

Neue Melksysteme

Melken mit Melkroboter und im Side by Side-Melkstand

Dusan Nosal und Matthias Schick, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT),
 CH-8356 Tänikon

Auf dem Gebiet der Milchgewinnung sind während der letzten Jahre Entwicklungen erfolgt, die sich hauptsächlich auf die Verbesserung der funktionellen Teile der Melkanlage und der Milchqualität, die Steigerung der Arbeitsleistung, die Arbeitserleichterung und die Senkung der Kosten konzentrieren. Als neue Systeme dieser technischen Entwicklung, die auch das Konzept des Betriebes beeinflussen, können der Melkroboter und das Melken im «Side by Side»-Melkstand bezeichnet werden.

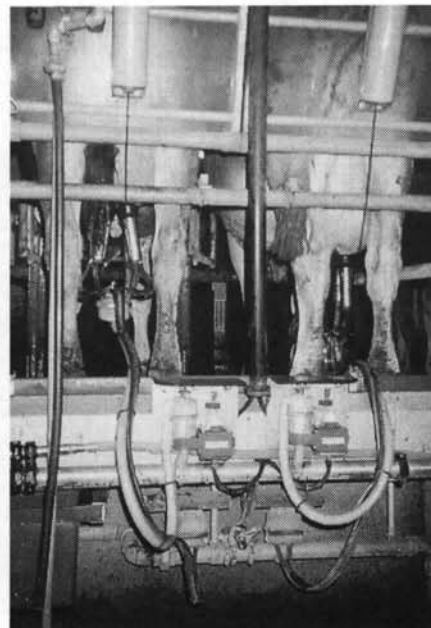
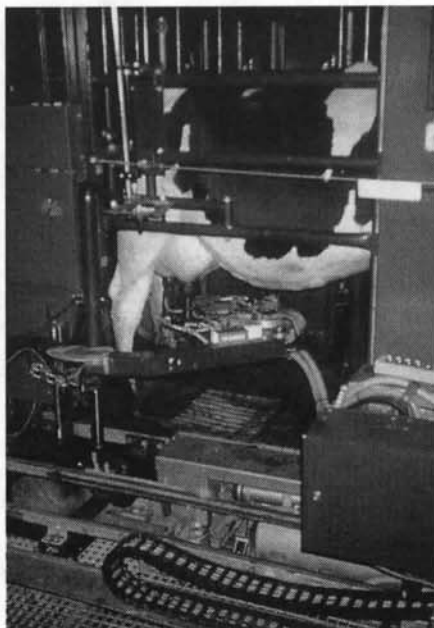
Die Firmen Gascoigne-Mélotte, Lely, Poclain-Manus und Düvelsdorfer

bieten «praxisreife» Melkroboter an. In den Niederlanden sind zirka 15 und in Frankreich zirka drei Melkroboter im praktischen Einsatz. Bei einer Betriebsbereitschaft von 22 Stunden und einem Melkvorgang von acht Minuten rechnet man bei einer Nutzung von zwei Dritteln der zur Verfügung stehenden Zeit mit einem Durchsatz von zirka 110 Kühen je Melkbox. In der Annahme, dass jede Kuh drei- bis viermal pro Tag gemolken wird, reicht ein Melkplatz für 37 bzw. 28 Kühe aus. Nimmt man ferner an, dass ein Roboter zirka zwei Minuten für den Melkplatzwechsel und das Ansetzen des

Melkzeuges benötigt, so kann er je nach Melkfrequenz 112 bis 148 Kühe an vier Melkplätzen bedienen. Diese Literaturstudie gibt einen Überblick über den Stand der Technik der Automatisierung des Melkens.

Die arbeitstechnischen Vorteile und die Anforderungen an tiergerechte Haltungsformen (Lauffhof) veranlassen immer mehr auch Milchviehhalter mit kleinen Herden, einen Laufstall zu bauen. Gezwungenermassen wird bei allen Einrichtungen nach kostengünstigen Lösungen gesucht. Im Bereich der Milchgewinnung sieht man die Sparmöglichkeiten bei der Wahl von Melkstandtyp und -grösse und bei der Installation der Melkanlage. Der «Side by Side»-Melkstand ist eine günstige Variante, weil er wenig Raum beansprucht und sich dadurch relativ einfach – sowohl bei Neu- als auch bei Umbauten – in das Stallkonzept integrieren lässt.

Wir führten in Betrieben mit Side by Side-Melkständen Messungen und Erhebungen durch als Grundlage für eine arbeitswirtschaftliche und ökonomische Beurteilung.



Inhalt Seite 2

Melkroboter

Problemstellung

Seit Jahren führen einige ausländische Forschungsinstitute unter Labor- und Praxisbedingungen Untersuchungen mit Melkrobotern durch. Die Versuchsequipen setzen sich aus Spezialisten der folgenden Fachgebiete zusammen: Tiermedizin, Fütterung, Tierhaltung, Maschinenbau, Messtechnik und Datenverarbeitung. Gemäss Anfragen aus der Praxis besteht auch in der Schweiz bei bestimmten Milchviehaltern Interesse am Melkroboter. Der vorliegende Bericht fasst die vorhandene Literatur zusammen.

Inhalt	Seite
Melkroboter	
Problemstellung	2
Konstruktion, Aufbau und Einordnung im Stall	2
Die Funktionsweise des Melkroboters	2
Kontrolle und Überwachung jedes einzelnen Tieres	3
Kosten und Arbeitszeitbedarf	4
Wo liegen die Vorteile des Melkroboters?	5
Noch offene, kritische Punkte	5
Schlussfolgerungen	6

Side by Side-Melkstand

Verfahrenstechnische Einordnung	6
Untersuchte Verfahren und Methodik	7
Routinearbeiten	7
Melkleistung je Stunde	8
Rüst- und Reinigungsarbeiten	9
Gesamtzeitbedarf	9
Die Kosten der untersuchten Melkverfahren	10
Wahl des passenden Melkverfahrens	11
Schlussfolgerungen	11
Literatur	12

Konstruktion, Aufbau und Einordnung im Stall

In bezug auf Konstruktion, mechanischen Aufbau und Steuerung finden sich unter den vorhandenen Melkrobotern erhebliche Unterschiede. Der Melkroboter kann für eine Melkbox als ortsfest oder für mehrere Melkboxen in fahrbarer Form installiert werden. Die ortsfesten Melkroboter eignen sich besser für die Installation im Liegeboxenbereich. Bei der fahrbaren Variante kann ein Melkroboter bis vier Melkboxen pro Tag bedienen. Die fahrbaren Geräte lassen sich gut auch zur Nachrüstung der bestehenden Melkstände einsetzen.

Für die konstruktive Auslegung des Roboters bestehen im wesentlichen folgende Anforderungen:

- Der Funktionsraum muss ein erfolgreiches Ansetzen des Melkzeuges ermöglichen.
- Die Positioniergenauigkeit sollte ≤ 2 mm betragen.
- Die Reaktionsgeschwindigkeit muss ein erfolgreiches Ansetzen gewährleisten.
- Das System muss das Schlagen der Kühe schadlos überstehen.
- Die Konstruktion muss so gewählt werden, dass Verletzungen vermieden werden.
- Der Roboter muss den aggressiven

Umweltbedingungen im Stall widerstehen.

- Es sind die Sicherheitsvorschriften für Mensch und Tier einzuhalten, und
- die Kosten für das System zu minimieren.

Die Funktionsweise des Melkroboters

Der Melkroboter übernimmt alle Routinearbeiten, die der Melker ausführen muss. Nach Eintritt in die Melkbox wird die Kuh identifiziert und so weit eingekengt, dass sich die Position der Zitzen durch Bewegungen nicht mehr stark verändern kann. Das Euter wird mit Euterduschen oder mit rotierenden Walzen- bzw. Tellerbürsten gereinigt. Um eine genaue Plazierung der Zitzenbecher zu erreichen, ist eine exakte Bestimmung der Position der Zitzen erforderlich. Die Zitzenfindung erfolgt mit Hilfe von Ultraschallsensoren, Näherungsschaltern, optischen Distanzmessern, Lichtgittern oder Bildverarbeitungssystemen (Abb. 1).

Beim Ansetzen der Melkbecher verfolgen sowohl die Forschungsinstitute als auch die Herstellerfirmen zwei Wege. Entweder wird jeder Becher einzeln oder alle vier gemeinsam - als sogenanntes Modul - eingesetzt (Abb. 2). Beide Vorgehen weisen funktionelle Vor- und Nachteile auf.

Positionierung	Eingesetzte Verfahren						
	Berührung der Kuh	2 taktile Sensoren	Scannen mit 1US-Sensor	Abstand mit 2 US-Sensoren	Array von US-Sensoren	Bildverarbeitungssystem mit kippbaren Laser	Bildverarbeitungssystem mit fester Laserdiode
grob							
fein	Weite Zitzenbech.-öffnung 	Lichtgitter 	Lichtgitter über Becher 	US-Sensor rotierend 	2 US-Sensoren 	Lichtgitter am Zitzenbech 	—
US=Ultraschall							—
Firma	Gascoigne-Melotte	AFRC	Düvelsdorf	Vicon	FAL I	CEMAGRET	FAL II

Abb. 1. Für die grobe und feine Lokalisierung der Zitzen wenden die Forschungsinstitute und die Firmen unterschiedliche Messmethoden an (nach Artmann).

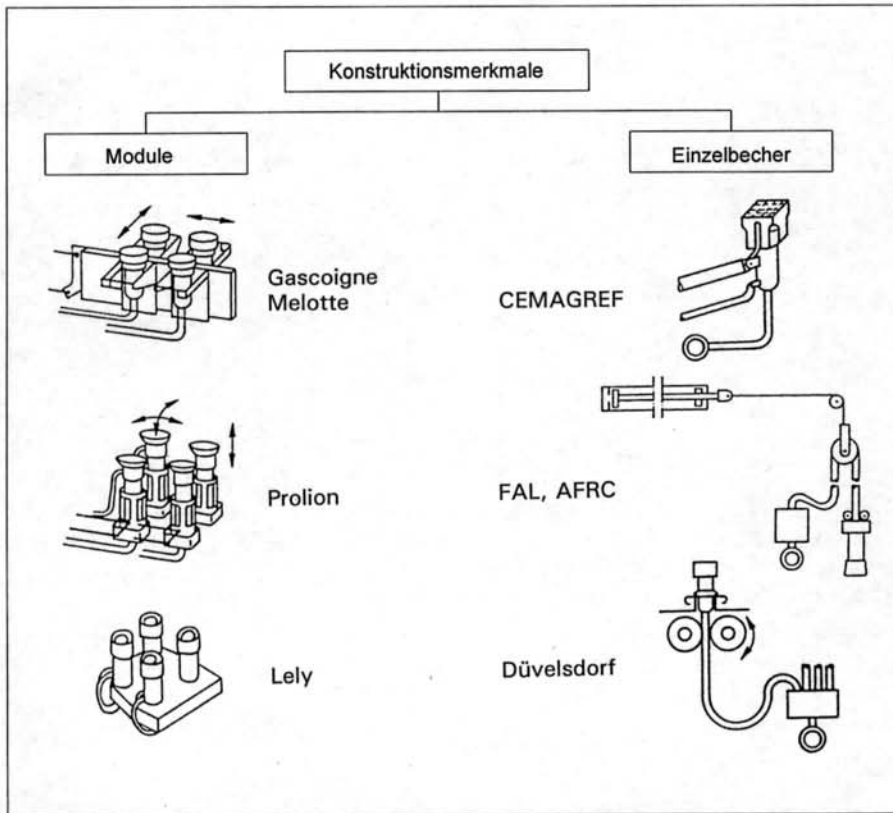


Abb. 2. Das Ansetzen der Melkbecher erfolgt bei den Firmen Gascoigne-Melotte, Prolion und Lely mit den Modulen (alle vier Becher gemeinsam). Die Forschungsinstitute Cemagref, FAL, AFRC und die Firma Düvelsdorf ziehen das Ansetzen jedes Bechers einzeln vor (nach Artmann).

Nach dem Ansetzen der Melkbecher erfolgt eine automatische Stimulation (Anrüsten) der Zitzen. Als praxisreif wird die Druckluft- und Vibrationsstimulation bezeichnet.

Während des Melkens wird die Milchqualität kontrolliert und die Milchmenge gemessen. Ob die Messungen der Milchtemperatur und der elektrischen Leitfähigkeit der Milch für die Beurteilung der Milchqualität, der Beschaffenheit und des Aussehens der Milch (Sinnesprobe) und die Feststellung der erkennbaren Euterentzündungen bzw. Wunden am Euter ausreichend sind, ist noch nicht abgeklärt. Ein weiteres, ungelöstes Problem bildet die Vorschrift, dass die ersten Milchstrahlen aus jeder Zitze nicht in den Lebensmittelverkehr gebracht werden dürfen.

Nach dem Unterschreiten eines bestimmten Milchflusses erfolgt durch rhythmischen und kontinuierlichen Zug am Melkzeug das Nachmelken und anschliessend die automatische Abnahme des Melkzeuges. Nach der Melkzeugabnahme erfolgt eine Zwischenreinigung der Melkzeuge. Wie

häufig und intensiv die Reinigung erfolgen soll, ist noch nicht abgeklärt. Unmittelbar nach der Melkzeugabnahme werden die Zitzen mit einer Lösung besprüht, um die gewünschte Desinfektion zu erreichen. Die Kuh verlässt danach die Melkbox, und mit dem nächsten Tier beginnt der Vorgang von neuem.

Kontrolle und Überwachung jedes einzelnen Tieres

Der Melkroboter bildet einen Teil des Herdenmanagements und ist an die rechnergestützte Tierüberwachung angeschlossen. Die spezifischen Informationen betreffen einerseits die physiologischen Parameter der Tiere und andererseits die Aspekte der Milchqualität. Man erwartet davon einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Gesundheit und Fruchtbarkeit der

Tiere und somit eine Senkung der Produktionskosten.

Die Messungen der Milchmenge, des Tiergewichtes und der Futteraufnahme liefern Informationen für die Bewertung der Tierleistung. Die Resultate des Schrittzählers, der Pulsfrequenzmessung sowie der Temperatur und Leitfähigkeit der Milch dienen als Beurteilungsfaktoren des Gesundheitszustandes. Wie den Abbildungen 3, 4, 5 und 6 zu entnehmen ist, können diese Informationen in den Bereichen Euter Gesundheit, Stoffwechselstörungen und Brunsterkennung genutzt werden.

Euterentzündungen

Dank kontinuierlicher und automatischer Messung der Milchmenge, der Milchtemperatur und der elektrischen Leitfähigkeit der Milch können Krankheitserscheinungen früher diagnostiziert werden als es eine visuelle Beobachtung durch das Melkpersonal ermöglicht. Durch die Verwendung von hochempfindlichen Sensoren in jedem Melkbecher kann frühzeitig eine beginnende Mastitis erkannt und dadurch ein günstiger Therapieerfolg erzielt werden. Die Abbildung 3 bringt zum Ausdruck, dass nach einer Infektion die Milchtemperatur, der Zellgehalt und die Leitfähigkeit sichtbar höhere Werte und starke Schwankungen aufweisen.

Stoffwechselstörungen und Brunsterkennung

Die rechnergestützte Überwachung kann auch für die frühzeitige Erkennung von Stoffwechselstörungen gute Dienste leisten. Gemäss Abbildung 4 lässt sich aufgrund der automatisch erfassten Parameter – Grund- und Krafftuteraufnahme, Lebendgewicht, Milchmenge und elektrische Leitfähigkeit der Milch – eine energetische Unterversorgung frühzeitig nachweisen.

Mit Hilfe der kontinuierlichen und automatischen Messungen der Milchtemperatur und der Schritthäufigkeit lässt sich auch die Brunsterkennung erfolgreich lösen (Abb. 5 und 6).

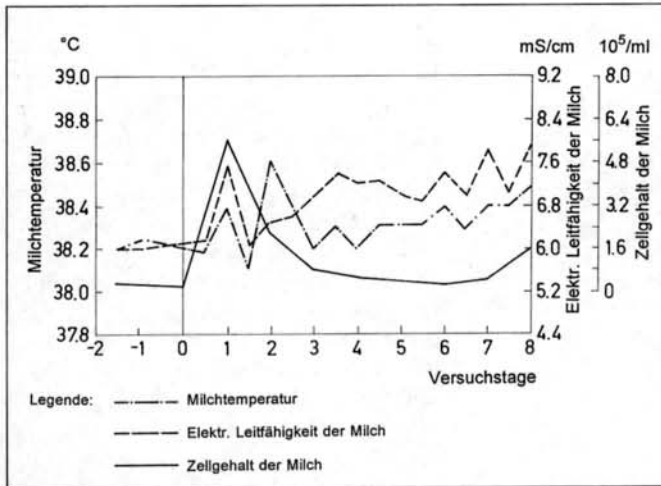


Abb. 3. Die Milchttemperatur und die elektrische Leitfähigkeit der Milch reagieren entsprechend dem steilen Anstieg des Zellgehaltes der Milch. Dank diesen Informationen können die Euterkrankheiten frühzeitig erkannt werden (nach Schlünsen).

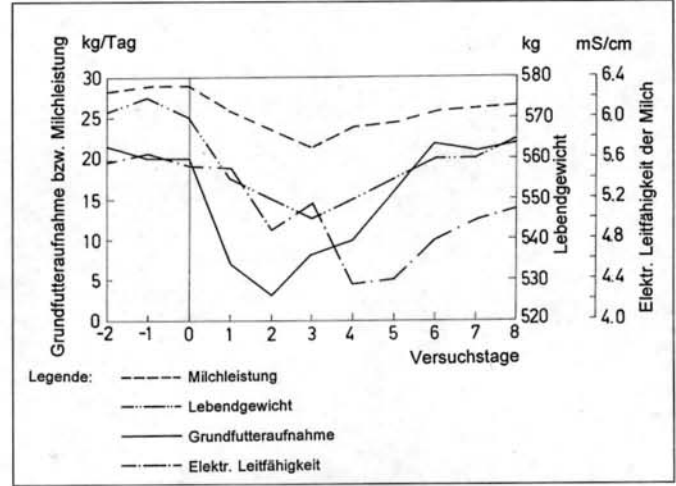


Abb. 4. Die Grundfutteraufnahme, das Lebendgewicht, die Milchleistung und die elektrische Leitfähigkeit der Milch sinken. Wir erhalten frühzeitig ein Signal über die Erkrankung des Tieres (nach Schlünsen).

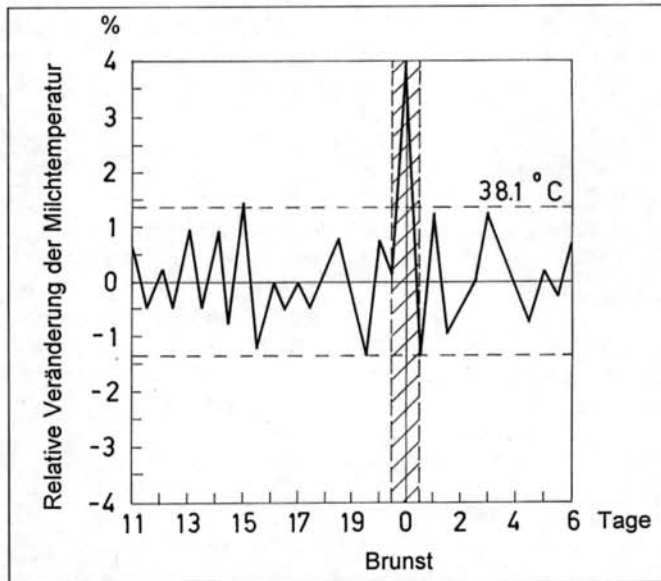


Abb. 5. Durch den steilen Anstieg der Milchttemperatur am Tag «0» ist die Brunst sehr gut zu erkennen (nach Schlünsen).

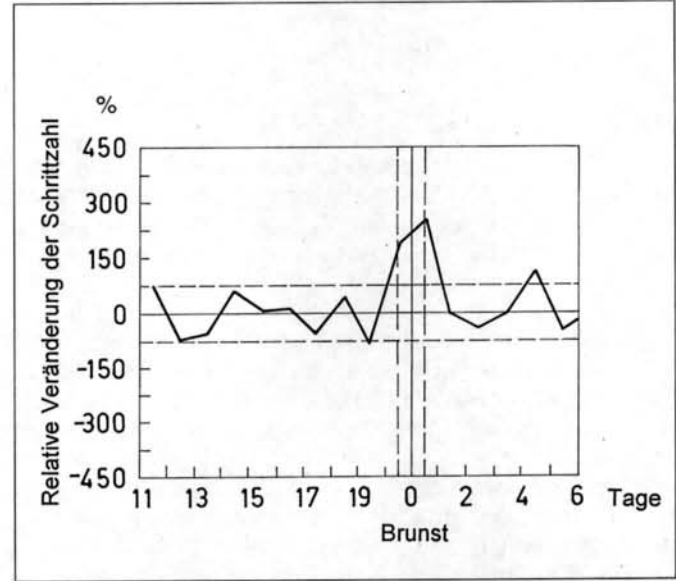


Abb. 6. Während der Brunst steigt die Schrittzahl um ein Mehrfaches an. Dank der Registrierung der Schrittzahl kann die Brunst mit Sicherheit bestimmt werden (nach Schlünsen).

Kosten und Arbeitszeitbedarf

Ein Melkroboter mit zwei Melkplätzen kostet zirka DM 240 000.- (Langbehn und Wahlers). Die jährlichen Kosten für Gebäude und mechanische Einrichtungen beim Melkroboter sind im Vergleich zum Fischgräten- und Autotandem-Melkstand um einiges höher (Tab.

1). Ein umgekehrtes Bild ergibt jedoch der Arbeitszeitbedarf je Kuh und Jahr. Beim Melkroboter rechnet man für Tierbeobachtungen, Melken kranker Tiere, Kontrolle und Reinigung der Anlage sowie das Auswerten von Listen mit einem Arbeitszeitaufwand von 1,5 AKh je Tag (Langbehn und Wahlers). Für Dateneingaben und Korrekturen rechnen die Autoren mit 0,5 AKh je Kuh und Jahr. Die Wirtschaftlichkeit eines Melkroboters hängt von der Bewertung der

eingesparten Arbeitszeit, insbesondere der terminlich gebundenen Arbeit ab. Nur sehr schwierig in die Kostenberechnungen miteinzubeziehen sind die zusätzlichen wertvollen Informationen über die Tierleistungen und den Gesundheitszustand der Tiere.

Tabelle 1: Jahreskosten und Arbeitszeitbedarf für das Melken (nach Langbehn und Wahlens)

Anzahl Kühe	Kosten je Kuh und Jahr in DM Melkverfahren*				AKh-Bedarf je Kuh und Jahr Melkverfahren*			
	1	2	3	4	1	2	3	4
40	320	500	950	–	27,0	24,0	10,0	10,0
60	250	370	680	–	23,0	19,0	8,5	8,5
80	210	300	540	590	21,0	17,0	7,5	7,5
100	190	260	–	490	20,0	15,5	7,0	7,0

*Melkverfahren: 1 = Fischgräten-Melkstand 2×4 3 = Melkroboter mit zwei Melkplätzen
 2 = Autotandem-Melkstand 2×4 4 = Melkroboter mit drei Melkplätzen

Wo liegen die Vorteile des Melkroboters?

Aufgrund der bisherigen Untersuchungen liegen die Vorteile des Melkroboters in folgenden Bereichen:

Arbeitsbereich des Melkens

Durch die Übernahme sämtlicher Routinearbeiten durch den Melkroboter fallen die körperliche Belastung und die zeitlich gebundene Präsenz des Melkers im Stall weg. Sein Arbeitszeitaufwand beschränkt sich auf die Überwachung der Einrichtungen und die Kontrollarbeiten im Stall.

Bereich des Tieres

Mehrfaches Melken steigert die Milchleistung. Untersuchungen mit Melkrobotern ergaben Milchleistungszunahmen von 10 bis 15%. Das Melken mit Melkrobotern wird als tierfreundlich bezeichnet, weil die Kuh den Zeitpunkt des Melkens und die Anzahl der Melkvorgänge selber bestimmen kann.

Die kontinuierlichen Messungen der Milchmenge, der Milchtemperatur und der Leitfähigkeit der Milch liefern nicht nur wertvolle Grundlagen für ein erfolgreiches Herdenmanagement, sondern geben dem Milchproduzenten laufend Informationen über den Gesundheitszustand der einzelnen Tiere. Dank diesen Informationen kann eine Verbesserung bzw. eine Erhaltung der Tierleistungen und der Milchqualität erreicht werden.

Offene Fragen beim Einsatz des Melkroboters

Aussortieren der Kühe

Frisch gemolkene und mit Antibiotika behandelte Kühe sowie Tiere mit besonderen Euterformen und Zitzenverletzungen müssen vor der Melkbox aussortiert und ausserhalb des Melkroboterraumes gemolken werden. Dies kann bis zu 30% der Kühe betreffen.

Ansetzen der Melkbecher

Das automatische Ansetzen der Melkbecher ist nur zu etwas mehr als 90% erfolgreich. Sowohl bei einem Modul für alle vier Becher als auch beim Nachführen jedes einzelnen Bechers werden für das Ansetzen eine bis drei Minuten benötigt. Durch diese relativ lange Zeit wird die Milchhergabe bei den einzelnen Kühen sehr unterschiedlich beeinflusst.

Melktechnik

Beim konventionellen, schonenden Melken werden zuerst zwei bis drei Strahlen pro Zitze in den Vormelkbecher gemolken und erst dann die Zitzen mit Einwegpapier oder spezieller Holzwohle gereinigt und anschliessend angerüstet. Diese gewünschte Reihenfolge wird beim Melkroboter nicht erreicht, weil der Melkroboter die Zitzen zuerst mit einer Bürste nass reinigt, ohne vorzumelken. Die keimreiche

Milch des Vormelkens muss separat abgeleitet werden. Die heutigen Lösungsansätze sind noch nicht zufriedenstellend.

Melkintervall

Die tierärztlichen Untersuchungen bringen zum Ausdruck, dass die Erholungszeit des Zitzengewebes nach dem Melken zirka vier Stunden beträgt. Wird in dieser Zeit gemolken, ist mit einem erhöhten Infektionsrisiko zu rechnen. Diese Feststellung könnte ein begrenzender Faktor sein, da beim Melkroboter davon ausgegangen wird, dass sich die Kühe selbständig täglich vier bis sechsmal zum Melken begeben.

Entnahme der Milchprobe

Weil die Einzelmelke relativ niedrig sind, ist eine exakte Erfassung der Milchmenge und eine repräsentative Probenahme für die Gehaltsbestimmungen nicht immer gewährleistet.

Milchkühlung

Die anfallenden Milchmengen sind sehr klein. Daher kommt es vor allem am Anfang der Befüllung des Milchbehälters zu starken Eisbildungen an der inneren Oberfläche des Behälters.

Betriebsmanagement

Der vollständige Ersatz des Menschen durch den Melkroboter erwies sich als unrealistisch. Gemäss bisherigen Erfahrungen erfordern die Kontrollarbeiten und die Betreuung der Herde mindestens zweimal 30 Minuten pro Tag.

Anforderungen an Betriebs- und Servicepersonal

Der Melkroboter stellt spezielle Anforderungen an den Betriebsleiter in den Bereichen des maschinellen Melkens, der Elektronik und der EDV. Beim Melkroboter kann es auch zu Störungen und Ausfällen kommen. Es ist anzunehmen, dass die teuren Melkroboter-Spezialisten nicht in grosser Anzahl in der Region verteilt werden, sondern aus einer Zentrale mehrere Länder betreuen wer-

den. In solchen Fällen stellt sich die Frage: Wie schnell kann ein Fachmann an Ort und Stelle eintreffen und die Funktionstüchtigkeit des Melkroboters wieder herstellen? Um die Milchgewinnung auch beim Ausfall des Roboters ausführen zu können, wird eine Beihilfeeinrichtung vorsorglich installiert.

Schlussfolgerungen

Dank der starken Mechanisierung in der Tierhaltung lassen sich heute die

Bereiche Entmisten und Füttern bei fast allen Tierarten soweit automatisieren, dass der Tierbetreuer nicht an einen festen Termin gebunden ist. Dies gilt jedoch nicht für das Melken. Unabhängig von Sonn- und Feiertagen beansprucht das Melken 50 bis 60% der Stallarbeiten. Obwohl bei der Milchgewinnung dank der neuen Technik einige Arbeitsteilvorgänge (Anrüsten, Melkzeugabnahme, Milchmengen messen usw.) durch die Maschine übernommen werden, ist eine vollständige Automatisierung des Melkprozesses inklusive Kontrolle und Betreuung der Tiere nur durch den Melkroboter möglich, wenn die erwähnten kriti-

schen Punkte zufriedenstellend gelöst werden.

Ein Einsatz des Melkroboters auf Schweizer Betrieben dürfte beim heutigen Entwicklungsstand erst in ein paar Jahren zu erwarten sein. Die positiven Erfahrungen in den Bereichen der Kontrolle und Überwachung jedes einzelnen Tieres (Euterentzündungen, Stoffwechselstörungen und Brunsterkennung) können jedoch schon in Kürze vermehrte Anwendung in unseren Milchviehställen finden.

Side by Side-Melkstand

Verfahrenstechnische Einordnung

Der Side by Side-Melkstand (= Parallel-Melkstand) zeichnet sich gegen-

über anderen Gruppen-Melkständen durch geringen Platzbedarf und kurze Wege aus (siehe Abb. 7 und 8). Die Kühe stehen bei diesem Melksystem parallel nebeneinander und werden von hinten zwischen den Beinen hindurch gemolken. Durch dieses Prinzip werden Vor- und Nachteile des Systems schnell ersichtlich. Vorteilhaft ist neben den kurzen Wegen die gute Fixierung der Kühe. Dadurch können auch unvollständige Gruppen gut gemolken werden. Ferner ist die geringe

re Verletzungsgefahr durch schlagende Tiere für den Melker als vorteilhaft anzusehen. Ein Nachteil ist dagegen die schlechte Sicht auf die Vorderviertel. Euterkontrolle und Ausmelken werden hierdurch erschwert. Allgemein sind Milchkühe im Parallel-Melkstand schwieriger zu erkennen als in anderen Melkständen. Erschwert wird dies häufig noch durch undurchsichtige Kotbleche, die nur noch den Blick auf das Euter freigeben. Als weiterer Nachteil kommt hinzu, dass der Melker während

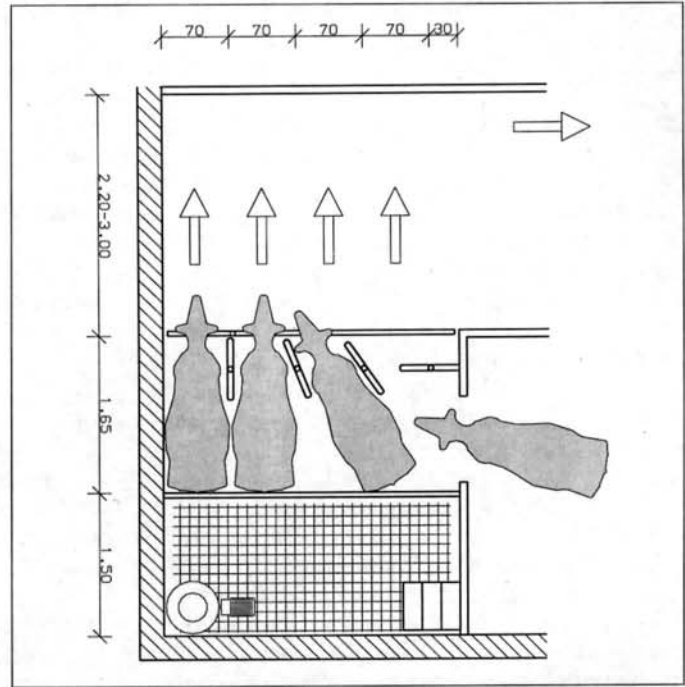
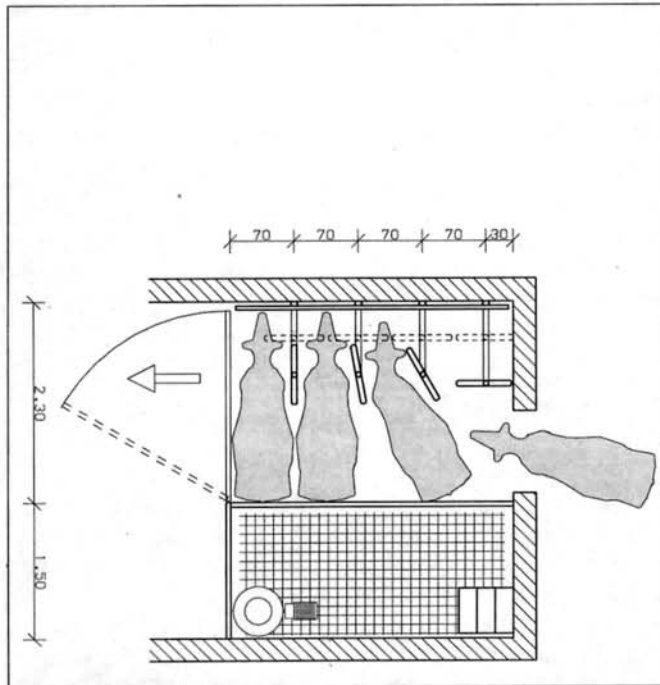


Abb. 7 (links) u. 8. (rechts). Der seitliche Standardaustrieb im Side by Side-Melkstand ermöglicht eine kürzere Bauweise des Melkstandes gegenüber dem frontseitigem Schnellaustrieb. Demgegenüber lässt dieser ein gemeinsames Auslassen aller Kühe zugleich aus dem Melkstand zu.

seiner Melkarbeit ständig darauf achten muss, nicht mit Kot und Harn beschmutzt zu werden.

Das Ansetzen der Melkzeuge zwischen den Hinterbeinen hindurch bedeutet eine gewisse Umgewöhnung für Mensch und Tier. Nach einer kurzen Eingewöhnungszeit lassen sich aber alle Kühe bereitwillig auf diese Weise melken. Beim maschinellen Nachgemelk ist die Arbeitsposition für den Melker nicht so günstig wie im Fischgräten- oder im Tandem-Melkstand. Deshalb wird beim Parallel-Melkstand häufig auf das maschinelle Nachgemelk verzichtet bzw. es wird nur dann durchgeführt, wenn es wirklich notwendig ist. Verschiedene Betriebsleiter setzen auch gleich eine Abnahmeautomatik ein und verzichten zugunsten einer höheren Melkleistung gänzlich auf ein Nachgemelk.

Untersuchte Verfahren und Methodik

In der vorliegenden Untersuchung erfolgten Zeitmessungen auf sechs schweizerischen Betrieben mit Side by Side-Melkständen. Die am häufigsten vertretenen Melkverfahren sind hierbei der 1×4- und der 1×6-Melkstand, jeweils mit schnellem Frontaustrieb. Aus Platz- und Kostengründen sind zweiseitige Parallelmelkstände bei den relativ kleinen Bestandesgrössen in der Schweiz kaum verbreitet. Die untersuchten Melkstände waren teilweise mit automatischer Melkzeugabnahme sowie Milchmengenmessung ausgestattet. Die Melkarbeiten wurden grundsätzlich von einer einzigen Arbeitsperson durchgeführt. Treibhilfen für das Eintreiben der Kühe in den Melkstand wurden auf keinem Betrieb eingesetzt. Lediglich für die jeweils letzte Gruppe zu melkender Kühe musste der Melker den Melkstand verlassen, um einzelne Kühe einzutreiben. Das Auslassen der Milchkuhe aus dem Melkstand mittels frontseitigem Schnellauslass wurde von allen Landwirten als sehr positiv beurteilt. Insbesondere eine Integration des Melkstandes in den Stall und der direkte Blickkontakt auf frisch vorgelegtes Futter auf dem Futtertisch beschleunigt das Auslassen der Kühe aus dem Melkstand.

Die Arbeitszeitmessungen erfolgten auf der Zeitelementstufe. Auf jedem Betrieb wurde eine Probemessung vorgenommen, um den genauen Arbeitsablauf zu erfassen. Anschliessend erfolgten zwei Wiederholungen als Abend- und Morgenmessungen. Das Datenmaterial wurde nach der Aufbereitung auf Normalverteilung überprüft und in Planzeitwerte und -funktionen überführt. Diese arbeitswirtschaftlichen Grunddaten bilden die Voraussetzung für die nachfolgenden Kalkulationen und Modellrechnungen.

Routinearbeiten im Side by Side-Melkstand

Die anfallenden Routinearbeiten sind bei jeder einzelnen zu melkenden Kuhgruppe durchzuführen. Tabelle 2 enthält die erfassten Routinearbeiten im Vergleich mit in- und ausländischen Literaturwerten. Es wird dabei ersichtlich, dass teilweise grosse Abweichungen bei einzelnen Arbeitsabschnitten vorhanden sind. Insbesondere der Arbeitsabschnitt «Euter vorbereiten», der aus den Arbeitselementen «Euterreinigung» und «Anrüsten» besteht, ist mit

früheren Untersuchungen in Fischgräten-Melkständen nur bedingt zu vergleichen.

Die grundsätzlich niedrigeren Arbeitszeitbedarfswerte in der Literatur für die Arbeitsabschnitte «Kuh einlassen» sowie «Kuh auslassen» lassen sich auf die relativ kleinen Melkstandgrössen in der Schweiz zurückführen. Diese beiden Abschnitte werden in der Regel für eine Melkgruppe gemessen und anschliessend auf die jeweiligen Kühe umgerechnet. Abbildung 9 zeigt anhand einer Planzeitfunktion, dass auch unter schweizerischen Bedingungen der Arbeitszeitbedarf für das Ein- und Auslassen mit zunehmender Anzahl Plätze im Melkstand noch stark reduziert werden kann.

In der Untersuchung wurden nur Melkstände mit frontseitigem Schnellaustrieb beobachtet. Dies ist aus verfahrenstechnischer Sicht als durchaus positiv zu bewerten, da das Auslassen der Kühe nach dem Melken sehr zügig vonstatten geht. Es wird dadurch allerdings mehr Raum für den gesamten Melkstand notwendig, als dies beim Standardaustrieb der Fall ist (siehe Abb. 8). Nennenswerte arbeitswirtschaftliche Vorteile werden erst bei grösseren Beständen erkennbar, da der relative Anteil für das Auslassen einer Kuh aus dem Melkstand weniger als 8% der Routinearbeiten beträgt (siehe Abb. 10).

Tabelle 2: Routinearbeiten im Gruppen-Melkstand (eigene Werte und Literaturvergleich)

Arbeitsabschnitt	Autor			
	Näf (1977)	Ordloff (1972/95)	Rabold (1983)	Eigene Messungen
	Angaben in AKmin/Kuh			
Kuh einlassen	0,10	0,11	0,08	0,20
Euter vorbereiten	0,25	0,43	0,63	0,50
Melkzeug ansetzen	0,20	0,23	0,20	0,20
Nachmelken (Maschinell)	0,38	0,65	0,33	0,37
Melkzeug abnehmen	0,08	0,12	0,07	0,05
Euterkontrolle/Dippen	0,14	0,23	0,10	0,12
Kuh auslassen	0,10	0,02	0,08	0,12
Total	1,3	1,8	1,5	1,6

Melkleistung je Stunde

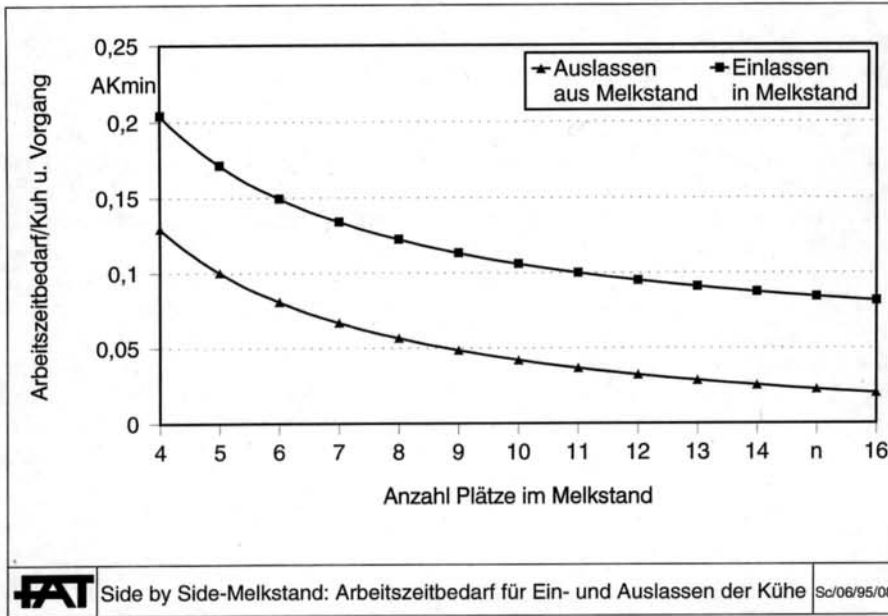


Abb. 9. Mit zunehmender Anzahl Plätze im Melkstand lässt sich der Zeitbedarf für Ein- und Auslassen in den Melkstand stark reduzieren.

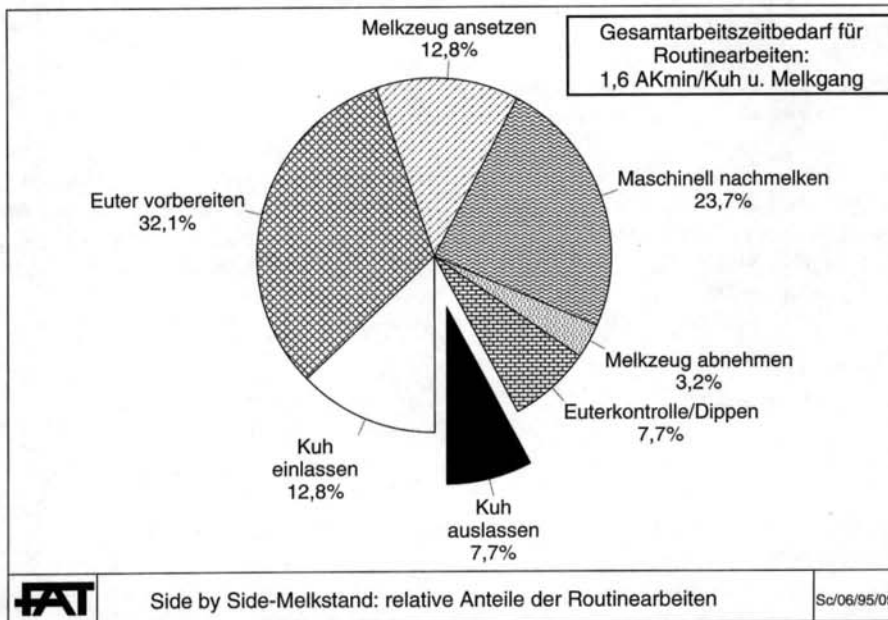


Abb. 10. Die Routinearbeiten sind von der Bestandesgrösse weitestgehend unabhängig. Das Auslassen der Kühe aus dem Melkstand beträgt weniger als 8% der gesamten Routinearbeiten und wird deshalb arbeitswirtschaftlich erst bei grösseren Beständen interessant.

Tabelle 3: Mögliche Stundenleistung in verschiedenen Side by Side-Melkständen (Werte gerundet)

Melkstandtyp	Gemolkene Kühe je Stunde	
	Ohne automatische Melkzeugabnahme	Mit automatischer Melkzeugabnahme
1 x 4	22	26
1 x 6	27	34

Für die Stundenleistung in einem Melkstand sind die Dauer der Routinearbeiten und des Maschinenhauptgemelkes zu berücksichtigen. Je schneller die Routinearbeiten durchgeführt werden und je kürzer das Maschinenhauptgemelk ist, um so mehr Kühe können je Stunde gemolken werden. Der Einsatz verschiedener technischer Hilfsmittel (Stimulationshilfen, automatische Melkzeugabnahme) kann zu einer weitergehenden Reduktion des Arbeitszeitbedarfes für die Routinearbeiten führen. Allerdings ist darauf zu achten, dass die Arbeitsabschnitte «Euter vorbereiten» und «Euterkontrolle» dennoch sorgfältig ausgeführt werden, damit keine Gesundheitsprobleme auftreten. Verschiedene Betriebsleiter verzichten auf den Arbeitsabschnitt «Maschinell nachmelken» vollständig und sparen so bis zu einem Viertel der Routinearbeitszeit ein. Dies kann dann allerdings zu Lasten der Milch- und Fettleistung gehen.

Die Dauer des Maschinenhauptgemelkes kann der Landwirt nur mittelfristig über die Selektion oder den Zukauf von Kühen mit hohem mittleren Minutenmelk verkürzen.

Tabelle 3 zeigt die Stundenleistung in den verschiedenen untersuchten Melkstandtypen mit und ohne automatische Melkzeugabnahme.

Die durchschnittliche Dauer für das Maschinenhauptgemelk betrug auf den Untersuchungsbetrieben 5,35 Minuten (2,3–7,4 Minuten). Die gemessene Milchleistung lag im Durchschnitt bei 9,8 kg (9,2–10,8 kg) je Gemelk. In der Untersuchung wurden Milchkühe der Rassen «Schwarzbunt» und «Braunvieh» berücksichtigt. Die durchschnittliche Milchleistung der Betriebe lag bei 6050 kg (4800 kg–7400 kg) je Kuh und Jahr. Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass automatische Melkzeugabnahmen zu einer deutlichen Steigerung der Melkleistung führen. Insbesondere bei grösseren einreihigen Melkständen ist der Einsatz sinnvoll, da je nach Dauer des Maschinenhauptgemelkes bei jeder zu melkenden Gruppe Wartezeiten von mehr als vier Minuten anfallen. Dieser Zeitabschnitt kann durch den Einsatz von Abnahmeautomaten noch leicht verlängert ge-

nutzt werden. Ist der Melkstand direkt in den Stall integriert und in der Nähe des Futtertisches angelegt, können während der Wartezeiten Fütterungsarbeiten für die schon gemolkenen Kühe vorgenommen werden. Gleichzeitig ist die Kontrolle der Melkarbeit möglich.

Rüst- und Reinigungsarbeiten bei Side by Side-Melkständen

Vor und nach jeder Melkzeit fallen weitestgehend unabhängig von Bestandes- und Melkstandgrösse verschiedene Rüst- und Reinigungsarbeiten an. Dies sind: «Allgemeine Vor- und Nacharbeiten», «Vorbereiten der Melkzeuge», «Filter einsetzen und nach dem Melken wieder herausnehmen», «Melkzeuge reinigen», «Melkzeuge in Spülbecher einsetzen» und «Melkstand reinigen». Die erwähnten Arbeiten haben keinen wesentlichen Einfluss auf die Melkleistung je Stunde, da sie in der Regel nicht während der Melkarbeiten ausgeführt werden. Für den Arbeitszeitbedarf je Milchkuh und Melkzeit sind sie allerdings zu berücksichtigen. In Abbildung 11 ist der Arbeitszeitbedarf für die Rüst- und Reinigungsarbeiten dargestellt. Dadurch, dass sie unabhängig von der Bestandesgrösse anfallen, wird deutlich, dass mit zunehmender Zahl zu melkender Kühe der Arbeitszeitbedarf pro Einzelkuh reduziert werden kann.

Gesamtzeitbedarf

Der gesamte Zeitbedarf für das Melken einer Milchkuh setzt sich aus **Routinearbeiten, Maschinenhauptgemelkszeit** sowie den **Rüst- und Reinigungsarbeiten** zusammen. Somit wird deutlich, dass bei zunehmender Bestandesgrösse, unveränderten Routinearbeitszeiten und gleicher Maschinenhauptgemelkszeit der Zeitbedarf pro gemolkene Kuh durch den geringeren Anteil an den Rüst- und Reinigungsarbeiten gesenkt werden kann (siehe Abb. 12).

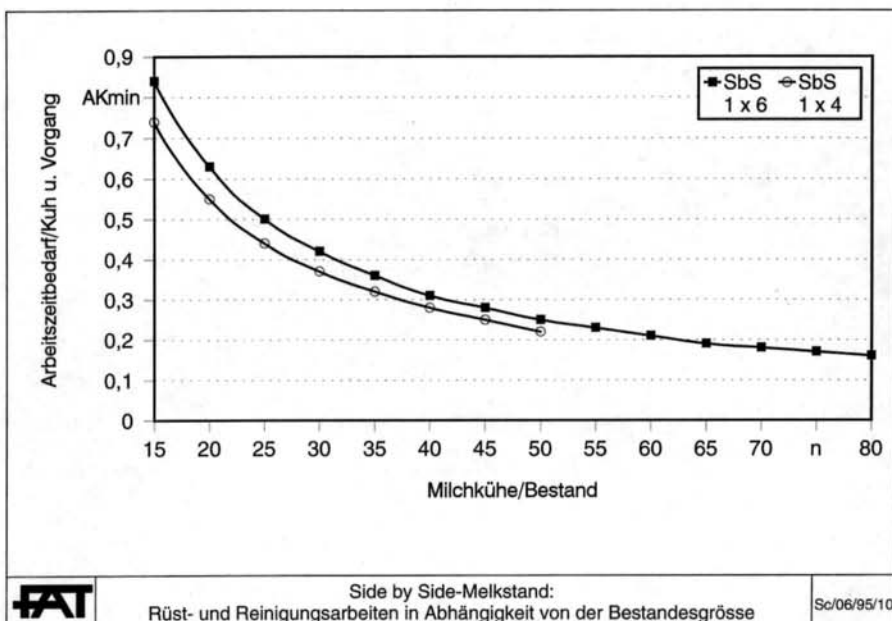


Abb. 11. Der Arbeitszeitbedarf für Rüst- und Reinigungsarbeiten hängt von der Bestandesgrösse ab. Diese Arbeiten werden vor und nach dem Melken durchgeführt und beeinflussen deshalb nicht die Melkleistung je Stunde.

Die Dauer des Maschinenhauptgemelkes ist von Betrieb zu Betrieb bzw. von Kuh zu Kuh sehr unterschiedlich. In Abbildung 13 ist daher die Melkleistung in Side by Side-Melkständen bei unterschiedlicher Zeitdauer für das Maschinenhauptgemelk dargestellt. Auch die unterschiedliche Ausrüstung der Melkstände – mit und ohne automa-

tische Melkzeugabnahme – ist hierbei berücksichtigt. Es wird ersichtlich, dass sowohl die Verkürzung des Maschinenhauptgemelkes als auch der Einsatz einer Abnahmeautomatik die Melkleistung relativ stark ansteigen lassen können.

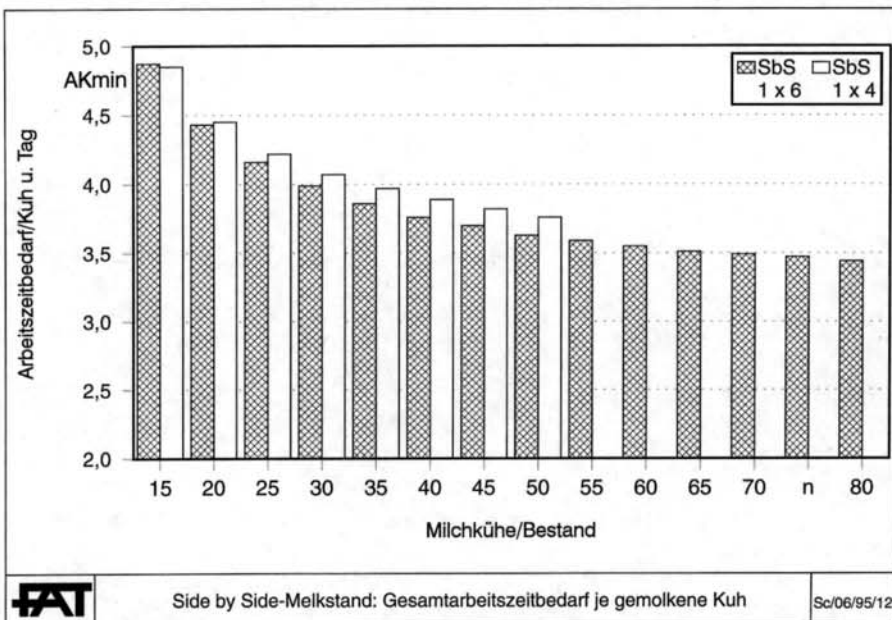


Abb. 12. Der Gesamtzeitbedarf je Kuh und Tag setzt sich aus den Routinearbeiten sowie den anteiligen Rüst- und Reinigungsarbeiten zusammen.

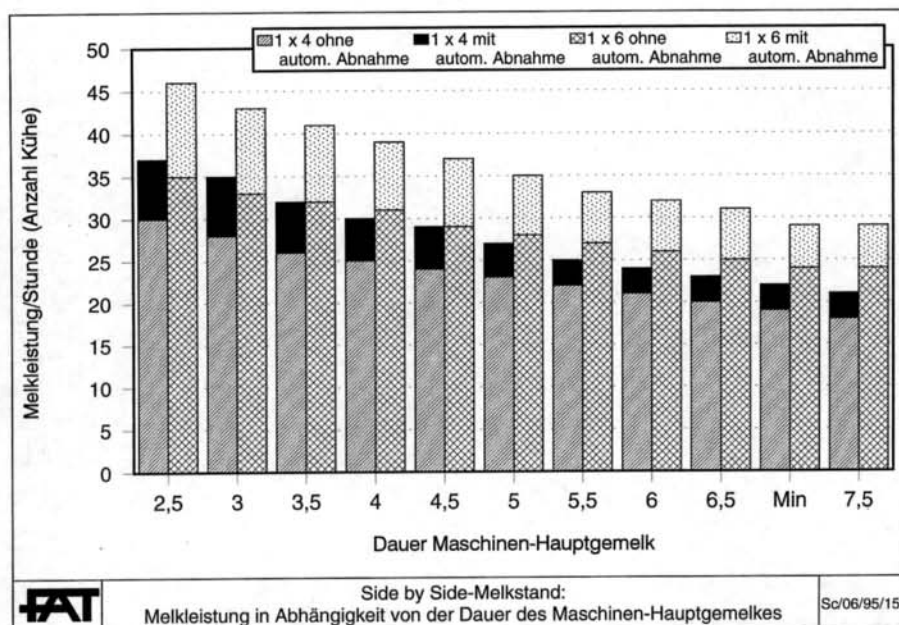


Abb. 13. Durch die Verlängerung des Maschinenhauptgemelkes wird zwangsläufig die Melkleistung je Stunde verringert. Der Einsatz einer Abnahmeautomatik kann die Melkleistung auch bei kleineren Melkständen deutlich verbessern.

Die Kosten der untersuchten Melkverfahren

Ausgehend von den Investitionen und dem ermittelten Arbeitszeitbedarf lassen sich die gesamten verfahrensabhängigen Kosten je Jahr berechnen.

Dabei empfiehlt es sich, die Kosten aus den drei Komponenten «bauliche Anlagen, mechanische Einrichtungen und Arbeitszeitbedarf» herzuleiten.

Aus **baulichen Anlagen** resultierende Kosten werden weitgehend durch das Bauvolumen bestimmt. Der Flächenbedarf des Melkstandes hängt nicht nur von der Melkstandgröße, sondern

auch vom Austrieb ab (frontal oder seitlich).

Die zugrunde gelegten notwendigen Investitionen und die jährlichen Kosten, sowohl für den Front- als auch für den Seitenaustrieb, sind in Tabelle 4 dargestellt. Beim Seitenaustrieb sind die jährlichen Kosten nur Fr. 14.- (1x4 Melkstand) bzw. Fr. 18.- (1x6 Melkstand) höher als beim Frontaustrieb. Die **Kosten der mechanischen Einrichtungen** oder mit andern Worten des Melkstandes mit Melkanlage fallen je nach Verfahren und Lieferfirma sehr unterschiedlich an. Tabelle 4 beinhaltet eine Zusammenstellung der Investitionen in Abhängigkeit der Ausrüstung. Dabei ist zu beachten, dass in Anbetracht der recht unterschiedlichen Firmenpreise die aufgeführten Preise nur als Richtwerte gelten können. Die Zusammenstellung bringt jedoch zum Ausdruck, dass die Ausrüstung sehr grosse Auswirkung auf die Investitionen hat.

Die jährlichen Kosten des Melkstandes sind in Fixkosten und variable Kosten zu unterteilen.

Zu den Fixkosten zählen: Abschreibung (8,3%), Zins (3,6%), Reparaturen (0,8%), Versicherung (0,2%), Servicekosten mit Verrechnung der nötigen Austausch- und Verschleissteile sowie die Energie- und Hilfsstoffkosten für die täglichen Reinigungen. Gemäss Tabelle 4 machen die Kosten für den jährlichen

Tabelle 4: Investitionen und jährliche Kosten der Gebäude und mechanischen Einrichtungen sowie Arbeitszeitbedarf

Melkverfahren	Gebäude				Mechanische Einrichtungen					Jährlicher Arbeitszeitbedarf		
	Investitionen		Jährliche Kosten 7,4 %		Investitionen	Jährliche Kosten			Variable Kosten	Rüst- und Reinigungsarbeiten AKh total	Melken AKh je Kuh	
	Front-austrieb	Seiten-austrieb	Front-austrieb	Seiten-austrieb		Fixkosten						
						Abschreibungen, Zins, Reparaturen, Versicherung ¹⁾ 12,9 %	Servicekosten Verschleissteile Täggl. Reinigung	Total				
Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr./Kuh					
Side by Side-Melkstand 1x4 mit 4 ME	A	4900	5100	363	377	12 000	1548	2504	4052	7	160	30
	B	4900	5100	363	377	27 900	3599	3285	6884	7	160	28
	C	4900	5100	363	377	40 800	5263	3371	8634	7	160	24
Side by Side-Melkstand 1x6 mit 6 ME	A	5850	6100	433	451	18 700	2412	2840	5252	9	190	25
	B	5850	6100	433	451	32 500	4192	3747	7939	9	190	23
	C	5850	6100	433	451	49 600	6398	3871	10269	9	190	18

ME = Melkeinheit

A = Melken direkt in Kannen

B = Rohrmelkanlage mit Reinigungsautomat

C = Rohrmelkanlage mit Reinigungsautomat, Milchmengenmessgerät und automatischer Melkzeugabnahme

1) Abschreibung 8,3%; Zins 3,6% (entsprechend 6% vom durchschnittlich gebundenen Kapital); Reparaturen 0,8%; Versicherung 0,20%; Total: 12,9%

chen Service der Melkanlage, der Austausch der Verschleissteile und die tägliche Reinigung einen beträchtlichen Anteil der jährlichen Fixkosten aus. Die variablen Kosten beinhalten die Positionen: Energie (Strom für Melken) und Hilfsstoffe (Öl für Vakuumpumpe). Je nach Melkverfahren ist mit Fr. 7.– bis Fr. 9.– je Kuh und Jahr zu rechnen. Grundlage der Arbeitskosten ist der ermittelte Arbeitszeitbedarf. Der Arbeitszeitbedarf setzt sich aus den täglichen Rüst- und Reinigungsarbeiten und dem Melken zusammen. Laut Tabelle 4 liegt der jährliche Arbeitszeitbedarf für Rüst- und Reinigungsarbeiten beim 1×4-Melkstand um 30 AKh niedriger als derjenige für den 1×6-Melkstand. Der Arbeitszeitbedarf für das Melken hängt nebst der Kuhzahl auch vom gewählten Melkverfahren ab.

Tabelle 5: Beispiele für die Berechnung der Jahreskosten

Rahmenbedingungen: 22 Kühe
Bezug der Kosten und des Arbeitszeitbedarfes auf Tabelle 4

In Betracht gezogene Melkverfahren	Side by Side-Melkstand mit Frontaustrieb Rohrmelkanlage mit Reinigungsautomat	
	1 x 4	1 x 6
1. Gebäude und mechanische Einrichtungen		
1.1 Fixkosten:		
Gebäude	Fr. 363,00	433,00
Mechanische Einrichtung	Fr. <u>6884,00</u>	<u>7939,00</u>
Total	Fr. <u>7247,00</u>	<u>8372,00</u>
Anteil je Kuh	Fr. 329,40	380,55
1.2 Variable Kosten:		
Betrag je Kuh	Fr. <u>7,00</u>	<u>9,00</u>
1.3 Total	Fr. 336,40	389,55
	=====	=====
2. Arbeit		
Rüst- und Reinigungsarbeiten total	AKh 160,00	190,00
Anteilmässiger Arbeitszeitbedarf je Kuh	AKh 7,30	8,65
Melken je Kuh	AKh <u>28,00</u>	<u>23,00</u>
Total Arbeitszeitbedarf je Kuh	AKh <u>35,30</u>	<u>31,65</u>
Arbeitskosten bei Fr. 22,00/h	Fr. <u>776,60</u>	<u>696,30</u>
	=====	=====
3. Total Verfahrenskosten je Kuh	Fr. 1113,0	1085,9

Wahl des passenden Melkverfahrens

Bei den ersten Überlegungen einer Planungsphase treten die betrieblichen Voraussetzungen wie Neubau, Umbau, Kuhzahl und die Arbeitswirtschaft (Melkleistung, Arbeitserleichterung) als massgebende Kriterien auf. Die Prüfung bzw. Wahl des passenden Melkverfahrens erfolgt dementsprechend unter der Berücksichtigung der einzelnen Kostenelemente.

Die Bewertung der Arbeitszeit hängt davon ab, ob die mit einem Verfahren gewonnene Arbeitszeit anderweitig im Betrieb oder ausserhalb nutzbringend eingesetzt werden kann. Die Berechnung der Jahreskosten ist in den zwei folgenden Beispielen dargestellt (Tab. 5). Der 1×6er ist für einen Bestand von 22 Kühen rund Fr. 53.–/Jahr teurer als der 1×4er. Hingegen spart man pro Kuh und Jahr rund 4 AKh oder Fr. 80.–. Der 1×6er ist damit insgesamt etwas günstiger, womit beim Entscheid Platzverhältnisse, Ausdehnungsmöglichkeiten der Milchproduktion oder Arbeitsbelastung mehr gewichten werden.

Schlussfolgerungen

Einseitige Side by Side-Melkstände sind platzsparende und relativ kostengünstige Alternativen zu anderen Gruppenmelkständen (Fischgräten-Melkstand, Reihen-Melkstand). Sie bieten allerdings nicht den gleichen Arbeitskomfort wie ein Autotandem-Melkstand.

Der Schnellaustrieb im Melkstand bietet, insbesondere bei kleinen Beständen, nicht die gewünschte Steigerung der Melkleistung je Stunde. Deshalb ist er im Falle eines Neu- oder Umbaus in der Kostenplanung kritisch zu betrachten. Ist der Melkstand in den Stallraum integriert und kann vorhandener Raum (z.B. der Laufbereich) für den Austrieb der Kühe aus dem Melkstand genutzt werden, so ist der frontseitige Schnellaustrieb jedoch dem seitlichen Standardaustrieb vorzuziehen. Der Melkstand kann dadurch auch kürzer gebaut werden.

Aus ergonomischer Sicht sollten Side by Side-Melkstände mit Kotblechen und integrierten Abflusssinnen an den hinteren Abschränkungen ausgestattet

sein, um Melker und Melkzeuge vor anfallendem Kot und Harn zu schützen. Als vorteilhaft hat sich hierbei auch erwiesen, die «Kotbleche» aus Plexiglas zu gestalten, um einen besseren Sichtkontakt auf die Kühe zu ermöglichen. Das Melken im Melkstand bietet gegenüber der Melkarbeit im Anbindestall einige wesentliche Vorteile. Aus Platz- und Kostengründen sind Melkstände bei den relativ kleinen schweizerischen Bestandesgrössen noch nicht weit verbreitet. Der Side by Side-Melkstand bietet sich hier als mögliche Kompromisslösung an: Aufgrund seiner einfachen und kompakten Bauweise ist er sehr eigenleistungsfreundlich in bestehende Gebäude zu integrieren. Um Kosten zu sparen und dennoch die wesentlichen Vorteile des Melkstandes zu nutzen, kann zum Beispiel auch eine vorhandene Kannenmelkanlage im einfachen Melkstand eingesetzt werden.

Literatur

- Artmann R., 1990. Entwicklungsstand von Melkrobotern. Landtechnik 12/90, 45. Jahrg.
- Artmann R., 1993. Entwicklung und Erprobung bei Melkrobotern. Milchpraxis 31. Jg. 3.
- Engelland Th. u. Ernst E., 1994. Melktechnik im Laufstall. Betriebswirtschaftliche Mitteilungen der LK-Schleswig-Holstein, Nr. 474, S. 15 – 25
- Grimm H. und Schlaiss G., 1994. Melkställe richtig planen. Der Tierzüchter Nr. 7, S. 44 – 47
- Langbehn C. und Wahlers H.W., 1990. Chancen für den Melkroboter? Die Milchpraxis, 28. Jg.
- Näf E., 1988. Die Milchgewinnung in Melkställen. Blätter für Landtechnik Nr. 124, FAT-Tänikon
- Ordolff D., 1972. Der Arbeitszeitbedarf beim Melken in Melkställen. KTBL-Schrift 158, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup
- Ordolff D., 1988. Vollautomatisches Melken. RKL.
- Ordolff D., 1992. Melkstandanlagen. KTBL-Arbeitsblatt Nr. 1091
- Ordolff D. und Ebendorff W., 1995. Was bringen Schnellaustriebe bei Melkställen? DLZ Nr. 5, S. 82 – 85
- Schlüsen D., 1990. Robotereinsatz in der Landwirtschaft am Beispiel des Melkens. VDI/MEG Kolloquium Landtechnik, D-Braunschweig-Völkenrode, 5./6. Dezember 1990.
- Worstorff H., 1995. Die Kuh muss mitspielen. Kollege Roboter ist noch kein vollwertiger Ersatz. DLZ 1/95.