

Prof. Dr. H. L. Wenner, Dr. H. Schön, Welhenstephan\*), u. Dipl.-Ldw. Ch. Pertzsch, Gießen\*\*)

## Optimale Buchten- und Melkzeugzahl beim Fischgrätenmelkstand

Um eine hohe Arbeitsleistung beim Melken zu erzielen, muß versucht werden, in der durch die Milchflußzeit gegebenen Zeitspanne möglichst viele Tiere gleichzeitig zu melken. Besonders günstige Voraussetzungen hierfür bietet der größere Fischgrätenmelkstand. Die arbeitswirtschaftlich erwünschte Steigerung von Buchten- und Melkzeugzahl wird aber durch zunehmendes Blindmelken begrenzt, dessen Ursachen in einer Überlastung der Arbeitskraft zu suchen sind. Es ist deshalb notwendig, je nach Milchflußzeit und erforderlichen Nachmelkarbeiten die für eine Herde optimale Buchten- und Melkzeugzahl zu bestimmen.

Darüber hinaus ist es möglich, durch technische Verbesserungen die Nachmelkarbeiten zu verringern und durch die Verwendung „teilautomatisierter“ Melkmaschinen Blindmelkzeiten auszuschalten, so daß in Zukunft eine Steigerung der Melkzeug- und Buchtenzahl je Arbeitskraft und damit auch eine wesentliche Verbesserung der

Arbeitsleistung beim Melken erreicht werden kann.

Eine beschleunigte Milchabgabe wird bereits seit längerer Zeit durch züchterische Selektion auf höhere Melkgeschwindigkeit versucht. Diesem Bemühen war aber nicht immer voller Erfolg beschieden: Durch steigende Milchleistung verkürzte sich — trotz höherer Melkgeschwindigkeit — der Arbeitsaufwand für das Melken nicht; und zum anderen ist, wie verschiedene Untersuchungen nachweisen, die Möglich-

keit einer züchterischen Beeinflussung gerade bei diesem Merkmal äußerst schwierig und langwierig. Erfolgreicher ist es, von der Milchabgabezeit auszugehen und zu versuchen, in der so gegebenen Zeitspanne möglichst viele Tiere gleichzeitig zu melken.

### Melkzeug- und Buchtenzahl bestimmen die Arbeitsleistung

Bei diesem Bestreben bieten die zum Laufstall gehörenden Melkstände — insbesondere Fischgrätenstände —, bei denen nur kurze Wege von Euter zu Euter zurückzulegen sind und so von einer Arbeitskraft mehrere Melkzeuge gleichzeitig betreut werden können, günstige Voraussetzungen. Wie aus einer Vergleichsuntersuchung hervorging\*\*\*), üben Melkzeug- und Buchtenzahl dabei einen entscheidenden Einfluß auf die Arbeitsleistung beim Melken aus (Abb. 1).

\*\*\*) Diese Untersuchungen wurden im Versuchsgut Marienborn des Instituts für landw. Betriebslehre mit finanzieller Unterstützung des KTBL durchgeführt. Herrn Prof. Dr. Meimberg und dem KTBL sei an dieser Stelle gedankt.

\*) Landtechnik Welhenstephan, TU München

\*\*\*) Institut für Landtechnik der J. L. Universität Gießen

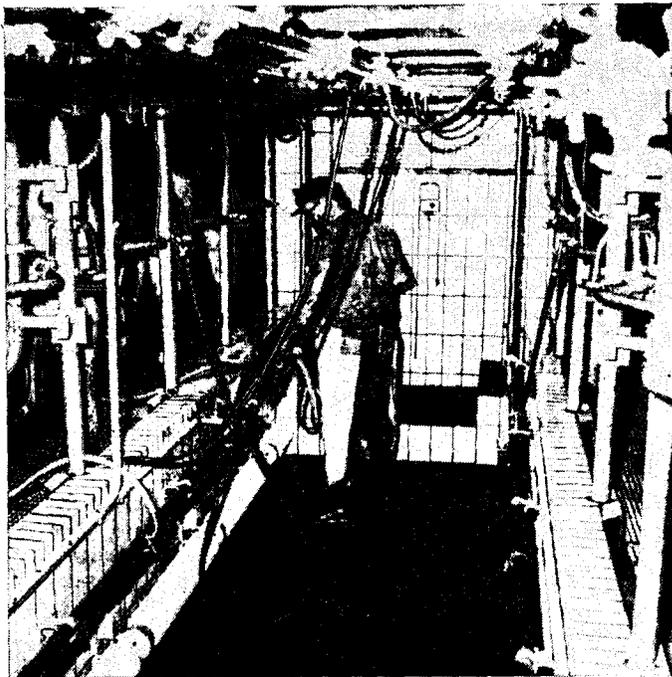


Abbildung 1

Der größere Fischgrätenmelkstand bietet besonders günstige Voraussetzungen für hohe Melkleistungen. Der abgebildete Melkstand ist mit Unterflur-Absaugleitungen und elektrisch gesteuerten Pulsatoren ausgerüstet

2 Abbildungen:  
Verfasser

In einem Versuchsmelkstand, bei dem sich Buchten- und Melkzeugzahl beliebig variieren ließen, wurde eine Herde von 60 Kühen immer vom gleichen Melker gemolken. In der ersten Versuchsreihe stand – wie auch meist in der Praxis üblich – für zwei gegenüberliegende Buchten lediglich ein Melkzeug (Wechselmelkzeug) zur Verfügung. Besonders hohe Arbeitszeiteinsparungen waren dabei beim Übergang vom 2 x 2 auf den 2 x 4 Fischgrätenmelkstand zu beobachten. Der weitere Schritt zum 2 x 5 Fischgrätenmelkstand ermöglichte nach diesen Untersuchungen dagegen nur eine geringe zusätzliche Steigerung der Arbeitsleistung.

In einer weiteren Versuchsreihe wurde an Stelle der Wechselmelkzeuge für jede Bucht ein eigenes Melkzeug vorgesehen. Mit diesen Einzelmelkzeugen konnten in kleineren Melkstandformen

beachtliche Zeiteinsparungen erzielt werden. Allerdings standen die Tiere nur noch 7–8 min im Melkstand, eine Zeitspanne, die für die volle Kraftfüttergabe nicht ausreicht. Beim 2 x 4 und 2 x 5 Fischgrätenmelkstand waren allerdings dann nur noch geringe Unterschiede beim Einsatz des Einzelmelkzeuges gegenüber dem Wechselmelkzeug festzustellen, sowohl im Arbeitszeitaufwand als auch in der Verweildauer der Tiere. In allen Fällen konnte aber durch größere Buchten- und Melkzeugzahl die Melkleistung wesentlich gesteigert werden, in den durchgeführten Untersuchungen beim Übergang vom 2 x 2 Fischgrätenmelkstand mit vier Melkzeugen auf den 2 x 5 Fischgrätenmelkstand allein um 80 %.

Diese Verbesserung der Arbeitsleistung ist aber nur zum Teil auf schnellere Erledigung der Melkarbeiten zurück-

zuführen. Die Ursache hierfür ist vielmehr, wie aus Abb. 1 hervorgeht, die volle Auslastung der Arbeitskräfte in größeren Melkständen. In kleineren Melkständen ergeben sich dagegen zusätzlich unproduktive „Wartezeiten“, in der die Arbeitskraft nach Beendigung der Routinearbeiten warten muß, bis eines der Melkzeuge zum Umsetzen frei wird.

Gelingt es aber andererseits der Arbeitskraft nicht, in der durch die Milchflußzeit gegebenen Zeitspanne alle Routinearbeiten durchzuführen, können die Melkzeuge nach Beendigung der Milchabgabe nicht rechtzeitig abgenommen werden, so daß die Anlage „blind“ melkt. Umfangreiches „Blindmelken“ – vor allem in Verbindung mit einer mangelhaft in Stand gehaltenen Melkmaschine – ist aber häufige Ursache von Euterkrankheiten. Die Blindmelkzeiten steigen naturgemäß bei höherer Melkzeug- und Buchtenzahl stark an (Abb. 2) und begrenzen dadurch eine arbeitswirtschaftlich erwünschte Vergrößerung der Melkstände.

**Blindmelken begrenzt eine weitere Steigerung der Buchten- und Melkzeugzahl**

Allerdings treten, wie Abb. 3 zeigt, Blindmelkzeiten in gewissem Umfang bereits bei einer verhältnismäßig geringen Auslastung der Arbeitskraft dadurch auf, daß bei den gegenwärtig gebräuchlichen Melkmaschinen das Milchfließende nur ungenügend festgestellt werden kann. Bei steigenden Buchten- und Melkzeugzahlen häufen sich die Blindmelkzeiten. Sie betragen beim 2 x 5 Fischgrätenmelkstand mit Wechselmelkzeugen durchschnittlich 1,5 min je Kuh und Melken, bei Einzelmelkzeugen sogar 2,5 min/Kuh und Melken. Vereinzelt konnten bei den letztgenannten Melkstandformen sogar Blindmelkzeiten von über 4 min/Kuh und Melken beobachtet werden.

Abbildung 2

Arbeitsaufwand für das Melken bei verschiedenen Buchten u. Melkzeugzahl  
(ohne Vor- u. Nacharbeiten, 60 Kühe, gleiche Arbeitskraft)

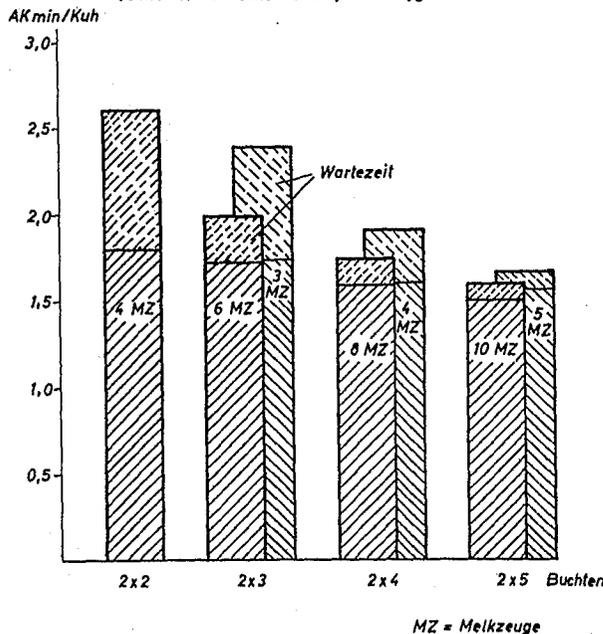


Tabelle 1

Optimale Milchflußzeiten bei verschiedenen Melkstandformen

Melkstandform	Anzahl d. Melkzeuge	opt. Milchflußzeit	
		Nachmelken 0,5min	Nachmelken 1min
2 x 2	4 x <sup>1)</sup>	4 min	4 - 5 min
2 x 3	3	4 min	5 min
2 x 3	6 x <sup>1)</sup>	5 - 6 min	6 min
2 x 4	4	5 - 6 min	7 - 8 min
2 x 4	8 x <sup>1)</sup>	7 min	8 min
2 x 5	5	7 min	9 - 10 min
2 x 5	10	9 min	13 - 14 min

x<sup>1)</sup> nur sinnvoll, wenn der größere Teil der Kraftfüttergabe außerhalb des Melkstandes verabreicht wird.

## Bestimmung optimaler Buchten- und Melkzeugzahlen

Ausgehend von den sich widersprechenden Forderungen — maximale Buchten- und Melkzeugzahl zur Erzielung hoher Melkleistungen, der die Verbesserung der Eutergesundheit durch Vermeiden von Blindmelkzeiten gegenübersteht — muß nun die optimale Buchten- und Melkzeugzahl bestimmt werden. Dies kann aber nicht pauschal erfolgen, da es bei den einzelnen Herden von verschiedenen Faktoren bestimmt wird.

Als erstes ist hier die **Milchflußzeit** zu nennen, also die Zeit, in der die Kühe nach Ansetzen der Melkzeuge ihre Milch ohne Zutun der Arbeitskraft abgeben. In dieser Zeitspanne kann der Melker bei den anderen Tieren im Melkstand die erforderlichen Routinearbeiten durchführen. Bei kurzen Milchflußzeiten sind es nur wenige Kühe, die gleichzeitig gemolken werden können, bei langsamer Milchabgabe entsprechend mehr. Lange Milchflußzeiten müssen deshalb keine niedrigen Arbeitsleistungen bedingen, wenn entsprechend der gegebenen Zeitspanne die Arbeitskraft mehr Melkzeuge gleichzeitig bedient. Als Anhalt für die richtige Wahl der Melkstandgröße und der Melkzeugzahl können die in Tabelle 1 aufgeführten Werte dienen.

Nachteilig auf eine optimale Arbeitsauslastung des Melkers durch die Wahl der richtigen Melkstandgröße wirken sich allerdings starke Schwankungen in der Milchabgabe bei den verschiedenen Tieren innerhalb einer Herde und beim Einzeltier im Laufe einer Laktation aus. Eine vom Herdendurchschnitt abweichend lange Milchflußzeit bedingt unproduktive Wartezeiten, während bei überdurchschnittlich kurzer Milchabgabe zwangsläufig Blindmelkzeiten auftreten. Die Melkstände dürfen deshalb nicht nach der durchschnittlichen Milchflußzeit, sondern müssen für die schnellmelkende Gruppe ausgelegt werden, da sich Wartezeiten der Arbeitskraft weniger nachteilig auswirken als schädliche Blindmelkzeiten bei den Tieren. Wichtiger als die Züchtung auf schnelle Milchabgabe ist also das Bestreben, Tiere mit möglichst gleichmäßiger Milchflußzeit heranzuziehen, damit Herde und Melkstand möglichst optimal aufeinander abgestimmt werden können.

Als weiterer Faktor bestimmt der **Zeitaufwand für die einzelnen Arbeitsverrichtungen** beim Melken (Tiere eintreiben, Kraftfutter geben, Anrücken, Melkzeuge an- und absetzen, Nachmelken) die optimale Buchten- und Melkzeugzahl. Je mehr Zeit für diese Arbeitsverrichtungen aufzuwenden ist, um so weniger Kühe können gleichzeitig gemolken werden. Diese Arbeiten sind in ihrem Zeitbedarf, mit Ausnahme der Nachmelkarbeiten, weitgehend festgelegt.

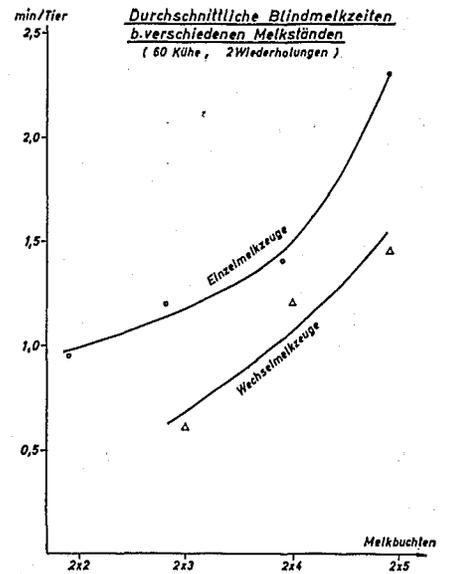
Bekanntlich steigt gegen Ende der Milchabgabe der Fettgehalt der Milch,

daher wird in der Praxis sehr sorgfältig nachgemolken. Die Tiere gewöhnen sich jedoch schnell an langes Nachmelken und geben daraufhin ihre Milch nur dann vollständig ab, wenn die Arbeitskraft durch Massieren des Euters und Belasten des Melkzeuges nachhilft. Dadurch beansprucht das Nachmelken mehr als die Hälfte des gesamten Arbeitsaufwandes. Außerdem streuen die Werte für den Zeitaufwand, wie in der Praxis durchgeführte Messungen zeigten\*), von 0 bis 3,5 min je Kuh und Melken.

Eine Modellberechnung des Arbeitszeitbedarfes für das Melken bei unterschiedlichen Nachmelkzeiten (Abb. 4) zeigt, welcher großen Einfluß auf die gesamte Arbeitsleistung im Melkstand der Umfang der Nachmelkarbeiten hat. Dabei dürfen hierbei — ebensowenig wie bei den Milchflußzeiten — nicht die Durchschnittswerte zur Bestimmung optimaler Buchten- und Melkzeugzahl herangezogen werden, sondern es muß die gesamte Streuung innerhalb einer Herde berücksichtigt werden. Bei einer konstanten Milchflußzeit von 7 min und Wechselmelkzeugen ist beispielsweise bei einer Nachmelkzeit bis zu 1 min/Kuh im 2 x 4 Fischgrätenmelkstand ein Arbeitsaufwand von 2,2 min/Tier und Melken erforderlich, bei 0,5 min Nachmelken im 2 x 5 Fischgrätenmelkstand nur noch 1,5 min, und ohne jegliche Nachmelkarbeiten im 2 x 6 Melkstand könnte der Arbeitszeitaufwand sogar auf 1,2 min/Kuh und Melken gesenkt werden. Da in der Praxis vorerst auf das Nachmelken nicht völlig verzichtet

\*) SCHÖN, H., und PEN, C. L.: Untersuchungen über Melkarbeit und Melktechnik in Laufställen. Mitteilungen der DLG 1968, Heft 37, S. 1275—1278.

Abbildung 3



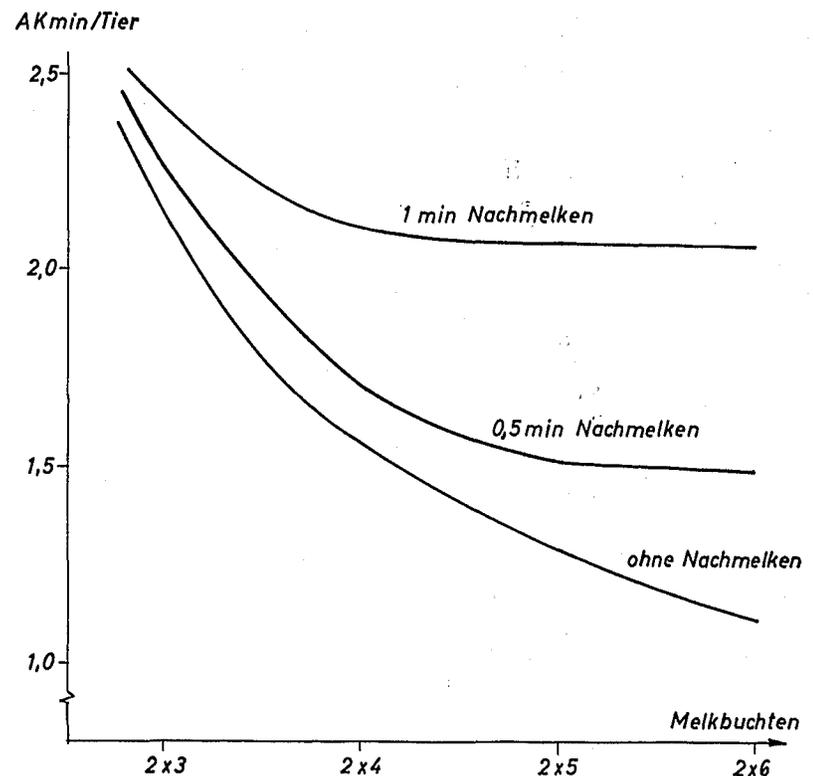
2 Abbildungen: Verfasser

werden kann, wird bei Verwendung von Wechselmelkzeugen meist zwischen dem 2 x 4 Fischgrätenmelkstand für Herden mit längerer Nachmelkzeit und dem 2 x 5 Fischgrätenmelkstand für sehr leicht melkende Kühe zu wählen sein. Der 2 x 3 Fischgrätenmelkstand ist für extrem schwer melkende Kühe optimal, allerdings spricht die mangelnde Arbeitsleistung gegen diese Melkstandform, so daß bei diesen Herden versucht werden sollte, durch züchterische und technische Maßnahmen die Nachmelkzeiten zu verkürzen.

Allgemein kann für die Wahl der optimalen Melkstandgröße gefolgert werden:

Je länger die Milchabgabe der Kühe dauert und je geringer der Arbeitszeit-

Abbildung 4  
Zeitbedarf für Melkarbeiten bei unterschiedlichen Nachmelkzeiten  
(7 Min. Milchflußdauer, Wechselmelkzeuge)



aufwand für die einzelnen Arbeitsverrichtungen, insbesondere für das Nachmelken ist, desto größer sollte der Melkstand ausgelegt werden. Ein kleinerer Melkstand genügt demgegenüber bei kürzeren Milchflußzeiten und bei hohem Arbeitszeitaufwand für die Nachmelkarbeiten.

### Maßnahmen zur Steigerung der Arbeitsleistung

Eine Steigerung der Melkleistung über das bisherige Maß hinaus ist dann möglich, wenn es – wie bereits ausgeführt – in der durch die Milchabgabe gesetzten Zeitspanne gelingt, möglichst viele Tiere gleichzeitig zu melken. Als einschränkende Faktoren müssen dabei die Nachmelkarbeiten und die Blindmelkzeiten beachtet werden.

Die **Nachmelkarbeiten** können, wie unter anderem von RABOLD\*) nachgewiesen werden konnte, bereits erheblich durch ordnungsgemäß installiert und betriebene Melkanlagen verringert werden. Wichtig sind hierfür:

1. Die richtige **Vakuumbreite** von etwa 0,5 kg/cm<sup>2</sup>. Sie muß ohne große Schwankungen konstant gehalten werden. Voraussetzung dafür ist eine leistungsfähige Vakuumpumpe (je Melkzeug 75 l/min, Milchschleuse 80 l/min) und ein leicht ansprechendes, gewichtsbelastetes Regelventil. Erhebliche Schwankungen des Vakuums treten bei bisherigen Rohrmelkanlagen mit hochliegender Milchleitung durch den Milchtransport auf. Sie lassen sich durch einen entsprechend großen Durchmesser der Absaugleitung

(2 x 4 Fischgrätenmelkstand mit vier Melkzeugen etwa 40 mm Rohrdurchmesser) vermindern, die am besten unter Flur verlegt wird (Abb. 1). Die Milch fließt dann von selbst durch leichtes Gefälle in den Rohrleitungen zur Milchpumpe, welche den bisher gebräuchlichen Milchabscheider ersetzt und die Milch in die Milchammer pumpt.

### 2. Pulszahl und Pulsverhältnis

Als optimal werden heute 60 Takte je Minute und ein Verhältnis von Entlastungs- und Saugtakt von 1 : 3 angegeben. Besonders wichtig aber ist, daß diese Pulsverhältnisse konstant eingehalten werden. Die in den letzten Jahren entwickelten elektrisch oder elektronisch gesteuerten Pulsgeber brachten hier erhebliche Fortschritte.

Neben diesen beiden Punkten sind aber noch eine Menge von Fehlerquellen an Melkanlagen möglich, die eine hohe Melkleistung verhindern und außerdem negative Auswirkungen auf Eutergesundheit und Milchqualität haben. Sie alle rechtzeitig zu erkennen, überfordert in der Regel den Landwirt. Hier ist eine laufende Überwachung durch die Melkberatung dringend zu empfehlen.

Wie bereits erwähnt, begrenzen außerdem die **Blindmelkzeiten** eine weitere Steigerung von Buchten- und Melkzeugzahl je Arbeitskraft und damit eine Steigerung der Arbeitsleistung beim Melken.

Eine Verbesserung ist dann möglich, wenn es durch technische Einrichtungen gelingt, die Blindmelkzeiten völlig auszuschalten. Hierfür sind jedoch zusätzliche Einrichtungen erforderlich, wie sie u. a. von PEN\*) vorgeschlagen werden.

\*) SCHÖN, H., und PEN, C. L.: Arbeitswirtschaftliche Verbesserungen bei den Melkarbeiten. Landtechnik 24 (1969), Heft 9.

Ausgehend von den physikalischen Eigenschaften der Milch konnten mehrere elektronische Meßgeber entwickelt werden, die nach Beendigung des Milchflusses einen Steuerimpuls abgeben. Der weitere Ausbau der Melkanlage kann nun in drei Stufen erfolgen: In der ersten Ausbaustufe wird das Ende der Milchabgabe durch ein Lichtsignal angezeigt. Damit wird allerdings lediglich die Überwachung der Melkzeuge verbessert, Blindmelken aber nicht ausgeschlossen. Dies ist erst dann möglich, wenn der Steuerimpuls dazu benutzt wird, den Melkvorgang nach Beendigung des Milchflusses zu unterbrechen. Die Melkzeuge sollen bei dieser Ausbaustufe am Euter bleiben, so daß für die Nachmelkarbeiten der Melkvorgang noch einmal in Gang gesetzt werden kann.

Wesentlich einfachere und arbeitswirtschaftlich besonders vorteilhafte technische Lösungen ergeben sich, sobald auf das Nachgemelk vollkommen verzichtet wird und die Melkzeuge nach Beendigung des Melkvorganges automatisch abgenommen werden. Dabei wird nach Beendigung des Milchflusses nicht nur der Melkvorgang, sondern auch das Melkvakuum unterbrochen. Ein Schwenkarm fängt die dadurch herabfallenden Melkzeuge auf und dreht sie zur Seite. Als Arbeitsvorgang verbleibt somit lediglich das Anrüsten und Ansetzen der Melkzeuge. Mit solch einer teilautomatisierten Melkanlage kann eine Arbeitskraft nach vorläufigen Kalkulationen im 2 x 6 Fischgrätenmelkstand zwölf Melkzeuge bedienen und in der Stunde etwa 80 Kühe melken. Damit dürfte die Arbeitsleistung beim Melken auch den künftigen Forderungen nach höherer Arbeitsproduktivität gerecht werden und eine wesentliche Verbesserung der arbeitswirtschaftlichen Situation der gesamten Milchviehhaltung möglich sein.

\*) Rabold, K., Untersuchungen an Milchkühen über die Wirkung der Faktoren Pulsfrequenz, Pulsverhältnis und Melkvakuum beim maschinellen Milchentzug auf Melkarbeit und Merkmale der Melkbarkeit. Habl.-Arbeit, Hohenheim 1967/68.