

ARBEITSWIRTSCHAFTLICHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN EINSATZ
MODERNER MELKVERFAHREN

H. Schön¹, H. Auernhammer², F. Freiburger³

- ¹ dipl.ing.agr., Institut für Landtechnik der TU-München, Vöttinger Straße 36, D-8050 Freising-Weihenstephan
- ² dipl.ing.agr., Institut für Landtechnik der TU-München, Vöttinger Straße 36, D-8050 Freising-Weihenstephan
- ³ ing.agr., Institut für Landtechnik der TU-München, Vöttinger Straße 36, D-8050 Freising-Weihenstephan

SYNOPSIS

Der hohe Arbeitsaufwand für den Milchentzug erfordert verbesserte Melkverfahren und Arbeitsorganisationen. Im ersten Teil des Referates erfolgt ein Überblick über die Methoden der Arbeitszeitanalyse (Zeitelementmethode und Bewegungselementmethode) und der Arbeitskalkulation (deterministische und stochastische) Modelle.

Im zweiten Teil wird über Arbeitszeitanalysen beim Einsatz teilautomatisierter Melkverfahren in der Praxis berichtet. Aus diesen Analysen werden mittels stochastischer Modelle Zeitnormen für moderne Melkverfahren erstellt und deren ökonomischer Einsatzbereich abgegrenzt.

Zum Schluß werden arbeitswirtschaftliche Ansätze zur weiteren Verbesserung der Melkarbeiten aufgezeigt.

Einleitung

Bisherige Bemühungen um arbeitswirtschaftliche Verbesserungen beim Melken hatten eine schnelle Milchabgabe zum Ziel (Züchtung auf hohe Melkgeschwindigkeit, Schnellmelker). Steigende Milchleistungen und milchhygienische Probleme verhinderten jedoch den gewünschten Erfolg. Derzeit ist es aussichtsreicher, von der vorgegebenen Maschinenhauptmelkzeit der Kühe auszugehen und zu versuchen, in dieser Zeitspanne gleichzeitig eine größere Zahl von Melkzeugen zu bedienen. So zeigten zahlreiche Arbeitsanalysen in der Praxis (Abb.1), daß mit steigender Anzahl von Melkeinheiten pro Arbeitskraft der Zeitaufwand für das Melken erheblich gesenkt wird.

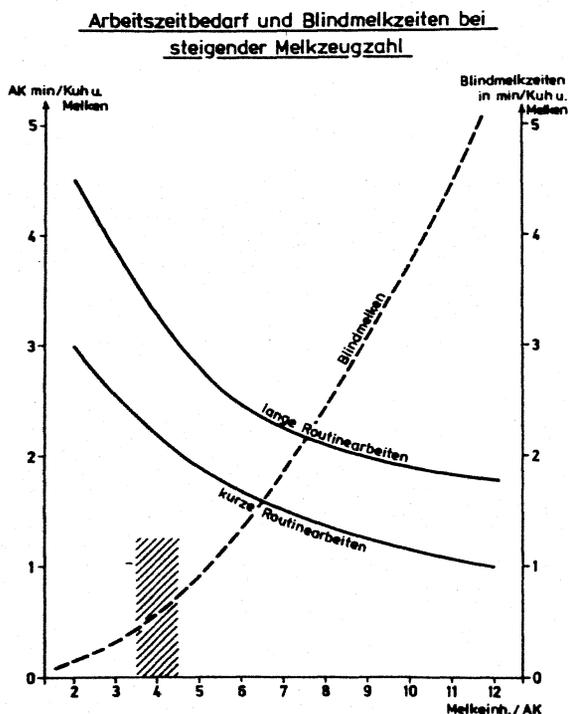


Abbildung 1

Dies gilt aber nur, wenn gleichzeitig die Routinearbeiten verkürzt werden. Dann läßt sich auch der Anteil der Melkarbeiten an den gesamten Stallarbeiten, der oft bis zu 60% beträgt, deutlich verringern.

Systeme teilautomatisierter Melkanlagen

Bei konventionellen Melkanlagen stößt jedoch eine größere Anzahl von Melkeinheiten je Arbeitskraft sehr schnell an die Grenzen der Arbeitsbelastung und Eutergesundheit. Hier ist nämlich die Arbeitskraft infolge der individuellen Maschinenhauptmelkzeiten der einzelnen Kühe nicht mehr in der Lage, die Melkzeuge rechtzeitig abzunehmen. Es kann bereits bei 4 Melkeinheiten je Arbeitskraft zu erheblichen Blindmelkzeiten kommen, die die Eutergesundheit und langfristig gesehen auch die Milchabgabe negativ beeinflussen. Teilautomatisierte Melkzeuge dagegen vermeiden bzw. schränken das Blindmelken ein und ermöglichen einen rationellen Arbeitsablauf. Sie übernehmen damit im Grunde einzelne Überwachungs- und Routinearbeiten, die bisher vom Melker durchzuführen waren. Durch kurze Wege und eine schnelle Erledigung der Routinearbeiten wird eine physische Entlastung der Arbeitskraft erreicht, und gegebenenfalls kann das Arbeitselement "Melkzeug abnehmen" eingespart werden.

Dadurch kann eine Arbeitskraft mehr Melkzeuge bedienen und damit beim Melken höhere Arbeitsleistungen erzielen, ohne daß Tiergesundheit, Melkhygiene und Arbeitsqualität beeinträchtigt werden. Der Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge bringt jedoch nur bei einwandfreiem Zustand der Melkanlage und optimaler Arbeitstechnik einen zufriedenstellenden arbeitswirtschaftlichen Erfolg. Bei diesen teilautomatisierten Melkanlagen lassen sich zwei verschiedene Systeme unterscheiden (Abb.2):

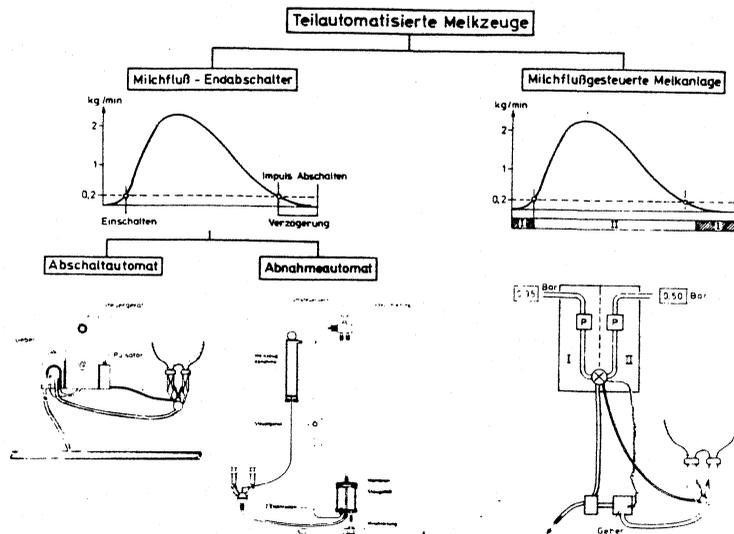


Abbildung 2

1. Milchflußendabschalter

Sinkt bei den Milchflußendabschaltern gegen Ende des Melkens der Milchfluß unter 200g/min, leitet ein Gerber im Milchschauch nach Unterschreiten der 200g-Schwelle einen Impuls an ein Steuergerät weiter, das nach einer Verzögerung von ca. 20 Sekunden den Melkvorgang unterbricht bzw. abschaltet.

- a) Bei den Abschaltautomaten wird pneumatisch oder elektronisch der Pulsator auf Entlastungsphase gesteuert, das Melkzeug bleibt am Euter haften, und eine Kontrolllampe oder ein Schauglas zeigen das Ende des Milchflusses an. Der Melker kann nach Beendigung anderer Routinearbeiten die Melkmaschine wieder einschalten und, falls erforderlich, nachmelken oder aber das Melkzeug sofort abnehmen. Im Anbindestall bedient so eine Arbeitskraft 4 bis 5 ME gleichzeitig, im Fischgrätenmelkstand und Melkkarussell sind sogar 10 bis 12 ME je AK ohne euterhygienische Nachteile einzusetzen.
- b) Bei den Abnahmeautomaten wird auf die Möglichkeit des Nachmelkens verzichtet. Durch das verzögerte Gebersi-

gnal wird nicht nur der Pulsator abgeschaltet, sondern auch das Vakuum im Milchschauch abgesperrt. Ein durch Vakuum oder Druckluft gesteuerter Abnahmezylinder zieht das Melkzeug mit einer Schnur oder einem Gelenkarm vom Euter ab. Solche Abnahmeautomaten sind nur in größeren Fischgrätenmelkständen ab 2x6 Buchten mit 12 ME und in Rundmelkständen ab 10 Buchten sinnvoll.

2. Milchflußgesteuerte Melkanlagen

Bei den milchflußgesteuerten Melkanlagen werden Vakuum und Pulsierung in Abhängigkeit vom Milchfluß gesteuert. Derzeit ist nur ein System auf dem Markt bei dem diese Steuerung in zwei Stufen erfolgt. Es ist sowohl im Anbindestall als auch im Melkstand einzusetzen. Bei einem Kurzzeitversuch dieser milchflußgesteuerten Melkzeuge verringerte sich die Maschinennachmelkzeit gegenüber der konventionellen Melkanlage um 23 %, was auf ein um 20 % niedrigeres Maschinennachgemelk zurückzuführen war.

Arbeitswirtschaftliche Umstellungsversuche in der Praxis

Um den arbeitswirtschaftlichen Effekt dieser teilautomatisierten Melkanlagen beurteilen zu können, wurden in ausgewählten Betrieben Umstellungsversuche durchgeführt. Dabei erfolgte eine detaillierte Arbeitszeitanalyse mit 4- bis 8-facher Wiederholung vor und nach der Umstellung auf teilautomatisierte Melkzeuge. Arbeitskraft und Herde waren damit vor und nach der Umstellung nahezu identisch. Abbildung 3 gibt die arbeitswirtschaftlichen Ergebnisse dieser Versuche im Anbindestall bei verschiedenen Betrieben wieder, wobei die Säulen den Arbeitszeitbedarf in min/Kuh und Melken, die in Klammern darübersetzten Zahlen die Arbeitsleistung in gemolkene Kühe je AKh zeigen.

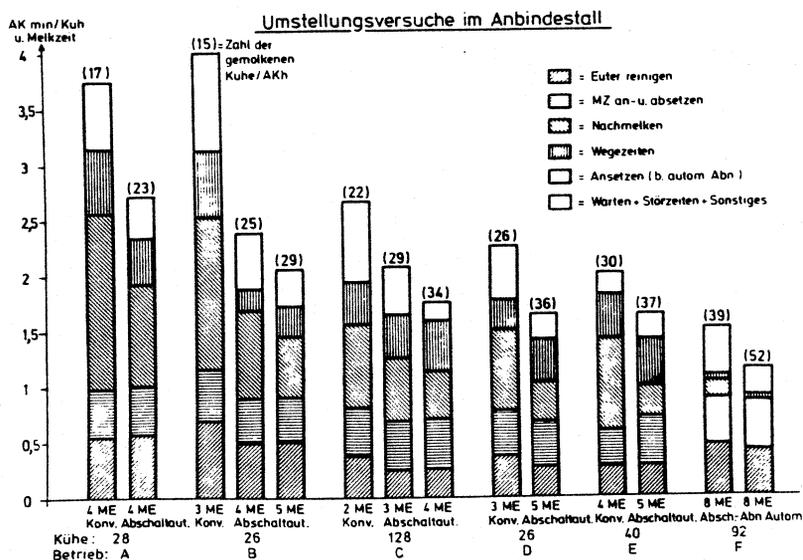


Abbildung 3

Allgemein konnte im Anbindestall eine spürbare Steigerung der Arbeitsleistung erzielt werden. Voraussetzung für den arbeitswirtschaftlichen Erfolg sind ein vereinfachter und standardisierter Arbeitsablauf und kürzere Nachmelkarbeiten, wie sie auf Grund der besseren Information über das Milchfließende möglich wurden. Dies wird beim Vergleich von Betrieb A und Betrieb B besonders deutlich. Während in Betrieb A durch langes Nachmelken und nach wie vor hohe organisatorisch bedingte Tätigkeitsunterbrechungen auch der Einsatz teilautomatisierter Melkeinheiten nur geringe Arbeitszeiteinsparungen brachten, konnte in Betrieb B durch einen standardisierten Arbeitsablauf und durch ein niedrigeres Maschinennachgemelk die Arbeitsleistung von 15 gemolkenen Kühen/AKh auf 29 Kühe/AKh gesteigert werden. In anderen Betrieben wurden mit 4 bzw. 5 Abschaltautomaten zwischen 34 und 37 Kühe/AKh gemolken. Die höchste Arbeitsproduktivität erzielte Betrieb F. Hier wurden versuchsmäßig 8 Abnahmeautomaten zu einem verschiebbaren Aggregat gekoppelt. Die hohe Arbeitsleistung war aber nur durch extrem kurze Maschinenhauptmelkzeiten von durchschnittlich 2,5 min/Kuh und niedrige Gesamtgemelke von 2 bis max. 5 kg zu erzielen. Bei üblichen Maschinenhauptmelkzeiten von 5-8 min/Kuh liegt die Arbeitsleistung wesentlich niedriger, da

-im Gegensatz zu einzelnen Melkeinheiten- mit dem gesamten Aggregat auf länger melkende Kühe gewartet werden muß.

Für hohe arbeitswirtschaftliche Anforderungen, vor allem aber wegen des besseren Arbeitskomforts, steht deshalb weiterhin der Melkstand im Vordergrund. Auch hier hängt der Erfolg teilautomatisierter Melkanlagen vom rationellen Arbeitsablauf und von der Zeit für die Routinearbeiten ab. Zusätzlich wird die Arbeitsleistung durch die Melkstandgröße entscheidend bestimmt, wie dies beim Vergleich der Umstellungsversuche im Betrieb J und einem 2x4 Fischgrätenmelkstand und Betrieb K und einem 2x8 Fischgrätenmelkstand deutlich wird (Abb. 4).

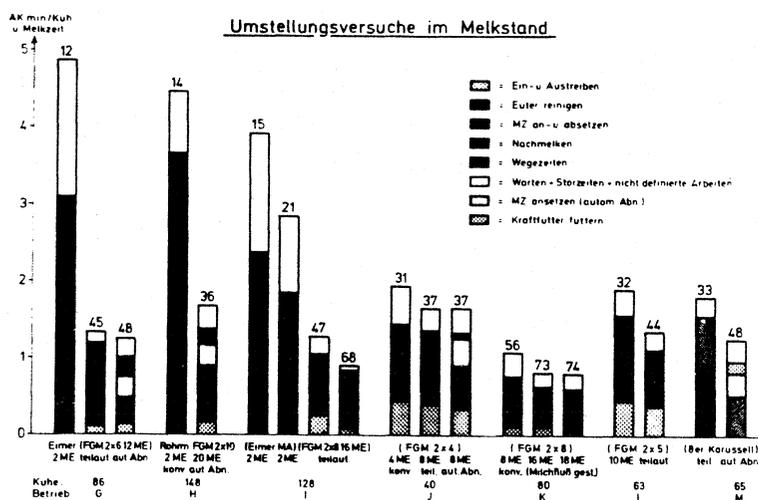


Abbildung 4

Nur in entsprechend großen Melkständen können verkürzte Wartezeiten und verringerte Routinearbeiten auch in höhere Arbeitsleistungen umgesetzt werden. Die Ergebnisse der Betriebe G und J zeigen aber auch, daß Abnahmeautomaten in kleineren und mittleren Melkständen nur geringe arbeitswirtschaftliche Effekte haben.

Arbeitswirtschaftliche Modelluntersuchungen

Praktische Umstellungsversuche ermöglichen aus arbeits-

wirtschaftlicher Sicht nur relative Vergleiche. Sie erlauben wegen der speziellen einzelbetrieblichen Bedingungen keine allgemeingültigen Aussagen. Dies ist besser mittels standardisierter Arbeitsmodelle und statistisch abgesicherter Zeitelemente möglich wie sie bereits in früheren Untersuchungen für das Melken durchgeführt wurden. Diese Ergebnisse - ausgedrückt in gemolkene Kühe/AKh- sind zusammen mit den Ergebnissen der praktischen Umstellungsversuche in Abbildung 5 zusammengefaßt.

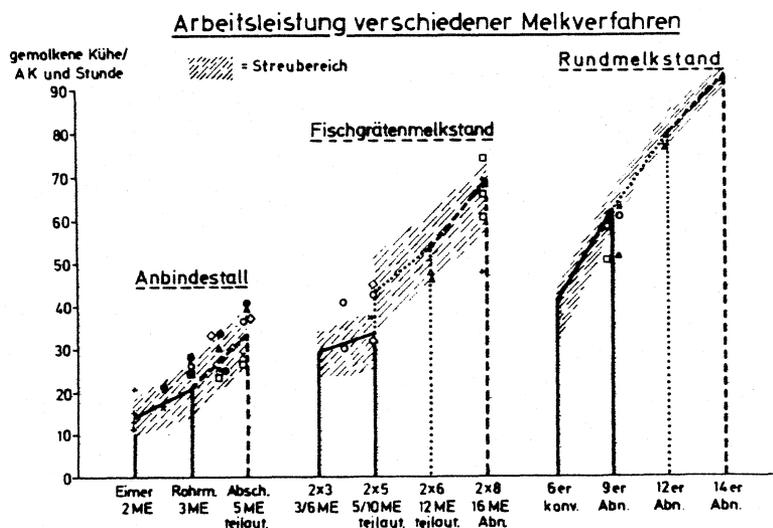


Abbildung 5

Ohne hier noch einmal auf die einzelnen Ergebnisse einzugehen, sei darauf hingewiesen, daß durch den Einsatz von 5 Abschaltautomaten/AK im Anbindestall Arbeitsleistungen von 30 - 40 Kühe/AKh möglich werden. Diese Leistungen liegen im Bereich des konventionellen Fischgrätenmelkstandes. Bei größeren Melkständen mit teilautomatisierten Melkzeugen kann die durchschnittliche Arbeitsleistung im 2x6 Fischgrätenmelkstand auf 55-60 und im 2x8 Fischgrätenmelkstand auf ca. 70 Kühe gesteigert werden, wobei beim Einsatz einer Nachtreibehilfe Spitzenleistungen von etwa 75 Kühen pro AKh möglich sind.

Größere Fischgrätenmelkstände sind wegen der zunehmenden Schwierigkeiten beim Gruppenwechsel der Kühe und wegen Überforderung der Arbeitskraft unrealistisch. Der Rundmelkstand bietet hier bessere Bedingungen. Höhere Arbeitsleistungen sind aber bei den Karussellmelkständen mit 6 Buchten nicht zu erzielen. In Verbindung mit teilautomatisierten Melkanlagen wird diese Melkstandform erst ab dem 9er, besser ab dem 12er Karussell interessant. Hier läßt sich auch die automatische Melkzeugabnahme einsetzen. Im 14er Karussell sind unter diesen Voraussetzungen Spitzenleistungen von über 90 gemolkenen Kühen pro Stunde möglich.

Verfügbare Melkzeit und Melkverfahren

Die Auswahl eines Melkverfahrens hängt u.a. von den täglich verfügbaren Arbeitsstunden für das Melken ab. Diese schwanken von zweimal täglich 1,5 Stunden in gemischt bäuerlichen Betrieben, zweimal 3 Stunden täglich im Lohnarbeitsbetrieb bis hin zum Schichtbetrieb mit weitgehender Auslastung. In Abbildung 6 kann das entsprechende Melkverfahren in Abhängigkeit von den täglich verfügbaren Melkzeiten und der Herdengröße abgelesen werden.

Ohne hier noch einmal auf die einzelnen Ergebnisse einzugehen, sei darauf hingewiesen, daß durch den Einsatz von 5 Abschaltautomaten/AK im Anbindestall Arbeitsleistungen von 5 Abschaltautomaten/AK im Anbindestall Arbeitsleistungen von 30 - 40 Kühe/AKh möglich werden. Diese Leistungen liegen im Bereich des konventionellen Fischgrätenmelkstandes. Bei größeren Melkständen mit teilautomatisierten Melkzeugen kann die durchschnittliche Arbeitsleistung im 2x6 Fischgrätenmelkstand auf 55-60 und im 2x8 Fischgrätenmelkstand auf ca. 70 Kühe gesteigert werden, wobei beim Einsatz einer Nachtriebhilfe Spitzenleistungen von etwa 75 Kühen pro AKh möglich sind.

Größere Fischgrätenmelkstände sind wegen der zunehmenden Schwierigkeiten beim Gruppenwechsel der Kühe und wegen Überforderung der Arbeitskraft unrealistisch. Der Rundmelkstand bietet hier bessere Bedingungen. Höhere Arbeitsleistungen

sind aber bei den Karussellmelkständen mit 6 Buchten nicht zu erzielen. In Verbindung mit teilautomatisierten Melkanlagen wird diese Melkstandform erst ab dem 9er, besser ab dem 12er Karussell interessant. Hier läßt sich auch die automatische Melkzeugabnahme einsetzen. Im 14er Karussell sind unter diesen Voraussetzungen Spitzenleistungen von über 90 gemolkene Kühen pro Stunde möglich.

Verfügbare Melkzeit und Melkverfahren

Die Auswahl eines Melkverfahrens hängt u.a. von den täglich verfügbaren Arbeitsstunden für das Melken ab. Diese schwanken von zweimal täglich 1,5 Stunden in gemischt bäuerlichen Betrieben, zweimal 3 Stunden täglich im Lohnarbeitsbetrieb bis hin zum Schichtbetrieb mit weitgehender Auslastung. In Abbildung 6 kann das entsprechende Melkverfahren in Abhängigkeit von den täglich verfügbaren Melkzeiten und der Herdengröße abgelesen werden.

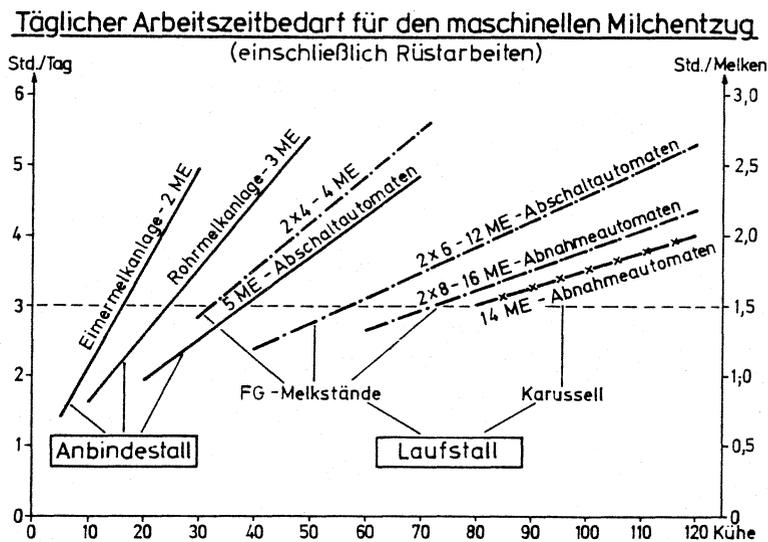


Abbildung 6

Unterstellt man eine zumutbare tägliche Arbeitszeit für den Melkvorgang von 3 Stunden, also 1,5 Stunden je Melken, dann erfüllt diese Forderung im Anbindestall die Eimermelkanlage mit 2 Melkeinheiten bis zu Bestandesgrößen von etwa

17 Kühen, die Rohrmelkanlage mit 3 Melkzeugen bis zu Beständen von etwa 24 Kühen, die Rohrmelkanlage mit 5 Melkzeugen und Abschaltautomaten jedoch bis zu Bestandesgrößen von etwa 40 Kühen. Im Laufstall mit Melkstand liegen ähnliche Abstufungen vor. Beim kleineren Fischgrätenmelkstand mit 2x4 Buchten wird dieser Grenzwert bei Bestandsgrößen von etwa 33 Kühen erreicht, jedoch beim größeren Fischgrätenmelkstand mit 2x6 Buchten und Abschaltautomaten bereits auf Bestände bis zu etwa 60 Kühe ausgedehnt; für größere Familienbetriebe kommen also die Vorteile der teilautomatisierten Melkzeuge durch erhebliche Verkürzungen der täglichen Melkarbeitszeit voll und ganz zum Tragen.

In größeren Kuhbeständen werden jedoch auch die Abnahmeautomaten in Verbindung mit Großmelkständen interessant, besonders dann, wenn im Lohnarbeitsbetrieb eine sehr hohe Arbeitsproduktivität erreicht werden muß.

Ökonomische Zuordnung teilautomatisierter Melkzeuge

Entscheidend für die Auswahl eines Melkverfahrens sind jedoch die Gesamtkosten der einzelnen Arbeitsverfahren. Sie setzen sich zusammen aus den Maschinenkosten (Abschreibung, Zins, Reparatur, Wartung, Verbrauchsmaterial, Betriebskosten), Gebäudekosten (Abschreibung, Zins, Gebäudeunterhalt) und den Arbeitskosten (Arbeitszeitbedarf für das Melken je Kuh und Jahr multipliziert mit dem Lohnanspruch). Diese Gesamtkosten der Arbeitserledigung je Kuh und Jahr sind in Abhängigkeit von der Herdengröße bei Arbeitserledigung mit konventionellen bzw. mit teilautomatisierten Melkzeugen in Abb. 7 wiedergegeben; es werden 7% an Gebäudekosten, beim Melkstand 15% an Maschinenkosten und ein Lohnanspruch von 15 DM/Std. unterstellt.

Beim Vergleich der in der Praxis bedeutendsten Verfahren Rohrmelkanlage im Anbindestall und Fischgrätenmelkstand im Laufstall verschiebt sich die Grenze der Rentabilität von 25 bis 30 Kühen auf 40 bis 50 Kühe. Erst in diesen Bestandsgrößen ist der mit teilautomatisierten Melkzeugen ausgestattete 2x5 bis 2x6 Fischgrätenmelkstand den verbesserten

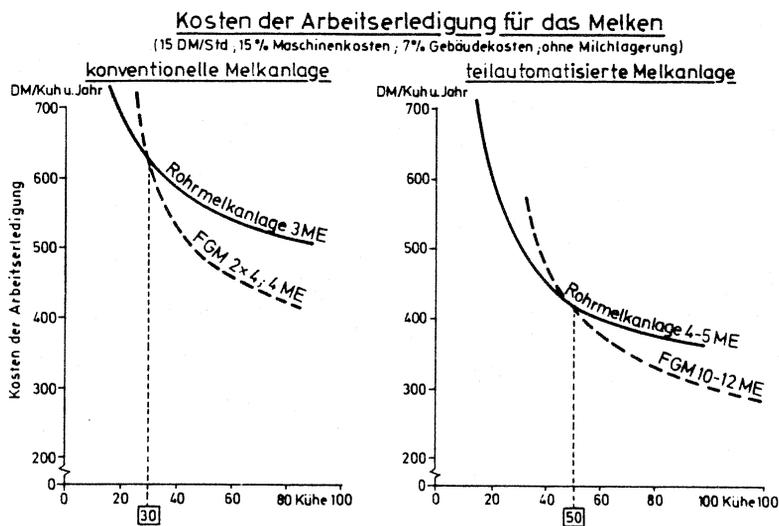


Abbildung 7

Melkverfahren im Anbindestall überlegen. Bei der Kalkulation der Kosten für die Arbeitserledigung wirkt sich der eingesetzte Lohnanspruch in großem Umfang auf die Gesamtkosten aus. Werden Arbeitszeit und Arbeitsleistung hoch bewertet, so steigen zwar die Kosten pro Kuh und Jahr, aber die hochmechanisierten Melkverfahren kommen schon bei relativ kleinen Herden zum Einsatz. Wird umgekehrt der monetäre Wert der Arbeit niedrig veranschlagt, dann läßt sich mit den einfacheren Melkverfahren selbst in größeren Herden noch ökonomisch sinnvoll arbeiten.

Insgesamt gesehen ergibt sich die in Abb.8 dargestellte Zuordnung der einzelnen Melkverfahren (bei 10,- DM Lohnanspruch):

Demnach ist bis zu einer Herdengröße von 12-15 Kühen die Einmermelkanlage als die kostengünstigste Lösung anzusehen. Darüberhinaus bringt die Rohrmelkanlage nicht nur eine bedeutende Arbeitserleichterung, sondern auch Kosteneinsparungen. Bereits ab 25-30 Kühen ist der Einsatz von 4-5 Abschaltautomaten kostengünstig. Bei vorhandenen Anbindeställen ermöglichen also Milchflußendabschalter eine

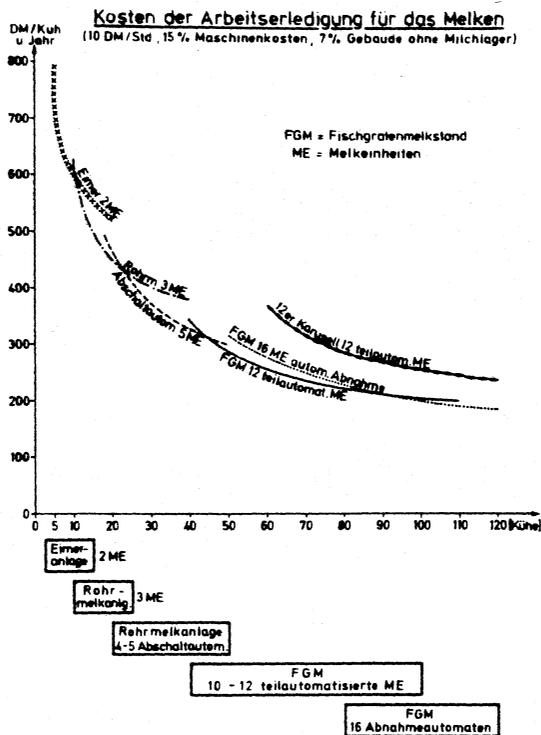


Abbildung 8

billige und ökonomische arbeitswirtschaftliche Sanierung, die in Herden bis zu 50 Kühen zu empfehlen ist.

Betriebe, die neu bauen und sich auf Milchviehhaltung spezialisieren, sollten über einen erweiterungsfähigen Freß- oder Liegeboxenlaufstall mit Melkstand verfügen, dessen Größe und Form sich nach der Finanzierung und den täglichen Zeitspannen für die Melkarbeit richtet. Die unterste Grenze liegt beim 2x5 Fischgrätenmelkstand mit 10 Abschaltautomaten. Bei langfristiger Planung mit einer Bestandsausweitung ist der 2x6 Fischgrätenmelkstand mit 12 Abschaltautomaten bzw. Abnahmeautomaten als optimale Größe anzusehen. Der 2x8 Fischgrätenmelkstand wird in Herden zwischen 80-90 Kühen ökonomisch interessant. Das arbeitswirtschaftlich sinnvolle Melkkarussell mit 12 Buchten erfordert Herden ab etwa 120 Kühen. Bei diesen beiden letzten Verfahren, die sich besonders für Lohnarbeitsbetriebe eignen, läßt sich die automatische Melkzeugabnahme

einsetzen. Sie vermeidet als einzige technische Lösung nach Milchflußende das Blindmelken und den Vakuumeinfluß auf die Zitze. Sie setzt jedoch aber auch voraus, daß die Kühe die Milch vollständig abgeben und nicht nachgemolken werden.

Diese Zuordnung der einzelnen Melkverfahren darf aber nicht als alleiniger Maßstab verstanden werden. Unterschiedliche Lohnansprüche, zukünftige Aufstockungsmöglichkeiten, vorgegebene Zeiten für die Melkarbeiten, vor allem an Wochenenden und Feiertagen, können andere Verfahren im Einzelfall rechtfertigen. Eine optimale Melkarbeit wird schließlich nur dann möglich sein, wenn es gelingt, ein modernes Melkverfahren mit teilautomatisierten Melkzeugen in das gesamte Stallsystem einzufügen und zu einer aus arbeitswirtschaftlicher, baulicher und ökonomischer Sicht einwandfreien Lösung zu integrieren.