Blätter für Landtechnik

Oktober 1975 97

Separatdruck aus FAT-Mitteilungen Nr. 13/75
in der «Schweizer Landtechnik» Nr. 13/75
herausgegeben von der Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik CH 8355 Tänikon

Die Kosten der Milchkühlung

D. Nosal

1. Einleitung

Sowohl die Arbeitseinsparung als auch betriebstechnische Gründe veranlassen die Milchverarbeiter, die Milch bei den Produzenten statt zweimal nur einmal täglich, beziehungsweise einmal pro zwei Tage abzuholen. Die Qualität der Milch muss aber beibehalten werden, was der heutige technische Stand der meisten Kühleinrichtungen ermöglicht. Bei Umstellungsplanungen der Milchablieferung sind die Probleme eher wirtschaftlicher als technischer Natur. Die Maschinenanschaffung soll sowohl für den Milchverarbeiter als auch für den Milchproduzenten wirtschaftlich möglichst günstig sein. Es stellen sich bei der Planung folgende Fragen:

- Wie hoch werden a) die Kühlkosten?
  b) die Arbeitskosten?
- Welches Kühlverfahren soll verwendet werden?
- Soll die Milch täglich oder alle zwei Tage abgeholt werden?

Um diese Fragen beantworten zu können und damit die Einsatzmöglichkeiten zu erwägen, müssen die verschiedenen Kostenelemente (Anschaffungs-, Kühl-, Arbeits-, Strom-, Wasser-, Reinigungsmittel- und Gebäudekosten) des bisherigen und des neuen Kühlverfahrens bekannt sein.

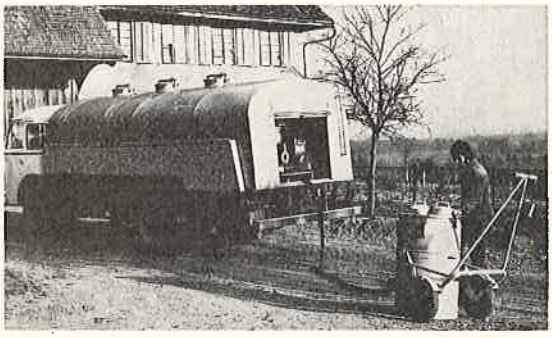

Abb. 1: Die Milch wird nur einmal pro Tag bzw. pro zwei Tage abgeholt. Um das Abholen zu erleichtern, kann der Milchproduzent den Hofbehälter auf ein Fahrgestell bringen und bis zur Strasse fahren.

2. Kühlung mit natürlicher Kälte

Bei täglich zweimaliger Milchablieferung wird die Milch vorwiegend mit natürlicher Kälte vorgekühlt. Als Kältemittel wird Brunnenwasser verwendet.

2.1 Arbeitsbedarf und Arbeitskosten

Die Milch wird zweimal täglich in Kannen zur Sammelstelle abgeliefert. Dabei ergeben sich folgende Arbeiten:

- Kühlung vorbereiten
- Rühren, Filter umsetzen
- Kannen zum Transport bereitstellen
- Fahrzeug bereitstellen
- Kannen aufladen
- Zur Sammelstelle fahren
- Kannen in Sammelstelle abladen und leere Kannen aufladen
- Retourfahren und Kannen abladen
- Fahrzeug versorgen
- Kannen reinigen und versorgen.

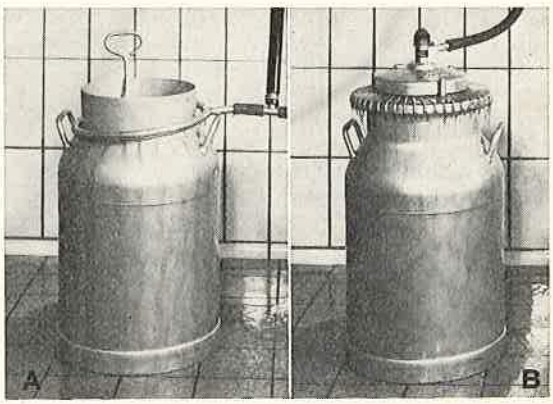

Abb. 2: Die Milchkühlung mit natürlicher Kälte. A Kannenring, B Kannenkühler.

Der Arbeitsbedarf und die Arbeitskosten der zwei meistverbreiteten Verfahren, das Kühlen mit dem Kannenring (Abb. 2A) und mit dem Kannenkühler (Abb. 2B), sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Tabelle 1 enthält die erwähnten Arbeiten ohne den Arbeitsbedarf der Fahrt zur Sammelstelle und zurück, da dieser unabhängig von der Kuhzahl und der Milchmenge ist.

Tabelle 1: Arbeitsbedarf und -kosten bei Kannenkühlung

	Kühlung mit Kannenring (1–7 Kannen)							Kühlung mit Kannenkühler (1–7 Kannen)						
Einheit	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
AK min/Tag	16	24	32	40	48	56	64	17	25	34	42	51	59	67
AKh / Jahr	100	148	197	245	293	342	391	105	153	206	254	307	355	409
Fr. / Jahr	1000	1480	1970	2450	2930	3420	3910	1050	1530	2060	2540	3070	3550	4090
Fr./100 l Milch	3,42	2,53	2,25	2,10	2,01	1,95	1,91	3,59	2,62	2,35	2,17	2,10	2,03	2,00

Ansätze: Stundenlohn Fr. 10.–; Kanneninhalt 40 l

2.2 Kühlkosten

Bei der Kühlung mit natürlicher Kälte setzen sich die Kühlkosten aus den Wasser- und den Reinigungsmittelkosten zusammen. Die Kosten der Kühleinrichtung sind unbedeutend. Der Wasserverbrauch hängt von der Wassermenge zum Kühlen eines Liters Milch ab und ist für die Milchkühlung mit dem Kannenring und dem Kannenkühler der Tabelle 2 zu entnehmen. Die Angaben über die Wassermenge zum Kühlen eines Liters Milch wurden dem Prüfbericht der Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft Liebefeld entnommen. Tabelle 3 enthält den jährlichen Wasser- und Reinigungsmittelverbrauch für die Reinigung der Milchkannen.

Tabelle 2: Wasserverbrauch und -kosten für die Milchkühlung mit natürlicher Kälte

1) Mit Kannenkühler

40 l-Kannen pro Gemelk	Bei 3,3 l Kühlwasser pro l Milch				Bei 6,0 l Kühlwasser pro l Milch			
	l Wasser pro Tag	m³ pro Jahr	Beim Tarif von -.60 Fr./m³		l Wasser pro Tag	m³ pro Jahr	Beim Tarif von -.60 Fr./m³	
			Fr./Jahr	Fr./100 l Milch			Fr./Jahr	Fr./100 l Milch
1	264	96	58		480	175	106	
2	528	193	116		960	350	210	
3	792	289	174		1440	525	315	
4	1056	386	232	0,20	1920	700	420	0,36
5	1320	482	290		2400	875	526	
6	1584	578	348		2880	1050	631	
7	1848	675	406		3360	1225	736	

2) Mit Kannenring

40 l-Kannen pro Gemelk	Bei 8,0 l Kühlwasser pro l Milch				Bei 15,0 l Kühlwasser pro l Milch			
	l Wasser pro Tag	m³ pro Jahr	Beim Tarif von -.60 Fr./m³		l Wasser pro Tag	m³ pro Jahr	Beim Tarif von -.60 Fr./m³	
			Fr./Jahr	Fr./100 l Mich			Fr./Jahr	Fr./100 l Mich
1	640	234	140		1200	438	263	
2	1280	467	280		2400	876	526	
3	1920	701	420		3600	1314	788	
4	2560	934	560	0,48	4800	1752	1051	0,90
5	3200	1168	700		6000	2190	1314	
6	3840	1402	840		7200	2628	1577	
7	4480	1635	980		8400	3066	1840	

Tabelle 3: Wasser- und Reinigungsmittelverbrauch pro Jahr, für die Reinigung der Milchkannen

Anzahl Kannen	Wasserverbrauch (m³)	Reinigungsmittelverbrauch (kg)
1	11	36
2	16	45
3	21	54
4	26	63
5	31	72
6	36	81
7	41	90

3. Kühlung mit künstlicher Kälte

Wird die Milch nur einmal täglich oder alle zwei Tage abgeliefert, so muss sie innerhalb von drei Stunden auf die Temperatur von 3 bis 7° gekühlt werden. Diese Temperatur kann nur durch die Kühlung mit künstlicher Kälte erreicht werden. Die dafür notwendige Kälte liefert die Kältemaschine.

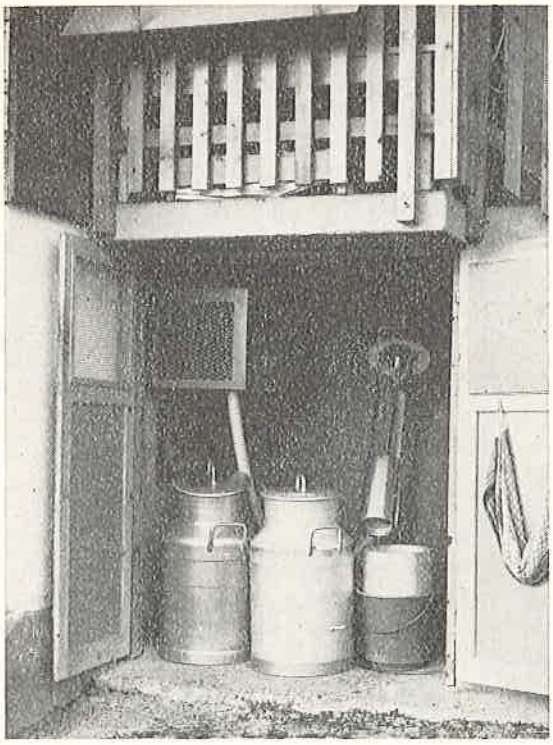

Abb. 3: Milchkühlung in der Kanne mit dem Tauchkühler.

3.1 Arbeitsbedarf- und Arbeitskosten

3.1.1 Kühlverfahren: Kannen mit Tauchkühler (Abb. 3)

Der Arbeitsbedarf setzt sich aus folgenden Arbeiten zusammen:

- Kühlung vorbereiten
- Tauchkühler umsetzen
- Milchfilter umsetzen
- Kannen zur Milchabfuhr vorbereiten
- Kannen und Tauchkühler reinigen
- Kannen und Tauchkühler versorgen

Der Arbeitsbedarf beträgt bei täglicher einmaliger Ablieferung von

einer	Kanne:	8,2 AK min / Tag
zwei	Kannen:	10,6 AK min / Tag
drei	Kannen:	14,7 AK min / Tag
vier	Kannen:	17,1 AK min / Tag
fünf	Kannen:	21,2 AK min / Tag
sechs	Kannen:	23,6 AK min / Tag
sieben	Kannen:	27,7 AK min / Tag

3.1.2 Kühlverfahren: Hofbehälter mit Tauchkühler

Der Arbeitsbedarf setzt sich wie folgt zusammen:

- Kühlung vorbereiten
- Zur Abfuhr vorbereiten
- Hofbehälter und Tauchkühler reinigen
- Hofbehälter und Tauchkühler versorgen

Die Untersuchungen in der Praxis ergaben, dass der Leistungsgrad der betreffenden Personen den grösseren Einfluss auf den gesamten Zeitbedarf hat als das Fassungsvermögen des Hofbehälters. Der Arbeitsaufwand pro Lieferung beträgt rund 8 min.

3.1.3 Kühlverfahren: Kühlwanne und Kühltank (Abb. 4)

Hier besteht der Arbeitsaufwand praktisch nur aus der Reinigung der Kühlwanne bzw. des Kühltankes. Zudem besteht noch die Möglichkeit, den Reinigungsautomaten einzusetzen. Wie schon bei den Hofbehältern, so gilt auch bei den Kühlwannen, dass der Leistungsgrad der betreffenden Person den grösseren Einfluss auf den Zeitbedarf hat als die Inhaltsgrösse.

Bei den Kühlwannen beträgt die Arbeitszeit pro Milchablieferung durchschnittlich 5 min. 45 sec. In

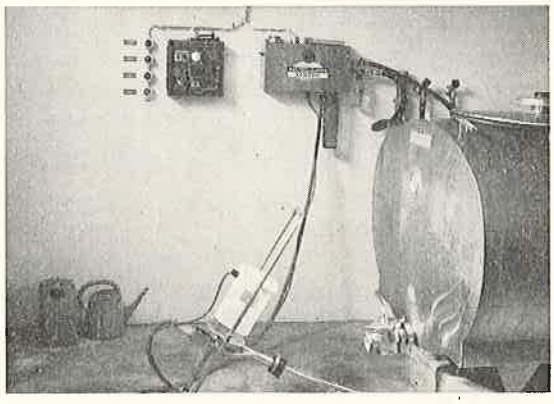

Abb. 4: Die Milchkühlung im Kühltank. Für die Reinigung des Kühltanks kann der Reinigungsautomat eingesetzt werden.

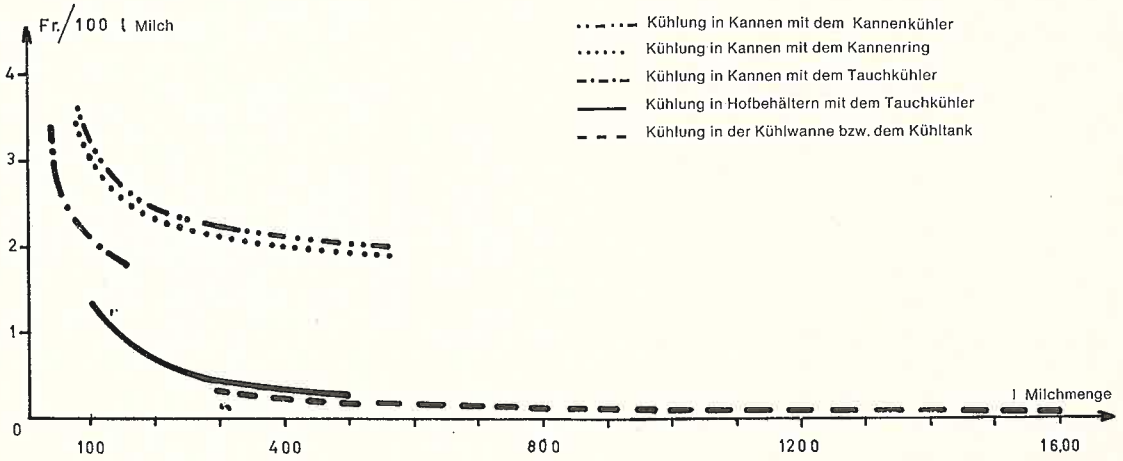

Abb. 5: Arbeitskosten pro 100 l Milch bei Kühlungvon zwei Gemelken.

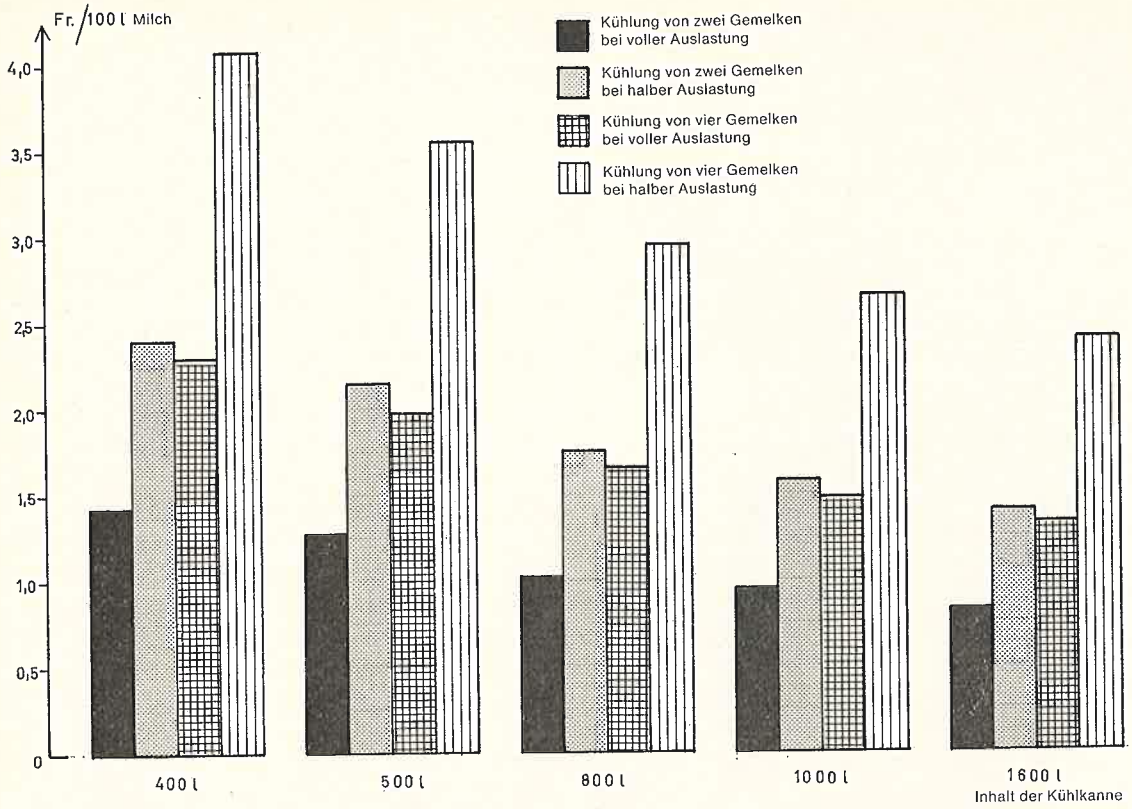

Abb. 6: Kühlkosten der Kühlwanne pro 100 l Milch. Kühlung von zwei und vier Gemelken bei voller und halber Auslastung.

Abb. 5 sind die Arbeitskosten der verschiedenen Verfahren pro 100 l Milch enthalten. (Es wurde mit einem Lohnansatz von Fr. 10.– je AKh und mit einer Leistung von 15 l Milch pro Kuh und Tag gerechnet).

3.2 Kühlkosten

Die Kühlkosten für die Kühlung mit künstlicher Kälte setzen sich aus den Grund- und Gebrauchskosten zusammen.

Grundkosten:
- Amortisation
- Zinsanspruch
- Gebäudemiete für Milchkammer
- Versicherungen und Gebühren

Gebrauchskosten:
- Reparaturkosten
- Reinigungsmittel- und Wasserkosten
- Stromkosten

Die Kostenberechnungen beruhen auf einem Berechnungsmodell der FAT. Der Stromverbrauch pro 100 l Milch wurde den Prüfberichten der Forschungsanstalt Liebefeld entnommen und beruht auf einem Tarif von Fr. 0.12 pro kWh.
Die Kosten wurden nur für Kühlanlagen mit direkter Verdampfung im isolierten Behälter berechnet. Kühlanlagen mit indirekter Verdampfung verbrauchen bedeutend mehr Strom als diejenigen mit direkter Verdampfung. Ein Kostenvergleich zwischen diesen zwei Kühlsystemen ist nur dann möglich, wenn der

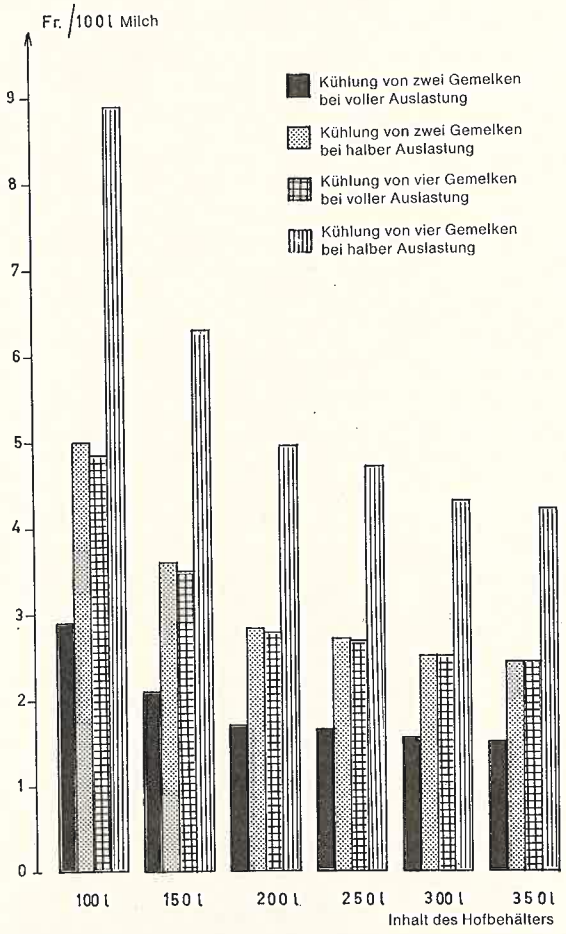

Abb. 7: Kühlkosten bei Hofbehältern mit Tauchkühler pro 100 l Milch. Kühlung von zwei und vier Gemelken bei voller und halber Auslastung.

prozentuale Anteil des Nachtstromes am Gesamtverbrauch bekannt ist. Die unisolierten Behälter wurden nicht berücksichtigt, weil der Stromverbrauch für das Kühlhalten der Milch höher ist als für das eigentliche Kühlen.
Wie Abb. 6 (bei Kühlwannen) und Abb. 7 (bei Hofbehältern) zeigen, hat die Auslastung einer sehr grossen Einfluss auf die Kühlkosten pro 100 l Milch. Diesen wichtigen Einfluss der Auslastung beweisen die bedeutend höheren Kühlkosten der Kühlanlagen für vier Gemelke gegenüber denjenigen für zwei Gemelke.

4. Vergleich der Kühlverfahren aufgrund ihrer Kosten

Da die Transportkosten von der Milchmenge und Kuhzahl unabhängig sind und für jeden Betrieb einzeln berechnet werden müssten, beschränken wir uns auf den Vergleich der Kühlkosten und der mit der Kühlung im Zusammenhang stehenden Arbeitskosten.
Als Beispiel kann erwähnt werden, dass bei der in der Schweiz durchschnittlichen Entfernung zur Sammelstelle von 800 m der Arbeitsbedarf für die Milchablieferung mit der Handkarre zirka 370 AKh Stunden pro Jahr ausmacht. Wird bei gleicher Entfernung für die Milchablieferung ein Traktor von 45 PS eingesetzt, beträgt der Arbeitsbedarf zirka 60 AK-Stunden pro Jahr und die variablen Kosten (Gebrauchskosten) für den Traktor rund 280.– Fr. pro Jahr.

4.1 Arbeitskosten

Werden die Kühlverfahren allein nach den Arbeitskosten beurteilt, sind die Kühlwannen gegenüber den Hofbehältern und Kannen, sowie die Hofbehälter gegenüber den Kannen immer kostengünstiger (Abb. 5). Werden bei der Kannenkühlung noch die Transportkosten zur Sammelstelle berücksichtigt, so fallen die Kosten noch höher zuungunsten der Kannenkühlung aus.

4.2 Kühlkosten

Werden die Kühlverfahren nach den Kühlkosten miteinander verglichen, so ist die Kühlung mit natürlicher Kälte gegenüber derjenigen mit künstlicher Kälte immer günstiger. Die Höhe der Kühlkosten pro 100 l Milch hängt bei der Kühlung mit natürlicher Kälte von der benötigten Wassermenge ab. Steht das Wasser unentgeltlich zur Verfügung, so entfallen die Kühlkosten praktisch vollständig.
Werden die Kühlverfahren mit künstlicher Kälte miteinander verglichen (Abb. 8), kann festgestellt werden, dass bis zu einer Tagesmilchmenge von 100 l das Kühlverfahren mit Kannen und Tauchkühler zu empfehlen ist. Bei einer Tagesmilchmenge von 100 l bis 400 l ist der Hofbehälter mit dem Tauchkühler und bei mehr als 400 l pro Tag die Kühlwanne für die Milchkühlung empfehlenswert. Dies gilt sowohl für die einmal tägliche, wie auch für die einmal pro zwei Tage stattfindende Milchablieferung, wobei die Kühlkosten pro 100 l Milch bei vier Gemelken bedeutend höher sind als diejenigen bei zwei Gemelken (Abb. 6 und 7).

4.3 Arbeits- und Kühlkosten zusammen

Für die Wahl des Kühlverfahrens ist schliesslich das Total der Arbeits- und Kühlkosten massgebend. Demnach empfiehlt sich die Milchkühlung mit natürlicher Kälte bis zu einer Tagesmilchmenge von 140 l. (Ist das Wasser gratis, dann bis zu einer Tagesmilch-

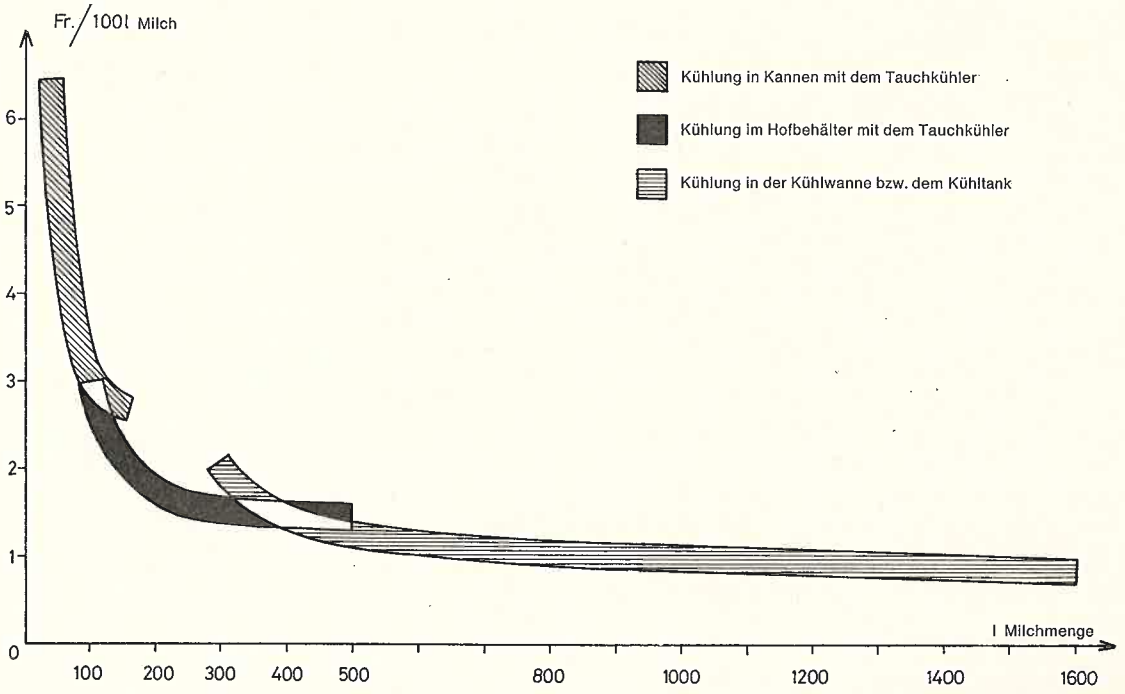

Abb. 8: Kühlkosten pro 100 l Milch bei Kühlung von zwei Gemelken.

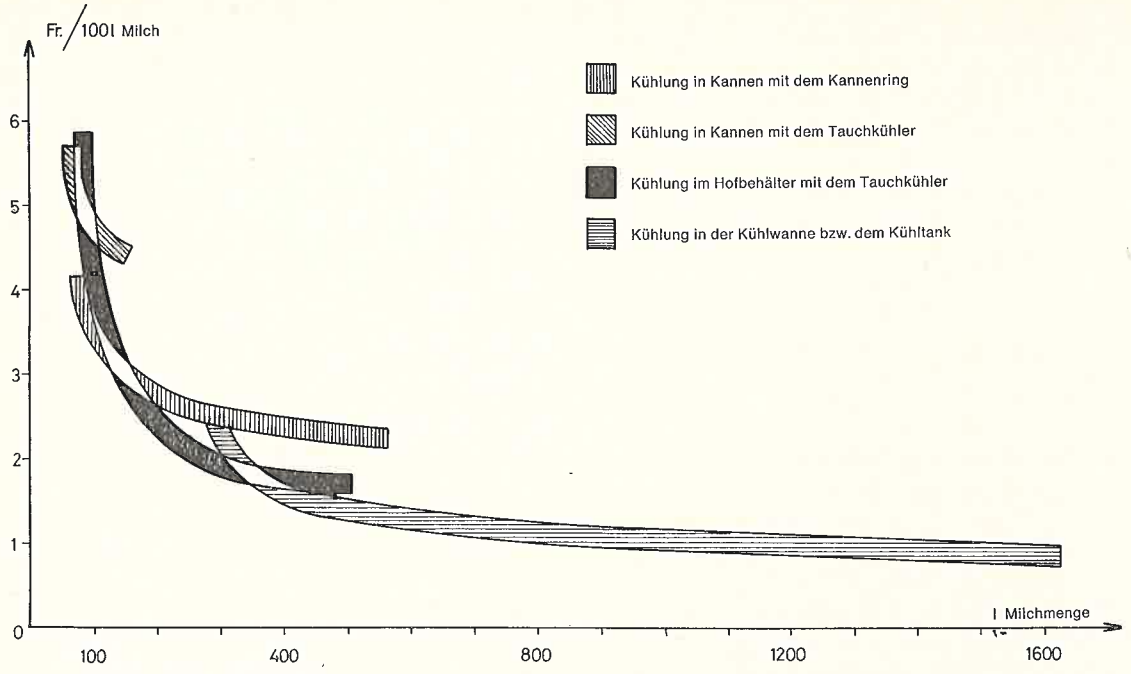

Abb. 9: Arbeitserledigungskosten pro 100 l Milch bei Kühlung von zwei Gemelken.

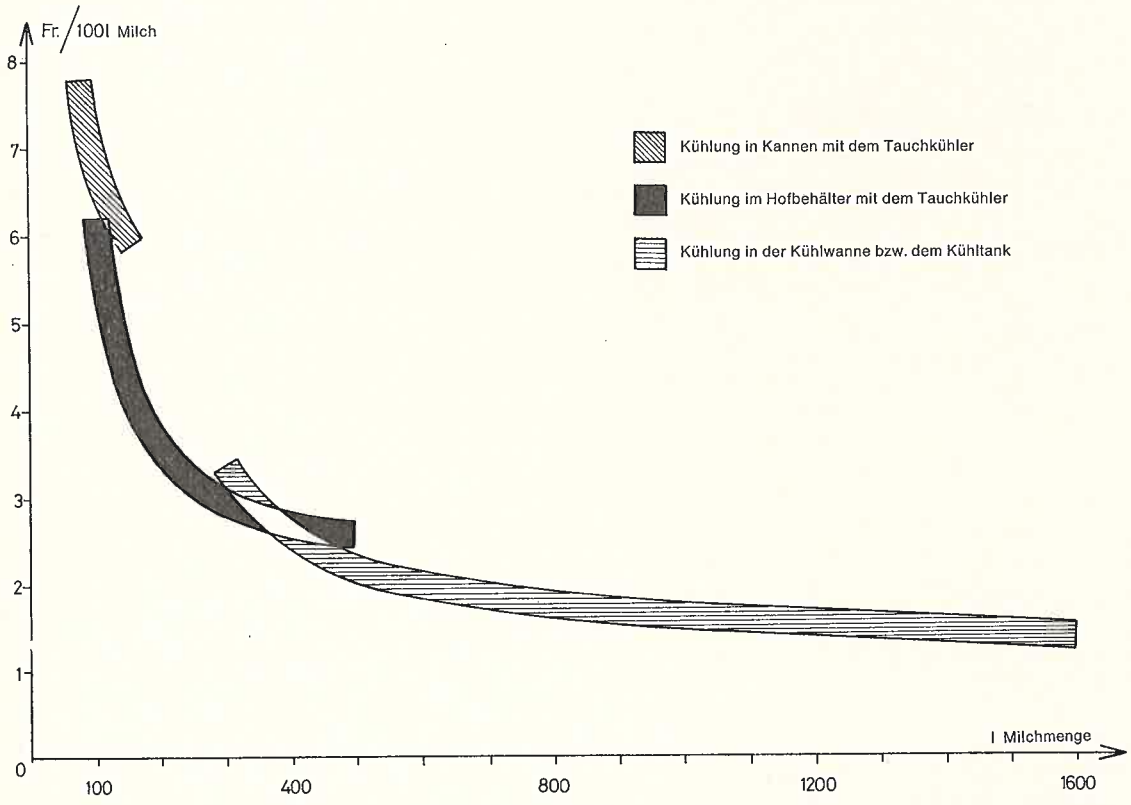

Abb. 10: Arbeitserledigungskosten pro 100 l Milch bei Kühlung von vier Gemelken.

menge von 240 l.) Ab 140 l Tagesmilchmenge ist die Milchkühlung mit künstlicher Kälte vorteilhaft, wobei bis 380 l Tagesmilchmenge das Kühlverfahren mit Hofbehälter und Tauchkühler und ab 380 l Tagesmilchmenge das Kühlverfahren mit Kühlwanne bzw. Kühltank zu empfehlen ist (Abb. 9 und 10).

4.4 Andere Gesichtspunkte

Ausser der Wirtschaftlichkeit sollte aber auch die menschliche und arbeitstechnische Seite gesehen werden. Einerseits bedeutet das Fahren zur Sammelstelle für manche Bauern eine gewisse Abwechslung, und die Sammelstelle ist ein Treffpunkt, wo die Arbeitskollegen ihre Kenntnisse und Probleme austauschen und besprechen. Anderseits bringt die Hoflagerung der Milch dem Bauern eine Arbeitserleichterung (viele Bauern und Bäuerinnen waschen lieber eine Wanne als zwei Kannen), und verhindert die Unfallgefahr (meistens im Dunkeln zur Sammelstelle fahren, Glatteis im Winter, oft fahren die Kinder

usw.). Schliesslich ist der Landwirt nicht an eine feste Zeit gebunden, um in die Sammelstelle zu fahren, was vor allem in der Heuerntezeit vorteilhaft sein kann.

5. Schluss

Da der Leistungsgrad der betreffenden Person die ermittelten Zahlen beeinflusst, können unsere Ergebnisse und Empfehlungen nur als Richtwerte gelten. Ohne Berücksichtigung der Transportkosten scheint es vorteilhaft zu sein, bis zu einer Tagesmilchmenge von 140 l (bzw. 240 l bei unentgeltlichem Wasserbezug) die Milch mit natürlicher Kälte zu kühlen und zweimal täglich abzuliefern. Ist die Tagesmilchmenge grösser als 140 l, (240 l), so kann empfohlen werden, die Milch nur einmal pro Tag bzw. pro zwei Tage abzuliefern. Die höheren Kosten der Milchkühlung von vier Gemelken gegenüber derjenigen von zwei Gemelken können möglicherweise durch die tieferen Transportkosten ausgeglichen werden.

Aufgrund unserer Berechnungen können folgende Kühlverfahren empfohlen werden:

Tagesmilchmenge	**Kühlverfahren**
bis zirka 140 l	Kühlung mit natürlicher Kälte
zirka 140 l bis 380 l	Kühlung mit dem Hofbehälter und Tauchkühler
zirka 380 l und mehr	Kühlung in der Kühlwanne bzw. dem Kühltank

Allfällige Anfragen über das behandelte Thema sowie über andere landtechnische Probleme sind nicht an die FAT bzw. deren Mitarbeiter, sondern an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten.

ZH Schwarzer Otto, 052 / 25 31 21, 8408 Wülflingen
ZH Schmid Viktor, 01 / 77 02 48, 8620 Wetzikon
BE Mumenthaler Rudolf, 033 / 57 11 16, 3752 Wimmis
BE Schenker Walter, 031 / 57 31 41, 3052 Zollikofen
BE Herrenschwand Willy, 032 / 83 12 35, 3232 Ins
LU Rüttimann Xaver, 045 / 81 18 33, 6130 Willisau
LU Widmer Norbert, 041 / 88 20 22, 6276 Hohenrain
UR Zurfluh Hans, 044 / 2 15 36, 6468 Attinghausen
SZ Fuchs Albin, 055 / 48 33 45, 8808 Pfäffikon
OW Gander Gottlieb, 041 / 96 14 40, 6055 Alpnach
GL Jenny Jost, 058 / 61 13 59, 8750 Glarus
ZG Müller Alfons, landw. Schule Schluechthof, 042 / 36 46 46, 6330 Cham
FR Krebs Hans, 037 / 82 11 61, 1725 Grangeneuve
BL Wüthrich Samuel, 061 / 96 15 29, 4418 Reigoldzwil
SH Seiler Bernhard, 053 / 2 33 21, 8212 Neuhausen
AR Ernst Alfred, 071 / 33 34 90, 9053 Teufen
SG Haltiner Ulrich, 071 / 44 17 81, 9424 Rheineck
SG Pfister Th., 071 / 83 16 70, 9230 Flawil
GR Stoffel Werner, 081 / 81 17 39, 7430 Thusis
AG Müri Paul, landw. Schule Liebegg, 064 / 31 15 53, 5722 Gränichen
TG Monhart Viktor, 072 / 6 22 35, 8268 Arenenberg.

Schweiz. Zentralstelle SVBL Küsnacht, Maschinenberatung, Telefon 01 - 90 56 81, 8703 Erlenbach.

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

Die «Blätter für Landtechnik» erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 27.–, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheckkonto 30 - 520. In beschränkter Anzahl können ferner Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.