

## Einsatzmöglichkeiten und Leistungen der Impulsa-Milchkühlanlagen

Keiminfektionen lassen sich bei der Milchgewinnung nicht völlig vermeiden, Bakterien und andere Keime sind in der Rohmilch stets vorhanden. Weist Rohmilch eine Temperatur von über 15 °C auf, findet rasch eine Erhöhung ihres Keimgehalts statt. Die Stoffwechsellätigkeit der Mikroorganismen verursacht dann eine fortschreitende Umwandlung ihrer chemischen Struktur und physikalischen Beschaffenheit, in deren Endstadium die Milch verdorbt. Aus diesem Grunde ist eine wirksame Kühlung der Milch sofort oder kurzfristig nach dem Melken zur Vermeidung volkswirtschaftlicher Nachteile notwendig.

Für die qualitätserhaltende Behandlung der Rohmilch sind auf Grund der unterschiedlichen Konzentration der Milchviehhaltung, der variierenden Formen des Milchanfalls und der Technisierung der Milchgewinnung verschiedene Verfahren der Milchkühlung notwendig.

### Grundtechnologien der Milchkühlung

Das Schema der drei wichtigsten Grundtechnologien für die Behandlung und Lagerung der Milch in sozialistischen landwirtschaftlichen Großbetrieben ist aus Bild 1 zu erselen.

#### Die Grundtechnologie I

sieht die Milchbehandlung unter Verwendung von Durchflußkühlanlagen mittlerer Leistung (500 l/h) vor. Hierbei wird die im Melkstand oder mit Hilfe einer Rohrmelkanlage im Stall ermolkene Milch durch eine zentrale Milchleitung *a* in den Milchlagerraum gefördert. Noch im Vakuumsystem wird die Milch über einen Filter *b* geleitet und im Wärmeaustauscher *c* gekühlt. Über den Drucklöser *d* verläßt die Milch das Vakuumsystem und fließt in einen isolierten Milchlagerbehälter *e*. Mit Hilfe eines Meßstabes *f* kann man die Milchmenge volumennäßig für innerbetriebliche Zwecke ermitteln. Aus dem Lagerbehälter gelangt die Milch in ein Spezialmilchtankfahrzeug *g*, das Milchpumpe, automatische Probenehmer und Durchflußvolumenzähler besitzt. Diese Grundtechnologie ist für die Behandlung und Lagerung von mit stationären Rohrmelk- und Melkstandanlagen ermolkener Milch, die ganzjährig genutzt werden, zu empfehlen.

#### Die Grundtechnologie II

beruht auf der Milchbehandlung und -lagerung unter Verwendung von Lagerkühleinrichtungen (Milchkühlwannen).

Die von Hand, mit Hilfe von Kannen- oder Rohrmelkanlagen bzw. im Melkstand und teilweise in anderen Stallabteilungen ermolkene Milch wird in einem Milchlagerraum behandelt. Nach der Mengenermittlung mit Waage *h* oder Meßeimer fließt die Milch in den Vorlaufbehälter *i* und wird mit der Milchpumpe *k* durch einen Filter in die Milchkühlwanne *l* gefördert und dort gekühlt. Die Milch kann aber auch direkt aus der zentralen Milchleitung durch einen Drucklöser *d* oder aus Milchkannen durch einen Filter in die Milchkühlwanne gelangen. Ein Rührwerk *m* sorgt für die gleichmäßige Abkühlung der Milch. Durch thermostatische Steuerung der Kühlanlage wird das Erwärmen der Milch während der Lagerzeit über die eingestellte Temperatur verhindert.

Der technologische Vorteil der Lagerkühleinrichtungen liegt in der Möglichkeit der Annahme stoßweise zur Behandlung bzw. Kühlung anfallender Milch. Dabei darf jedoch die Höhe der plötzlich anzunehmenden Milchmenge das Leistungsvermögen der Lagerkühleinrichtung (Milchkühlwanne) nicht übersteigen.

\*Die Kühlung kontinuierlich und diskontinuierlich anfallender Milch ist in Milchkühlwannen möglich. Milchkühlwannen

sind an die verschiedenen Formen der Milchgewinnung anpassungsfähig, und deshalb ist ihr Anwendungsbereich sehr groß.

#### Die Grundtechnologie III

sieht die Milchbehandlung und -lagerung unter Verwendung von Durchflußkühlanlagen mit hoher Leistung vor. Diese Grundtechnologie ist bei einem Milchanfall über 1000 l/h und mehr anzuwenden.

Die Milchmenge wird mit einer Waage *h* oder im geeichten Vorlaufbehälter mit Meßstab gemessen. Die Milch fließt von der Waage in den Vorlaufbehälter *i* und gelangt mit Hilfe einer Milchpumpe *k* über den Plattenkühler *n* in den Milchlagertank *o*.

Der Einsatzbereich dieser Technologie liegt sowohl in großen Milchviehkombinaten mit einem Milchanfall von 6000 l/h und mehr als auch in Milchsammelstellen, in denen in einem relativ kurzen Zeitraum größere Mengen Milch aus verschiedenen Stallabteilungen angenommen, gekühlt und gelagert werden müssen.

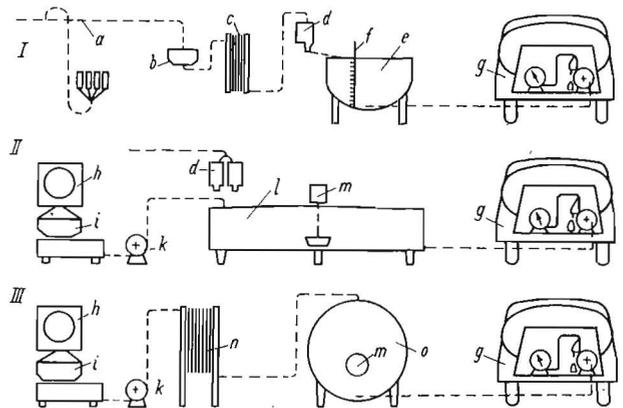
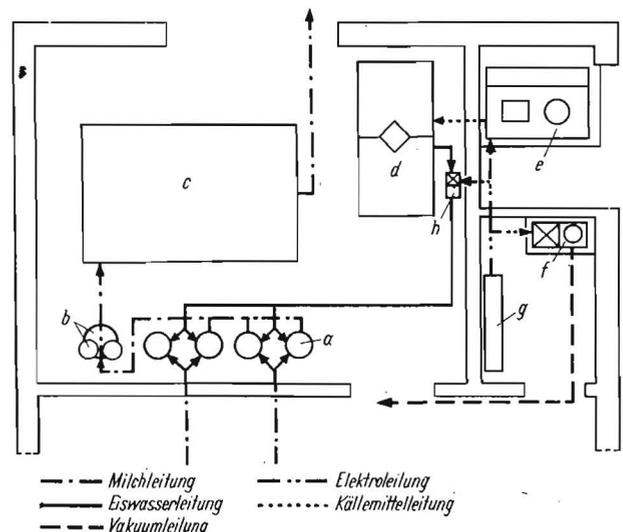


Bild 1. Grundtechnologien für die Milchbehandlung (Erläuterung im Text)

Bild 2. Schema: Technologie der Milchbehandlung unter Verwendung von Durchflußkühlanlagen und isolierten Lagerbehältern; *a* Vakuum-Durchflußkühler, *b* Drucklöser, Spülflüssigkeitsbehälter, *c* isolierter Milchlagerbehälter, *d* Kältespeicherbehälter, *e* Kältemaschine, *f* Vakuum-Erzeugungsanlage, *g* Elektroverteilerschrank, *h* Kühlwasserpumpe



--- Milchleitung  
 --- Eiswasserleitung  
 --- Vakuumleitung  
 --- Elektroleitung  
 --- Kältemittelleitung

\* Institut für Milchforschung Oranienburg

Tafel 1. Kenndaten der Milchkühlanlagen MKA 300 L und MKA 500 L

Bauteil bzw. Parameter		MKA 300 L	MKA 500 L
Typ des Kälteverdichtersatzes		AML 300	NSEB 2085
Nennleistung des Kälteverdichtersatzes	[kcal]	3000	5400
Stellfläche des Kälteverdichtersatzes	[m <sup>2</sup> ]	2,3	2,7
Anschlußwert des Kälteverdichtersatzes	[kW]	2,5	5,0
Masse des Kälteverdichtersatzes	[kg]	≈ 300	≈ 400
Typ des Kältespeicherbehälters		KSB 630	KSB 1000
Speicherkapazität des Kältespeicherbehälters	[kcal]	11000	20000
Stellfläche des Kältespeicherbehälters	[m <sup>2</sup> ]	3,4	4,3
Inhalt des Kältespeicherbehälters	[l]	650	1000
Typ des Wärmeaustauschers		PA 400/901	PA 400/901
max. Leistung des Wärmeaustauschers bei kontinuierlichem Milchanfall unter durchschnittlichen Einsatzbedingungen zu veranschlagende Leistung des Wärmeaustauschers	[kcal]	≈ 12000 bzw. ≈ 8400 bzw. 350 l von 32 auf 8 °C	
Flächenbedarf des Wärmeaustauschers	[m <sup>2</sup> ]	1,06	
Masse des Wärmeaustauschers	[kg]	55	
Typ der Kühlwasserumlaufpumpe		z. M3/h	
Förderleistung der Kühlwasserumlaufpumpe	[m <sup>3</sup> /h]	6	
Anschlußwert der Kühlwasserumlaufpumpe	[kW]	1,0	

Tafel 2. Kenndaten der Milchkühlwannen

Bauteil bzw. Parameter	Einheit	Kühlwanne für		
		1000 l	2000 l	2500 l
Nenn-Gesamtkälteleistung	[kcal/h]	3700	5510	6000
Stellfläche	[m <sup>2</sup> ]	9,5	13,5	15,6
max. Länge	[mm]	1850	2830	3530
max. Breite	[mm]	1530	1830	1830
Einschüthöhe	[mm]	900	900	900
Masse der Milchkühlwanne ohne Solefüllung	[kg]	≈ 360	550	900
Art der Sole			Anticora 38 2° Be	
Nennleistung des Rührwerkmotors	[kW]	0,4	0,4	0,4
Kälteverdichtersatz		AML 300	L 902/500 TA	L 902/500 TA
Nennleistung d. Kälteverdichtersatzes (-15 °C VT, +25 °C UT)	[kcal/h]	3500	4700	4700
Nennleistung des Antriebsmotors der Kältemaschine (220/380 V)	[kW]	3	5	5
Nennleistung des Lüftermotors (220/380 V)	[kW]	—	0,4	0,4
Stellfläche des Kälteverdichtersatzes	[m <sup>2</sup> ]	2,3	2,7	2,7
Masse des Kälteverdichtersatzes	[kg]	210	418	418

Tafel 3. Die Entwicklung des Keimgehaltes der Milch in den Kühlwannen für 1000 und 2000 l während einer 2tägigen Lagerung

Zeitpunkt der Milchlagerung	durchschnittlicher Gesamtkeimgehalt der Milch in 1000 Keime/ml in der Kühlwanne für		durchschnittliche Milchttemperatur in °C in der Kühlwanne für	
	1000 l	2000 l	1000 l	2000 l
zu Beginn der Milchlagerung	58	53	30	33
nach ≈ 6stündiger Lagerung	73	56	2	2
nach ≈ 12stündiger Lagerung	78	47	2	2
nach ≈ 18stündiger Lagerung	65	16	3	4
nach ≈ 24stündiger Lagerung	72	21	3	2
nach ≈ 44stündiger Lagerung	49	31	4	4

Tafel 4. Ökonomische Kennwerte der Milchkühlung in MDN

Parameter	Kühlwanne für			Durchflußkühlanlage MKA 500 L
	1000 l	2000 l	2500 l	
Stromkosten für das Kühlen von 1 t Milch von 30 auf 4 °C	1,87	1,49	1,90	—
Stromkosten für das Kühlen von 1 t Milch von 34 auf 8 °C	—	—	—	2,33
Stromkosten für eine effektive Kälteleistung von 1000 kcal	0,08	0,06	0,08	0,10
Gesamtkosten für das Kühlen von 1 t Milch von 30 auf 4 °C	12,53	7,68	7,23	—
Gesamtkosten für das Kühlen von 1 t Milch von 34 auf 8 °C	—	—	—	8,62
Gesamtkosten für eine effektive Kälteleistung von 1000 kcal	0,51	0,31	0,30	0,35

Für die Erhaltung der Rohmilchqualität bilden geeignete und leistungsfähige Kühlanlagen den ausschlaggebenden Teil der Technologie der Milchbehandlung.

### Das gegenwärtige Angebot an Kühlanlagen

für die landwirtschaftliche Milchwirtschaft in der DDR umfaßt sowohl Durchflußkühlanlagen als auch Lagerkühlrichtungen.

### Durchflußkühlanlagen

Die Serienfertigung von Durchflußkühlanlagen mittlerer Leistung für die Milchkühlung im Erzeugerbereich erstreckt sich z. Z. auf die Typen MKA 300 L und MKA 500 L. Das Schema der Technologie dieser Anlagen ist in Bild 2 dargestellt. Wichtige Kenndaten der Durchflußkühlanlagen MKA 300 L und MKA 500 L sind in Tafel 1 angegeben.

Bild 3 zeigt einen in die zentrale Milchleitung einer Rohrmelkanlage eingegliederten Plattenkühler Typ 400/901.

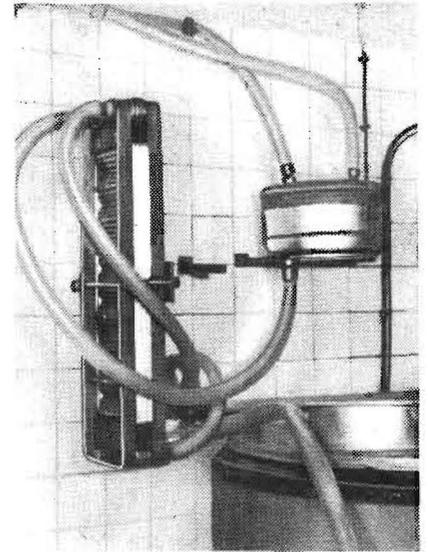
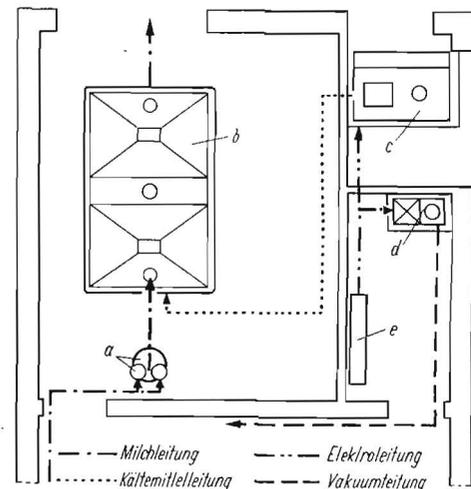


Bild 3. Plattenkühler PA 400/901 mit Filter

Bild 6. Schema: Technologie der Milchbehandlung unter Verwendung von Lagerkühlrichtungen; a Drucklöser, Spüllüssigkeitsbehälter, b Milchkühlwanne, c Kältemaschine, d Vakuum-Erzeugungsanlage, e Elektroverteilerschrank



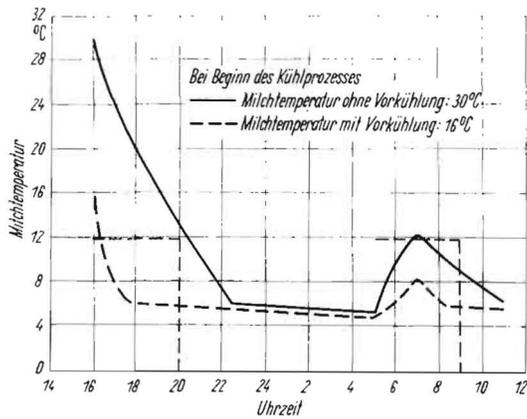
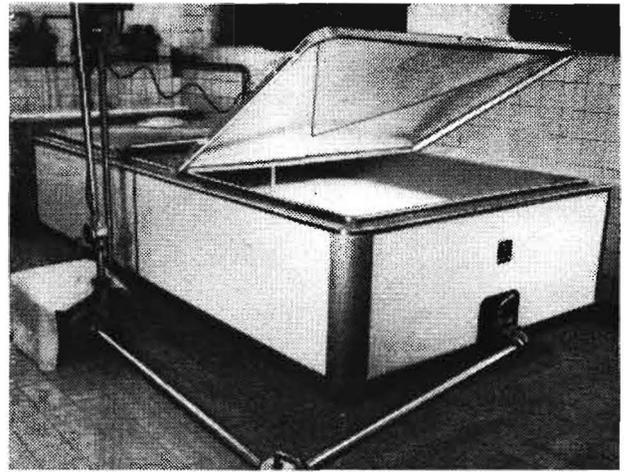


Bild 4. Verlauf der Abkühlung der Milch in der Milchkühlwanne für 2000 l (Beschickung je Melkzeit 1000 l = 500 l/h)

Bild 5. Milchkühlwanne



Ein neu entwickelter, in seinen äußeren Abmessungen kleinerer Plattenkühler mit einer maximalen Austauschleistung von 500 l/h befindet sich in Erprobung.

Der Plattenwärmeaustauscher PA 400/901 kann zur Vorkühlung der Milch in Weidezentralen, die nicht mit kompletten Kühlanlagen ausgerüstet sind, und in mit Kühlwannen ausgerüsteten Milchlagerräumen oder Sammelstellen eingesetzt werden.

Die Vorkühlung verursacht vor allen Dingen bei Eigenwasserversorgung geringe Kosten. Die Auswirkungen der Vorkühlung der Milch in einem mit Wasser beschickten Plattenkühler auf die Dauer der Kühlzeit in einer Kühlwanne für 2000 l Milch sind aus Bild 4 ersichtlich.

Zur Reinigung und Desinfektion werden die mit Milch in Berührung kommenden Teile des Plattenkühlers in das System der Umlaufspülung der zentralen Milchleitung einbezogen. Die bei vorschriftsmäßig durchgeführter Reinigung und Desinfektion erzielte Keimreduzierung ist als gut zu bezeichnen.

#### Lagerkühlleinrichtungen

In der DDR werden gegenwärtig Kühlwannen für 1000, 2000 und 2500 l Milch produziert (Bild 5).

Sie unterscheiden sich in erster Linie durch ihre Maße und Leistungen von Bauteilen und Baugruppen. Die Milchkühlwannen bestehen aus zwei Hauptbaueinheiten und zwar — dem Milchkühl- und -sammelbehälter mit Verdampfer, Rührwerk, Steuer- und Regeleinrichtungen und — dem Kälteverdichtersatz.

Der Milchkühl- und -sammelbehälter befindet sich in einem größeren, mit Sole gefüllten Behälter, den man als Solewanne bezeichnet. Zwischen dem Boden des Milchbehälters und der Solewanne ist ein Rohrschlangenverdampfer montiert.

Bild 6 zeigt das Schema der Milchbehandlung unter Verwendung von Milchkühlwannen. Über wichtige technische Daten der Kühlwannen informiert Tafel 2.

Der technologische Vorteil des Einsatzes der Kühlwanne liegt vor allem in der Möglichkeit, stoßweise anfallende größere Milchmengen kurzfristig zu übernehmen. Besonders günstig ist die Kombinationsmöglichkeit zwischen kontinuierlichem und diskontinuierlichem Milchfall.

Durch den Einsatz der Kühlwannen wird die Keimentwicklung in der Rohmilch wirksam gehemmt. Die Stapelung der Milch von max. 4 Melkzeiten ist bei entsprechender Ausgangsqualität der Gemelke möglich. Bei den Einsatzprüfungen der Kühlwanne für 1000 und 2000 l war selbst bei Lagerzeiten von 2 Tagen keine Keimerhöhung nachzuweisen. Tafel 3 informiert über die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen der in den Kühlwannen für 1000 und 2000 l gekühlten und gelagerten Milch.

Die sachgemäße Reinigung und Desinfektion der Milchkühlwannen ist denkbar einfach. Sie erfolgt manuell und führt zu guten Ergebnissen.

#### Durchflußkühlleinrichtungen mit hoher Leistung

Zur Kühlung großer Milchmengen je Zeiteinheit (1000 bis 6000 l/h) stehen als Wärmeaustauscher die bewährten Plattenkühler mit einer Austauschleistung von über 100 000 kcal/h und Kältemaschinen des Leistungsbereichs von 10 000 bis 30 000 kcal zur Verfügung. Das zur Kühlung benötigte Eiswasser wird in einer Eisspeicheranlage entsprechender Kapazität erzeugt. Zur Lagerung der gekühlten Milch sind isolierte Lagerbehälter mit einem Nenninhalt von 4000 und 6300 l geeignet.

#### Kosten für die Milchkühlung

Die Kosten für die Kühlung der Milch mit den beschriebenen Anlagen werden in erster Linie von den Amortisations- und Instandsetzungskosten je kg gekühlter Milch bestimmt.

Bei genügender Auslastung ihrer Kapazität sind die Kosten für die Milchkühlung mit den Kühlwannen für 2000 und 2500 l sowie mit der Kühlanlage MKA 500 L gering, die Kosten für die Milchkühlung mit der Kühlwanne für 1000 l und der Kühlanlage MKA 300 L vertretbar.

Über die bei 80prozentiger Auslastung ihrer Kapazität zu veranschlagenden Kosten für die Milchkühlung mit den Kühlwannen für 1000, 2000 und 2500 l sowie mit der Durchflußkühlanlage MKA 500 L gibt Tafel 4 Auskunft.

#### Zusammenfassung

Die Kühlung der Milch ist zur Erhaltung ihrer bakteriologischen Qualität notwendig. Es werden die 3 wichtigsten Technologien der Milchbehandlung beschrieben.

Die Durchflußkühlanlagen MKA 300 L und MKA 500 L sind zur Kühlung kontinuierlich anfallender Milch geeignet. Der Plattenkühler PA 400/901 dieser Anlagen hat eine hohe Wärmeaustauschleistung und kann vorteilhaft zur Vorkühlung der Milch eingesetzt werden.

Die Kosten für das Kühlen 1 t Milch von 34 auf 8 °C betragen 8,62 MDN bzw. 1,6 % des durchschnittlichen Milchpreises. Die Milchkühlwannen sind zur Kühlung kontinuierlich und diskontinuierlich anfallender Milch geeignet. Durch den Einsatz von Kühlwannen wird die Keimentwicklung in Rohmilch weitgehend gehemmt.

Zur Vorkühlung der in Kühlwannen für 2000 und 2500 l zu kühlenden Milch hat sich der Einsatz eines Plattenkühlers als zweckmäßig erwiesen.