Versuchsmusters zurückzuführen. An den Anlagen der LPG Langenhessen führten Bedienungsfehler zum Bruch des Rührwerkblattes und Störungen im automatischen Betrieb der Anlage, die ebenso wie die Betriebsstörungen an einer Anlage in der LPG Fraureuth durch den Kundendienst des VEB Kühlanlagenbau behoben werden konnten. Die nach der endgültigen Fertigungstechnologie hergestellten Anlagen der LPG Neukirchen wiesen noch folgende Mängel auf:

- Auf den Wannendeckeln verbleiben Spritzwasserreste, die beim Öffnen der Deckel in die Wanne fließen können. Das Gefälle der Ablaufrinne für Spritzwasser auf der Brücke ist nicht ausreichend.
- Die Auflage des Wannendeckels auf dem Wannenkragen gewährleistet keine weitgehende Staubdichtheit.
- Die Einfülldeckel schließen unbefriedigend.

- Die Kante am oberen Armaturenausschnitt ist ungenügend ausgebildet und hat kein ausreichendes Gefälle zu den Seiten zum Ableiten von Spritzwasser.
- Die Deckelinnenfläche ist makrowellig.

Die Entwicklung der bakteriologischen und chemisch-physikalischen Qualitätskennwerte der Rohmilch im Zuge der Kühl- und Kühlhalteperioden ist in Tabelle 5 dargestellt [1].

Tabelle 5

Entwicklung der Qualitätskennwerte der Rohmilch (Mittelwerte)

Stadium der Milchbehandlung	Keimgehalt Keime/ml	Anteil des freien Fettes am Gesamtfett %	freie Fettsäuren mval/100 g Fett	Lipase ml /20 N NaOH 5 min
Ende Füllung				
KP 1	52500	13,98	3,15	3,22
Ende KHP 1	55000	16,32	3,08	3,07
Ende Füllung				
KP 2	58900	19,03	3,34	2,96
Ende KHP 2	64600	18,55	3,43	2,96

Anmerkung: KP - Kühlperiode
KHP - Kühlhalteperiode

Die tägliche manuelle Reinigung und Desinfektion des Milchbehälters dauert etwa 20 ... 30 AKmin. Bei Anwendung einer 0,5 %igen temperierten Gebrauchslösung mit Trosilin flüsig kombi wurde folgender Reinigungs- und Desinfektionseffekt erreicht (Tabelle 6).

Tabelle 6

Keimbesatz der milchführenden Teile vor und nach Durchführung der Reinigung und Desinfektion [1_7]

Probenahmestelle	mittl. Keimbesatz vor R.u.D.	Keime/cm ² nach R.u.D.	mittl. Keimreduz. %
Seitenfläche	263	1	99,6
Bodenfläche	513	0	100,0
Stirnfläche	316	1	99,7
Stirneckfläche	437	1	99,8
Rührwerksblatt	3240	0	100,0
Auslauf	1230	5	99,6

3. Auswertung

Die Milchkühlanlage MKA 2000 L-2 ist zur Kühlung, Kühlhaltung und Lagerung von Rohmilch in landwirtschaftlichen Produktionsbetrieben und Milchsammelstellen einsetzbar.

Wie aus der in Tabelle 7 aufgeführten Gegenüberstellung der wichtigsten Funktionskennwerte mit den Agrotechnischen Forderungen und Ergebnissen der bisher gefertigten Kühlwanne MK 20 zu ersehen ist, werden die Kennwerte der ATF voll erfüllt und die Vergleichsdaten der MK 20 z. T. erheblich unterboten.

Tabelle 7

Gegenüberstellung wichtiger Funktionskennwerte

Kennwert	ATF	MK 20	MKA 2000 L-2
<u>1. Kühlzeit [min]</u>			
1000 l mit 32 °C bei sofortiger Einfüllung auf 4 °C abkühlen bei Raumtemperatur von 32 °C	180	340	175

Fortsetzung Tabelle 7

2. Wärmeschutz

Temperaturanstieg ΔT in °C des abgekühlten Gutes ΔT in °C innerhalb von 12 h bei 32 °C Raumtemperatur ≤ 3 0,2 1,5...2,8

3. Rührwirkung

max. Temperaturunterschied ΔT in °C im Kühlgut ± 1 1 0,4

4. spezif. Energieverbrauch ΔE in kWh/t

für Kühlung und Lagerung über eine Zeitspanne von 24 h 18 26 15,2

Hervorzuheben ist die Verkürzung der Kühlzeit bei gleichzeitiger Senkung des spezifischen Energieverbrauches durch die Anlage MKA 2000 L-2.

Die guten kältetechnischen Ergebnisse, wie sie unter Laborbedingungen mit Wasser als Testflüssigkeit ermittelt wurden, konnten durch die Untersuchungen unter Praxisbedingungen bestätigt werden. Der im Bild 1 dargestellte Temperaturverlauf des Kühlgutes entspricht von der Versuchsanlage her den Bedingungen, unter denen die Anlage überwiegend in der Praxis zum Einsatz gelangen wird. Er zeigt, daß sich die Milch beim Einfüllen des 2. Gemelkes auf etwa 11 °C erwärmt, was als unbedenklich zu betrachten ist.

Die Isolierung des Lagerbehälters ist ausreichend. Die in Tabelle 1 angegebenen Werte für den Temperaturanstieg wurden bei abgeschaltetem Kälteaggregat und unterschiedlichen Behälterfüllungen ermittelt. Im praktischen Betrieb wird infolge der automatischen Steuerung der Anlage die Wiedererwärmung der Milch während der Lagerung ohnehin ausgeschlossen. Die geringen Temperaturunterschiede im Kühlgut weisen auf eine gute Rührwirkung des Rührwerkes hin.

Günstig ist auch der automatische Nachlauf des Rührwerkes nach Abschalten des Kälteaggregates zu werten, wodurch ein Temperaturgefälle vermindert wird.

Die Milchkühlanlagen sind im Prüfzeitraum ohne Ausfälle gelaufen. Vereinzelt aufgetretene Betriebsstörungen konnten kurzfristig abgestellt werden.

Die Anlage ist bei der automatischen Steuerung des Kühl-, Lagerprozesses der Rohmilch einfach zu bedienen und erfordert tägliche Wartungsarbeiten nur für die manuelle Reinigung und Desinfektion. Der Aufwand hierfür liegt mit ca. 30 AKmin/Tag im Rahmen der ATF. Der festgestellte Reinigungs- und Desinfektionseffekt ist im Mittel als sehr gut zu bewerten (mittl. Keimreduzierung 99,6 - 100 %).

Im Verlauf der Kühl- und Kühlhalteperiode tritt nur eine geringfügige Keimvermehrung in der Rohmilch auf (mittl. Keimvermehrungsfaktor $< 1,2$). Auch die untersuchten chemisch-physikalischen Qualitätsparameter der Rohmilch erfahren durch die Behandlung mit der Anlage prinzipiell keine negative Beeinflussung. Die Anlage ist zur Erhaltung der Qualitätskennwerte von Rohmilch einsetzbar. Das Material für die milchberührten Teile und deren Oberflächenqualität entsprechen den Anforderungen. Die aufgeführten Mängel an der Wannendeckung sind in der Serienproduktion abzustellen.

Zusammenfassend wird die Milchkühlanlage MKA 2000 L-2 als leistungsfähige Anlage eingeschätzt, die in Aufbau und Arbeitsweise dem allgemeinen technischen Stand entspricht. In den wichtigsten Funktionskennwerten (Kühlzeit, spezifischer Energieverbrauch) erreicht die Anlage wesentlich günstigere Ergebnisse als das bisher gefertigte Vergleichserzeugnis MK 20. Als Vorteil gegenüber der MK 20 sind ferner die Verringerung der Gesamtmasse um ca. 175 kg, der Fortfall der Kühlsole, die Einsparung von Cu-Rohr und die zentrale Anordnung der Steuer- und Regelgeräte an der Wanne zu werten.

Die Milchkühlanlage MKA 2000 L-2 sollte vorwiegend zur Rationalisierung der Milchkühlung, -lagerung und -sammlung in der Landwirtschaft eingesetzt werden.

4. Beurteilung

Die Milchkühlanlage MKA 2000 L-2 des VEB Kombinat Impulsa, Betrieb Kyffhäuserhütte Artern, ist zur Kühlung und Kühlhaltung von Rohmilch in landwirtschaftlichen Produktionsbetrieben und Milchsammelstellen einsetzbar.

Die Anlage gewährleistet eine rasche Abkühlung der Rohmilch bei geringem Energieverbrauch. Die geforderten Funktionskennwerte werden von der Anlage erreicht.

Der Kühl- und Kühlhalteprozeß der Rohmilch wird automatisch gesteuert.

Die Milchkühlanlage MKA 2000 L-2 des VEB Kombinat Impulsa, Betrieb Kyffhäuserhütte Artern, ist für den Einsatz in der Landwirtschaft der DDR " gut geeignet ".

┌⁻¹7 Cersovsky, H.: Einsatz einer Milchkühlwanne MK 20/D 2
Sonntag, S. Oranienburg, Juni 1974 (Zwischenbericht unveröffentlicht)

Potsdam-Bornim, den 15.12.1975

Zentrale Prüfstelle für Landtechnik

gez.: J. Kremp

gez.: D. Ripcke

Dieser Bericht wurde bestätigt:

Berlin, den 01.04.1976

gez.: Simon

Ministerium für Land-, Forst-
und Nahrungsgüterwirtschaft

