

DER ARBEITSZEITBEDARF BEIM MELKEN IN MELK-
STÄNDEN UND DIE WICHTIGSTEN EINFLUSSFAKTOREN

von der

FAKULTÄT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND GARTENBAU
DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT

MÜNCHEN

genehmigte Dissertation

Vorgelegt von
Diplomagraringenieur
Dieter Ordolf
geboren zu Jena

1. Berichterstatter: Prof. Dr. H.L. Wenner
2. Berichterstatter: Prof. Dr. H. Karg

Tag der Einreichung der Arbeit: 22.12.1971

Tag der Annahme der Arbeit: 18. 2.1972

Tag der Promotion: 28. 2.1972

Diese Dissertation ist als KTBL-Schrift Nr. 158, 1973,
im Landwirtschaftsverlag Hiltrup erschienen.

Vorwort

Die Milcherzeugung nimmt in der Landwirtschaft eine Sonderstellung ein. Während bei fast allen anderen Betriebszweigen eine Hochmechanisierung gelang, die den Kostenanteil für die Arbeitserledigung auf 5 - 10 % senkte, sind hierfür in der Milchviehhaltung mehr als 30 % erforderlich. Dies ist umso bedenklicher, als bei annähernd stagnierenden Erzeugerpreisen auch in Zukunft mit überproportionalen Einkommenserwartungen und Lohnsteigerungen zu rechnen ist. Eine Hochmechanisierung muß deshalb auch in der Kuhhaltung angestrebt werden, um in einem Industriestaat mit hohem Lohnniveau in Zukunft auch die Milchproduktion beibehalten zu können.

Diesem Ziel steht zur Zeit der hohe Arbeitsaufwand für das Melken entgegen, da dieser Arbeitsbereich 2/3 der gesamten Stallarbeiten beansprucht. Technische und arbeitswirtschaftliche Verbesserungen in der Milchviehhaltung müssen folglich vorrangig beim maschinellen Milchentzug ansetzen. Aus dieser Erkenntnis heraus wurde deshalb in Zusammenarbeit mit dem KTBL bereits vor Jahren ein breit angesetztes Forschungsprogramm in Angriff genommen. Grundlage einer solchen langfristigen Forschungsarbeit mußte dabei zunächst eine exakte Analyse der derzeitigen arbeitswirtschaftlichen Situation sein, wie sie von Herrn Dr. Ordolff mit dieser Arbeit vorgelegt wird.

Bereits bei Beginn der Untersuchungen zeigte es sich, daß die bisherigen Zeitnahmemethoden für eine eingehende Arbeitsanalyse ungenügend sind. Herr Dr. Ordolff entwickelte daher ein elektronisches Gerät zur Aufzeichnung kleinster Zeitelemente. Nur so war es möglich, den Arbeitszeitaufwand beim Melken in Melkständen und die wichtigsten Einflußfaktoren zu erfassen. Darüberhinaus gelang es erstmals, aufbauend auf Arbeitsanalysen Kennwerte zur Beurteilung der Arbeitsqualität und Arbeitsorganisation zu schaffen. Damit wurden wertvolle Unterlagen für die technologische Planung der Milchviehhaltung erarbeitet und Hinweise für den weiteren Forschungsansatz gegeben.

Aufgrund dieser Analysen konnten in einer weiteren Arbeit von Herrn Dr. Pen erste technische Folgerungen gezogen werden, die zu einer Teilautomatisierung der Melkarbeiten führen (KTBL-Berichte über Landtechnik Nr. 146). Abgeschlossen wird dieses erste Forschungsprogramm durch Untersuchungen über den praktischen Einsatz teilautomatisierter Melkzeuge, eine Arbeit, die ebenfalls in Kürze vorliegen dürfte.

Prof. Dr. H. L. Wenner

INHALT	Seite
1.	<u>Einführung</u> 9
1.1	<u>Begründung und Ziel der Arbeit</u> 9
1.2	<u>Zu untersuchende Melkstandbauarten</u> 12
1.2.1	Einzelmelkstände 12
1.2.2	Gruppenmelkstände 13
1.2.3	Karussellmelkstände 15
1.3	<u>Stand der Entwicklung in der Literatur</u> 16
1.3.1	Angaben zum Arbeitszeitbedarf beim Melken 16
1.3.1.1	Die Aufgliederung der Melkarbeiten in Einzel- elemente 16
1.3.1.2	Die Beurteilung der Literaturangaben 20
1.3.1.3	Der Gesamtarbeitszeitbedarf 24
1.3.1.4	Die Beurteilung der Literaturangaben 27
1.3.2	Einflüsse auf den Arbeitszeitbedarf 27
1.3.2.1	Von der Technik ausgehende Einflüsse 27
1.3.2.2	Einflüsse der Tiere 31
1.3.2.3	Der Einfluß des Menschen 34
2.	<u>Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen über das Melken in Melkständen</u> 37
2.1	<u>Methode der Datensammlung</u> 37
2.1.1	Herkömmliche Zeitstudientechniken 37
2.1.2	Die Aufzeichnung von Arbeitsabläufen auf Magnetband 38
2.1.2.1	Technische Funktion 39
2.1.2.2	Technik der Auswertung 42
2.2	<u>Die Ergebnisse der Datensammlung</u> 44
2.2.1	Der Arbeitsaufwand bei den Haupt- arbeiten 48
2.2.1.1	Einzelmelkstände 48

2.2.1.2	Gruppenmelkstände	56
2.2.2	Nebendarbeiten	64
2.3	<u>Die Beurteilung des Arbeitsablaufes in den untersuchten Gruppenmelkständen</u>	67
2.3.1	Die Gleichmäßigkeit in der Arbeit	68
2.3.2	Die Gestaltung des Arbeitsablaufes und die Zuordnung einzelner Arbeits- gänge	71
2.3.3	Arbeitsorganisation und Blindmelkzeit	79
3.	<u>Arbeitszeitbedarf und Arbeitsablauf in ausgewählten Melkstandbauarten</u>	81
3.1	<u>Der Arbeitszeitbedarf für die Hauptarbeiten</u>	82
3.1.1	Einzelmelkstände	83
3.1.1.1	Der 2x1 Reihenmelkstand	84
3.1.1.2	Der 1x3 Tandemmelkstand	84
3.1.2	Gruppenmelkstände	87
3.1.2.1	Gruppenmelkstände mit einem Melkzeug je Bucht	87
3.1.2.1.1	Der 2x2 Längsmelkstand	88
3.1.2.1.2	Der Fischgrätenmelkstand	90
3.1.2.1.2.1	Die Bestimmung der Melkstandgröße	92
3.1.2.1.2.2	Der Arbeitszeitbedarf in Abhängigkeit von der Melkdauer	92
3.1.2.2	Gruppenmelkstände mit einem Melkzeug je Bucht	93
3.1.2.2.1	Der 2x2 Längsmelkstand	94
3.1.2.2.2	Fischgrätenmelkstände	96
3.1.3	Karussellmelkstände	99
3.1.4	Vergleich des Arbeitszeitbedarfes für die Hauptarbeiten in den verschiedenen Melkstandtypen	103
3.2	<u>Der Arbeitszeitbedarf für die Nebendarbeiten</u>	105
3.3	<u>Der Gesamtarbeitszeitbedarf beim Melken im Melkstand</u>	110

3.4	<u>Die Einsatzbereiche der verschiedenen Melkstandtypen</u>	115
4.	<u>Einflüsse auf den Arbeitszeitbedarf beim Melken in Melkständen</u>	120
4.1	<u>Von der Technik ausgehende Einflüsse</u>	121
4.2	<u>Vom Menschen ausgehende Einflüsse</u>	124
5.	<u>Zusammenfassung</u>	127
6.	<u>Literaturverzeichnis</u>	135
7.	<u>Anhang</u>	139

1. Einführung

1.1 Begründung und Ziel der Arbeit

Die Milchviehhaltung stellt seit Jahrzehnten die bedeutendste Einnahmequelle der deutschen Landwirtschaft dar. Ihr Anteil am gesamten Verkaufserlös landwirtschaftlicher Produkte beträgt nahezu 30 % (3). Er ist damit größer als der Anteil der pflanzlichen Produktion insgesamt.

Die Milchviehhaltung wird jedoch mehr als andere Zweige der Rindviehhaltung mit Arbeitskosten belastet. Diese betragen nahezu 40 % der Gesamtkosten (3) gegenüber einem Anteil der Arbeitskosten von 5 % bei der Rindfleischproduktion. Der Hauptgrund dafür liegt im Arbeitsbedarf für die Milchgewinnung, der in Abhängigkeit vom Haltungssystem zwischen etwa 60 AKh/Kuh und Jahr im Anbindestall mit Eimermelkanlage und etwa 30 AKh/Kuh und Jahr im Boxenlaufstall mit Fischgrätenmelkstand liegt (33). Die Arbeitszeiteinsparungen beim Übergang vom Anbindestall auf den Laufstall liegen also in erster Linie bei der Milchgewinnung.

Da die Belastung der landwirtschaftlichen Produktion durch steigende Lohnansprüche laufend zunimmt, ist die weitere Senkung des Arbeitszeitbedarfes für die Milchgewinnung als ein wichtiges Hilfsmittel zur Erhaltung der Milchviehhaltung als rentablen Betriebszweig anzusehen.

Um Ansatzpunkte für Arbeitszeiteinsparungen zu gewinnen, ist es zunächst erforderlich, den Komplex der Melkarbeiten zu analysieren. Die Erkenntnisse, die bei der Zerlegung in Einzelkompo-

menten gewonnen werden können, sollten außer Arbeitszeitbedarf und Arbeitsablauf auch Einflüsse des Tieres, der Technik und des Menschen berücksichtigen. In der diesem Vorgehen folgenden Phase sollte eine Synthese von Arbeitsverfahren beim Melken den für unterschiedliche technische Ausrüstungen typischen Arbeitszeitbedarf erbringen. Dabei sind in Abhängigkeit von der für die Milchgewinnung verfügbaren Zeitspanne die Beziehungen zwischen Bestandsgröße, Arbeitskräftebesatz und technischem Aufwand herzustellen.

Für die Lösung dieser Aufgabe stehen verschiedene Wege offen. Einerseits ist es möglich, unter Verwendung einiger Ausgangswerte für Arbeitsgänge der Melkarbeiten mit Hilfe neuzeitlicher Rechentechnik Arbeitsabläufe zu simulieren. Dabei kann jeder erforderliche Feinheitsgrad dargestellt werden, die Anzahl der Variationen kann nahezu beliebig gesteigert werden.

Der zweite Weg besteht darin, in einer einzigen Milchviehherde durch die diese betreuenden Arbeitskräfte verschiedene technische Möglichkeiten der Milchgewinnung einzusetzen. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß die Ergebnisse praktisch frei von den Auswirkungen unterschiedlich zusammengesetzter Herden, unterschiedlicher Umweltbedingungen und unterschiedlichen Personals sind. Jedoch erfordert die Eingewöhnungszeit für Tier und Mensch nach Umbau der Installationen erhöhten Zeitaufwand. Weiterhin ist nicht ausgeschlossen, daß die Vorliebe oder Eignung des Personals für bestimmte technische Einrichtungen Einflüsse auf die gewonnenen Daten hat. Diese werden auch durch die Eigenheiten der zur Verfügung stehenden Herde geprägt. Dennoch können innerhalb dieser einen Kombination Herde/Personal sehr gezielt die Einflüsse der jeweiligen Technik auf die Melkarbeiten untersucht werden.

Schließlich besteht die Möglichkeit, mit Hilfe der Aufzeichnung von Ar-

beitsabläufen in praktischen Betrieben einen Überblick über die in der Praxis vorhandenen Verhältnisse hinsichtlich Arbeitszeitaufwand, Arbeitsablauf und Zusammenhänge zwischen verschiedenen Einflüssen und den Melkarbeiten zu gewinnen. Diese Methode ergibt zunächst ein statisches Bild der verschiedenen Größen, welches erheblich von allen möglichen Einflüssen überlagert ist. Zusammenhänge können nur durch statistische Bearbeitung des gewonnenen Materials gefunden werden. Das erfordert die Gewinnung einer möglichst großen Zahl von Einzelwerten, wozu zeitsparende Methoden bei der Aufzeichnung und bei der Auswertung des Datenmaterials erforderlich sind.

Diese Methode liefert einerseits das Grundmaterial für die Zusammenstellung einer großen Zahl von Varianten, die nach der zuerst erwähnten Methode simuliert werden können. Andererseits können die mit ihr gewonnenen Ergebnisse dazu verwendet werden, die nach den ersten beiden Verfahren erzielten Aussagen mit den Verhältnissen in der Praxis zu vergleichen.

Zur Beurteilung der vielfältigen Fragen in Zusammenhang mit dem Arbeitszeitbedarf bei der Milchgewinnung wurde der zuletzt beschriebene Weg gewählt. In Verbindung mit Arbeiten, die nach den beiden vorher beschriebenen Verfahren, Simulation von Arbeitsabläufen mit dem Rechner und Variation der Arbeitsverfahren in Verbindung mit einer einzigen Herde und den diese betreuenden Arbeitskräften, durchgeführt wurden, erscheint schließlich eine umfassende Beurteilung arbeitstechnischer und arbeitswirtschaftlicher Fragen beim Melken möglich.

Aus der Vielzahl der möglichen Verfahren wurden für diese Arbeit ausschließlich solche gewählt, die sich mit dem Melken in Melkständen befassen. Dafür sprechen die zunehmende Verbreitung von Melkständen und die Möglichkeit, das Melken in einem speziell dafür eingerichteten Arbeitsplatz unter besseren arbeitstechnischen und hygienischen Bedingungen als im Anbindestall vorzunehmen. Da die technische Weiter-

entwicklung der Stallmelkanlagen in größeren Beständen wegen der großen Leitungslängen auf Schwierigkeiten stößt, erscheint auch unter diesem Gesichtspunkt der Melkstand mehr Zukunft zu haben.

Daher kann angenommen werden, daß die augenblicklichen Melkverfahren mit zwei bis drei Melkzeugen im Anbindestall ausgereift sind und keiner wesentlichen Entwicklung mehr zugänglich sind. Im Gegensatz dazu sind mehrere Melkstandbauarten im Einsatz, die bei gleichem Melkzeugbesatz mit unterschiedlichem Arbeitszeitbedarf behaftet sind. Hierüber liegen noch völlig unzureichende Daten vor. Daraus ergibt sich also, daß es notwendig ist, gerade in Melkständen Untersuchungen über den Arbeitszeitbedarf beim Melken vorzunehmen.

1.2 Zu untersuchende Melkstandbauarten

Folgende Melkstandbauarten, die einige Verbreitung aufweisen, sollen in die Überlegungen einbezogen werden:

1.2.1 Einzelmelkstände

Der 2x1 Reihenmelkstand:

In diesem Melkstand liegen zwei Melkplätze (Melkbuchten), durch den Arbeitsplatz des Melkers getrennt, nebeneinander. Zu- und Abgang beider Plätze sind voneinander unabhängig. Für jeden Platz ist ein Melkzeug vorhanden. Kraftfutter wird von Hand verabreicht.

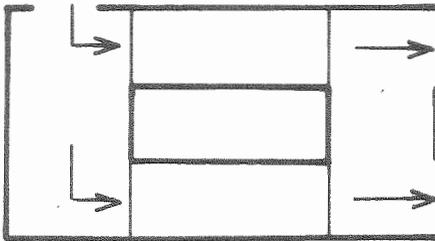


Abb. 1: 2x1 Reihenmelkstand

Der 1x3 Tandemmelkstand:

In dieser Anlage stehen drei Kühe in Einzelbuchten hintereinander. Auch hier sind Zu- und Abgang der einzelnen Buchten voneinander unabhängig. Sie führen auf einen nebenliegenden Treibgang. Der Arbeitsplatz des Melkers befindet sich auf der anderen Seite der Melkplätze. Kraftfutter wird meist von Hand verabreicht, jedoch ist auch die Einrichtung von seilzugbetätigten Dosiergeräten üblich. Für jede Bucht ist ein Melkzeug vorhanden.

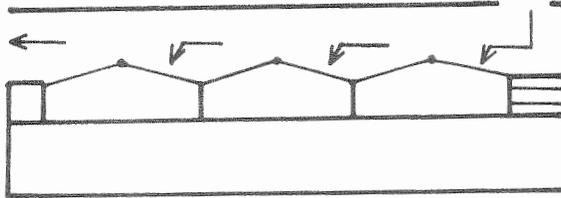


Abb. 2: 1x3 Tandemmelkstand

1.2.2 Gruppenmelkstände

Anders als in den beiden vorher beschriebenen Melkstandformen werden in Gruppenmelkständen die Kühe nicht einzeln, sondern in Gruppen ein- und ausgelassen.

Der 2x2 Längsmelkstand:

Im 2x2 Längsmelkstand sind jeweils zwei Plätze hintereinander angeordnet. Sie können von den Tieren nur gemeinsam betreten oder verlassen werden. Zwischen den paarweise angelegten Plätzen befindet sich der Arbeitsplatz des Melkers. Besondere Treibgänge sind nicht erforderlich. Auch hier ist Kraftfuttermvorlage von Hand möglich.

Üblicherweise ist für je zwei gegenüberliegende Buchten ein Melkzeug vorgesehen. Zur Verbesserung der Arbeitsorganisation werden jedoch in zunehmendem Maße ebensoviele Melkzeuge wie Melkplätze eingesetzt.

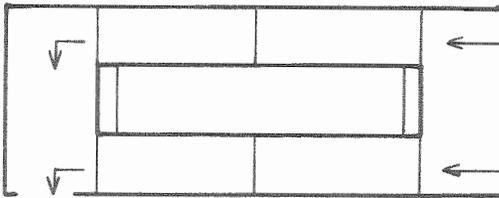


Abb. 3: 2x2 Längsmelkstand

Der Fischgrätenmelkstand:

Fischgrätenmelkstände werden ebenfalls fast ausschließlich zweireihig angelegt. Die Kühe stehen hier in einem Winkel von etwa 40° zur Längsachse des Standes. Dadurch wird der Euterabstand der Kühe verringert, wodurch auch die Wege zwischen den Kühen einer Melkstandseite für den Melker kürzer werden.

Da die Köpfe der Kühe dem Melker abgewandt sind, ist es nicht mehr möglich, die Kraftfuttergabe vom Melkflur aus manuell durchzuführen. In diesen Melkständen sind daher seilzugbetätigte oder motorisch angetriebene Dosiereinrichtungen erforderlich.

Gewöhnlich entfällt auch in Fischgrätenmelkständen ein Melkzeug auf zwei Buchten. Jedoch werden auch hier bei kleineren Melkständen in zunehmendem Maße ebensoviele Melkzeuge wie Melkplätze vorgesehen.

Fischgrätenmelkstände werden in verschiedenen Größen gebaut. Am ver-

breitetsten sind sie mit 2x3, 2x4 oder 2x5 Plätzen. Vereinzelt sind sie jedoch auch mit 2x6 oder noch mehr Buchten anzutreffen.

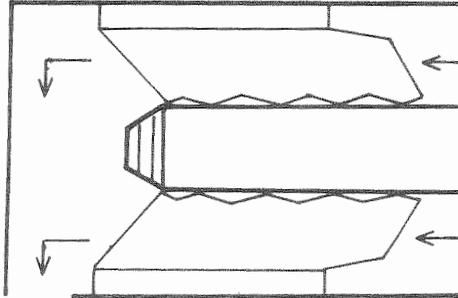


Abb. 4: 2x4 Fischgrätenmelkstand

1.2.3 Karussellmelkstände

Karussellmelkstände sind bisher noch weniger verbreitet als die vorher beschriebenen Melkstände. Sie sind jedoch im Vordringen begriffen. Die Kühe stehen hier nicht in stationären Melkbuchten, sondern auf einer ringförmigen Plattform, die drehbar gelagert ist, und zwischen sechs und vierzig Melkplätze aufweist. Die Kühe besteigen den Stand und werden während einer Umdrehung gemolken. Die Drehgeschwindigkeit muß so auf die Melkdauer der Kühe abgestimmt sein, daß mit Sicherheit während einer Umdrehung das Ausmelken jeder Kuh möglich ist. Nach Beendigung des Melkens verlassen die Kühe den Melkstand an der dafür bestimmten Stelle, während das Melkzeug auf dem Weg zum Eingang einer Zwischendesinfektion unterzogen wird. Melkarusselle erlauben bei Besetzung mit mehreren Melkern Fließbandarbeit. In größeren Anlagen ist die Verabreichung von Kraftfutter meist nicht üblich.

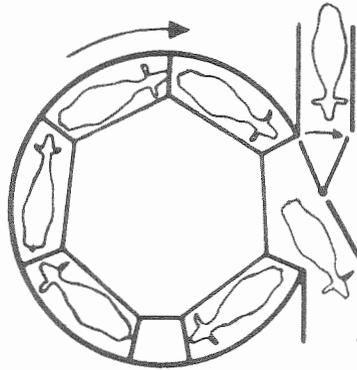


Abb. 5: Karussellmelkstand

Inwieweit die hier beschriebenen unterschiedlichen Melkstandbauarten und ihre Varianten den Arbeitszeitbedarf beim Melken beeinflussen, soll ein Hauptbestandteil der nachfolgenden Untersuchungen sein.

1.3 Stand der Entwicklung in der Literatur

1.3.1 Angaben zum Arbeitszeitbedarf beim Melken

1.3.1.1 Die Aufteilung der Melkarbeiten in Einzelelemente

Die in der Literatur über den Arbeitszeitbedarf beim Melken anzutreffenden Angaben können in zwei Gruppen unterteilt werden. In einer Gruppe finden sich zusammenfassende Angaben über den Gesamtarbeitszeitbedarf (GAZ) beim Melken, also keine Untergliederung in Einzelelemente und meist ohne genaue Definition. Die zweite Gruppe bietet einen mehr oder weniger vollständigen Katalog von Elementen, aus denen sich ein Arbeitsablauf zusammensetzen lässt. Angaben, die sich in diese Gruppe einreihen lassen, sind jedoch weit seltener als nicht untergliederte Angaben. Da die Aussagen jedoch im allgemeinen

genau umrissen sind, lassen sich die relativ wenigen Literaturangaben dennoch besser vergleichen. Daher soll in diesem Abschnitt auf die Einzelelemente des Arbeitsablaufes eingegangen werden, soweit sie aus der Literatur zu entnehmen sind. Die nicht untergliederten Angaben werden in einem späteren Abschnitt behandelt (siehe 1. 3. 1. 2).

Die anzutreffenden Aussagen beziehen sich in erster Linie auf die zum eigentlichen Melkvorgang gehörenden Arbeiten, weniger auf die Rüstzeiten vor und nach dem Melken.

Die wichtigste Angabe über das Melken in Melkständen stellt auch heute noch die Arbeit von HESSELBACH dar (13). Hierin wurden 1963 folgende Zeitelemente für das Melken in Melkständen aufgeführt:

<u>Arbeitselement</u>	<u>Zeitbedarf (AKmin/Kuh und Melkzeit)</u>
Kühe ein- und auslassen	0, 50
Kraftfuttergeben von Hand	0, 20
Euter vorbereiten	0, 50 - 1, 00
Melkzeug ansetzen	0, 30
Nachmelken	0, 50
Melkzeug abnehmen	0, 05 - 0, 15
Euterkontrolle	0, 50

Tabelle 1: Arbeitselemente beim Maschinenmelken im Melkstand
(nach HESSELBACH (13))

Weitere Angaben über das Melken in Melkständen finden sich in der Zusammenfassung der Ergebnisse des XIII. Internationalen Kongresses für Landarbeit, der 1966 in Brüssel stattfand. Hier verdient besonders der Beitrag von BUSILOW (7) Beachtung, in dem unter anderem die Arbeitselemente beim Melken in einem 2x8 Fischgrätenmelkstand mit 8 Melkzeugen aufgeführt sind.

<u>Arbeitselement</u>	<u>Zeitbedarf (AKmin/Kuh und Melkzeit)</u>
Waschen und Abtrocknen des Euters	0,20
Ansetzen der Melkmaschine	0,25
Abnehmen des Melkzeuges	0,08
Anrsten und maschinelles Nachmelken	0,15
Krafftuttergabe	0,09
Eintreiben der Kuh in den Melkstand	0,16
Austreiben	0,09

Tabelle 2: Arbeitselemente beim Melken im 2x8 Fischgrätenmelkstand
(nach BUSLOW (7))

Aus dem gleichen Jahr stammen die Werte, welche PIEL-DESRUISSEAUX und BERTOLUS (20) in vier Melkständen an etwa 350 Kühen ermittelt und als Grundlage von Normen für den Arbeitszeitbedarf beim Melken verwendet haben. Der Katalog umfaßt allerdings nur drei Elemente, die in vergleichbarer Form angegeben werden.

<u>Arbeitselement</u>	<u>Zeitbedarf (AKmin/Kuh und Melkzeit)</u>
Ausmelken	0,59
Ein- und Austreiben der Tiere	0,09 - 0,19
Vorbereiten der Euter	0,42

Tabelle 3: Arbeitselemente beim Melken in Melkständen
(nach PIEL-DESRUISSEAUX und BERTOLUS (20))

ber die weiteren Arbeitsgänge, die für das Melken notwendig sind, machen diese Autoren keine Angaben.

Einen ebenfalls nicht ganz vollständigen Katalog der Arbeitselemente beim Melken gab RABOLD (21) im Jahre 1968.

Arbeitselement	Zeitbedarf (AKmin/Kuh und Melkzeit)
Euterreinigung	0, 20
Abmelken der ersten Strahlen	0, 30
Umsetzen des Melkzeuges	0, 37
Ausmelken mit arbeitendem Melkzeug (Nachmelken)	0, 52
Aus- und Einlaß, Kraftfuttermenge	0, 18

Tabelle 4: Arbeitselemente beim Melken (nach RABOLD (21))

Ein vollständiger Katalog der Hauptarbeiten beim Melken in Melkständen findet sich schließlich bei SCHÖN und PEN (28), als Ergebnis einer Studie in elf Melkständen unterschiedlicher Bauart, durchgeführt 1967/68.

Arbeitselement	Zeitbedarf (AKmin/Kuh und Melkzeit)
Einlassen der Tiere	0, 25
Kraftfutter zuteilen	0, 03
Anrüsten	0, 43
Umsetzen des Melkzeuges	0, 33
Ausmelken	1, 12
Austreiben	0, 16

Tabelle 5: Zusammensetzung der Hauptarbeiten beim Melken in Melkständen (nach SCHÖN und PEN (28))

Der Vergleich der Angaben der verschiedenen Autoren gibt trotz der oft sehr unterschiedlichen Werte in vielen Fällen einen engen Bereich, um den sich die Zeiten für die einzelnen Elemente gruppieren. Ein direkter Vergleich ist wegen der fehlenden genauen Abgrenzung der Elemente allerdings nicht durchführbar. Vereinzelt fehlen sogar gewisse Elemente völlig in den Angaben (zum Beispiel Umsetzen des Melkzeuges in Tab. 3) oder sind mit anderen zusammengezogen (Tab. 2: Anrüsten und Nachmelken, Tab. 4: und Tab. 5: Umsetzen der Melkzeuge).

Dennoch erscheint eine Übersicht über die aufgeführten Angaben, nach Elementen gruppiert, sehr zweckmäßig.

1. 3. 1. 2 Beurteilung der Literaturangaben

Für das Einlassen der Tiere in den Melkstand werden Zeiten zwischen 0,09 und 0,50 AKmin/Kuh und Melkzeit genannt. Zwei Werte befinden sich im Bereich von etwa 0,20 AKmin/Kuh und Melkzeit (7, 28).

Hinsichtlich der Zuteilung des Kraftfutters kann aufgrund der vorhandenen Zeiten keine Gemeinsamkeit gefunden werden. Die Angaben sind hier zu unterschiedlich oder fehlen gänzlich. Alles deutet jedoch darauf hin, daß der Zeitbedarf für die mechanische Kraftfuttermahlwerk sehr niedrig ist und sich im Bereich unter 0,10 AKmin/Kuh und Melkzeit bewegt.

Der Komplex der Eutervorbereitung wird in relativ einheitlicher Weise mit etwa 0,40 bis 0,50 AKmin/Kuh und Melkzeit angegeben. Lediglich ein Wert mit 1,0 AKmin/Kuh und Melkzeit fällt hier aus dem üblichen Rahmen.

Für das Umsetzen des Melkzeuges liegen die angetroffenen Angaben ohne größere Abweichungen im Bereich zwischen 0,30 und 0,40 AKmin/Kuh und Melkzeit.

Sehr große Differenzen finden sich dagegen in dem Aufwand, der für das Ausmelken mit laufender Maschine (Nachmelken) genannt wird. Hier bewegen sich die Werte zwischen 0,15 AKmin/Kuh und Melkzeit (7) und 1,12 AKmin/Kuh und Melkzeit (28). Jedoch auch für diesen Arbeitsgang ist eine Gruppierung im Bereich zwischen 0,50 und 0,60 AKmin/Kuh und Melkzeit festzustellen.

Für das Austreiben schließlich ist von neuem keine konkrete Aussage aus den vorhandenen Angaben zu entnehmen. Es kann lediglich fest-

gestellt werden, daß die Mehrzahl der Autoren dieses Element zusammen mit dem Eintreiben angibt, und daß aufgrund der getrennt aufgeführten Werte angenommen werden kann, daß dafür weniger Zeit als für das Eintreiben erforderlich ist.

Über den Arbeitszeitbedarf in Karussellmelkständen, die bisher nur in vergleichsweise geringer Anzahl gebaut wurden, liegen nur wenige Angaben vor, die nicht vom Hersteller stammen. Die Angaben der Hersteller selbst sind sehr grob; so wird zum Beispiel für einen kleinen Karussellmelkstand mit sechs Plätzen eine Melkleistung von 60 Kühen/AKh angegeben (MELOTTE (37)).

Einzelheiten über den Arbeitszeitbedarf beim Melken in Karussellmelkständen finden sich bei SCHLEITZER (27). Die Angaben beziehen sich auf das Melken in einem großen Melkkarussell mit 40 Plätzen. Die Kühe werden durch zwei Treiber zum Melkstand und zurück in den Stall gebracht. Die Melkarbeiten selbst erledigen vier Melker, von denen zwei das Vorbereiten der Kuh und das Ansetzen der Melkzeuge und zwei das Nachmelken besorgen.

In Abhängigkeit von der Umdrehungsgeschwindigkeit des Melkkarusselles, die auch den "Durchsatz" an Kühen bestimmt, stehen den Melkern für die Verrichtung eines Arbeitsganges zwischen 0,33 und 0,25 min zur Verfügung. Da diese "Taktzeit" für das Nachmelken, für das ein Zeitbedarf von 0,6 min angegeben wird, nicht ausreicht, ist für diesen Arbeitsgang der Einsatz von zwei Melkern erforderlich.

Diesen Angaben sind folgende Zeiten für die einzelnen Arbeitsgänge zu entnehmen:

Milchprüfung, Euter brausen	0,25 - 0,33 AKmin/Kuh und Melkzeit
Euter mit feuchtem Lappen abwischen, Melkzeug ansetzen	0,25 - 0,33 AKmin/Kuh und Melkzeit
Nachmelken	0,50 - 0,66 AKmin/Kuh und Melkzeit

Weitere Angaben zum Melken in einem Melkkarussell mit 40 Plätzen enthält die Niederschrift des KTL-Gesprächs über die Probleme der Melkarbeit, aus dem Jahre 1968 (36).

Hier werden als Taktzeit 0,25 min angegeben. Das Melkpersonal in dem untersuchten Melkstand bestand aus 5 Personen. Die Arbeitsteilung war mit der von SCHLEITZER angegebenen vergleichbar. Die erreichte Melkleistung wird mit 215 Kühen/Stunde angegeben.

Folgender Zeitaufwand wurde für die einzelnen Arbeitsgänge ermittelt:

Eintreiben einer Gruppe von 100 Kühen in den Vorwarteraum	etwa 10,00 AKmin
Melkzeug ansetzen	0,25 AKmin/Kuh und Melkzeit
Ausmelken (2 Melker)	0,29 AKmin/Kuh und Melkzeit
Melkzeug abnehmen (2 Melker)	0,10 AKmin/Kuh und Melkzeit

Eine ausführliche Eutervorbereitung wurde nicht durchgeführt. Die durchschnittliche Dauer des Milchflusses betrug 6 min.

Als allgemeine Forderung für das Melken in Karussellmelkständen nennt RABOLD (22), daß alle "Teilroutinen" (Arbeitselemente) gleich lang sein müssen, beziehungsweise daß bei längeren Arbeitsgängen mehrere Personen eingesetzt werden müssen.

Für die "Melkleistung des Verfahrens" (MLV), ausgedrückt in Anzahl von Kühen, gibt RABOLD folgende Gleichung an:

$$MLV/h = \frac{60}{\bar{t}_{UM}} \times ME \quad (1)$$

Dabei bedeutet ME die Anzahl der eingesetzten Melkzeuge und \bar{t}_{UM} den durchschnittlichen Zeitbedarf für eine Umdrehung der Melkanlage in Minuten. Der Quotient aus MLV/h (Kühe/Stunde) und der Anzahl der Arbeitskräfte ergibt die Melkleistung in Kühen pro AK und Stunde.

Während für die Arbeitselemente der Hauptarbeiten beim Melken mehrere Angaben in der Literatur zu finden sind, werden die R ü s t z e i t e n nur ausnahmsweise in Elemente untergliedert. Einige Autoren übergehen sie völlig beziehungsweise berücksichtigen sie nur pauschal bei der Angabe des jährlichen Arbeitszeitbedarfes. Dagegen findet sich bei SCHÖN und PEN (28) die als Tabelle 6 aufgeführte Zusammenstellung von Arbeitsgängen für die Rüstzeiten (Nebenarbeiten).

Arbeitselement	Zeitbedarf (AKmin/Herde und Tag)
Melkzeuge in den Stand bringen	4,76
Kühe in den Warteplatz treiben	6,01
Melkzeuge waschen	12,00
Leitungen spülen	8,37
Filter und Schleuse reinigen	5,12
Melkstand reinigen	18,81
Reinigung von Tank und Kühlanlage	8,03
Reinigung der Milchammer	3,24
sonstige Arbeiten	<u>10,30</u>
Gesamtarbeitszeitbedarf	75,64

Tabelle 6: Zusammensetzung der Vor- und Nacharbeiten
(nach SCHÖN und PEN (28))

Für die Vor- und Nacharbeiten in Karussellmelkständen werden von SCHLEITZER (27) 0,20 AKmin/Kuh und Melkzeit angegeben.

In der bereits erwähnten Niederschrift des KTL-Gesprächs (36) wird für die Vor- und Nacharbeiten ein Arbeitszeitbedarf von 102,45 AKmin/Herde und Melkzeit genannt.

Dieser teilt sich folgendermaßen auf:

Vorbereiten des Melkstandes	30,0 AKmin/Herde und Melkzeit
Abwaschen der Melkzeuge	18,4 AKmin/Herde und Melkzeit

Anschließen der Melkzeuge an Spülköpfe	9,6	AKmin/Herde und Melkzeit
Melkanlage klarspülen, Anschlüsse prüfen	14,45	AKmin/Herde und Melkzeit
Melkstandinnenraum reinigen	10,0	AKmin/Herde und Melkzeit
Melkstandplattform (Karussell) abspritzen	20,0	AKmin/Herde und Melkzeit

1.3.1.3 Gesamtarbeitszeitbedarf

Angaben über den Gesamtarbeitszeitbedarf finden sich an vielen Stellen. Sie können jedoch nur selten ohne Kommentar aufgeführt werden, da sie fast immer nur in Verbindung mit dem Arbeitsverfahren gelten, in dessen Rahmen sie genannt sind. Zu ihrer Erläuterung ist die Kenntnis des dazugehörigen Melkstandtypes sowie der technischen Ausstattung erforderlich.

HAMMER (12) nennt 1955 ohne genauere Bezeichnung der betreffenden Melkstandtypen einen Arbeitszeitbedarf für das Melken von 30 Kühen in einer Spanne von 4 AKmin/Kuh und Melkzeit bis 7 AKmin/Kuh und Melkzeit. Eigentliche Melkarbeiten sowie Vor- und Nacharbeiten sind hier zu einem einzigen Wert zusammengefaßt. Als Melkdauer wird eine Zeitspanne von 2,5 bis 8 Minuten angegeben.

HESELBACH (13) gibt den Arbeitszeitbedarf für verschiedene Arbeitsverfahren an, die durch Anzahl der eingesetzten Arbeitspersonen, Melkstandbauart und -größe, Milchabgabezeit sowie Anzahl der Melkzeuge genauer beschrieben sind. Außerdem nennt er die Herdengröße. Hauptarbeiten und Vor- und Nacharbeiten werden auch hier zusammengefaßt.

Für eine Herde von 40 Kühen mit einer unterstellten Milchabgabezeit von 6 min nennt HESELBACH folgenden Gesamtarbeitszeitbedarf:

Tandemstand

1 Melker, 2 Melkzeuge, 2 Buchten
Rohrmelkanlage, Kannenbatterie 16,7 AKmin/Tier und Tag

Tandemstand

1 Melker, 3 Melkzeuge, 3 Buchten
Rohrmelkanlage, Kannenbatterie 9,5 AKmin/Tier und Tag

Gruppenmelkstand

1 Melker, 3 Melkzeuge, 6 Buchten
Rohrmelkanlage, Milchtank 7,2 AKmin/Tier und Tag

Gruppenmelkstand

1 Melker, 4 Melkzeuge, 8 Buchten
Rohrmelkanlage, Milchtank 6,8 AKmin/Tier und Tag

Im Rahmen einer internationalen Erhebung über den Arbeitszeitbedarf in Milchviehställen, die gemeinsam von FAO, CIGR, FEZ und CIOSTA durchgeführt wurde, und deren Ergebnisse im Jahre 1966 veröffentlicht wurden (15), ergab sich im Mittel aller Laufställe ein Arbeitszeitbedarf für das Melken von 5,77 AKmin/Kuh und Tag und für Nebenarbeiten, die nicht näher bezeichnet sind, 4,39 AKmin/Kuh und Tag. Hierbei wurde nicht nach Melkstandbauart und anderen Kriterien unterschieden.

VOGT und NORDHAUSEN (31) fanden 1966 in vier 2x4 Fischgrätenmelkständen einen durchschnittlichen Arbeitsaufwand für die Arbeiten der Milchgewinnung von 7,6 AKmin/Kuh und Tag. Davon entfielen auf das eigentliche Melken 4,52 AKmin/Kuh und Tag.

Im KTBL-Taschenbuch für Arbeits- und Betriebswirtschaft (33) werden folgende Arbeitszeitbedarfszahlen für Herden von 40 Kühen und mit einer Melkdauer von 6 min angegeben:

Tandemstand

1 Melker, 3 Melkzeuge, 3 Buchten
Rohrmelkanlage, Kannenbatterie 7,5 AKmin/Kuh und Tag

Fischgrätenmelkstand

1 Melker, 4 Melkzeuge, 8 Buchten
Rohrmelkanlage, Milchtank 4,3 AKmin/Kuh und Tag

Für die Milchpflege, also Reinigung von Wanne oder Tank, werden 0,15 AKmin/Kuh und Tag unterstellt.

SCHÖN und PEN (27) machen Angaben über den Arbeitszeitbedarf für die Hauptarbeiten bei verschiedenen Melkstandformen. Dabei unterstellen sie bei zweireihigen Bauformen die Ausrüstung mit einem Melkzeug für zwei Buchten. Für eine Melkdauer von 8 Minuten geben sie folgende Werte an:

2x2 Längsmelkstand	9,44 AKmin/Kuh und Tag
2x3 Fischgrätenmelkstand	6,30 AKmin/Kuh und Tag
2x4 Fischgrätenmelkstand	4,72 AKmin/Kuh und Tag
2x5 Fischgrätenmelkstand	4,28 AKmin/Kuh und Tag

Zusammen mit dem Arbeitszeitaufwand für die Nebenarbeiten ergibt sich daraus bei einer Herde von 40 Kühen folgender Gesamtarbeitszeitaufwand:

2x2 Längsmelkstand	13,4 AKmin/Kuh u. Tag	67 AKh/Kuh u. Jahr
2x3 Fischgrätenmelkstand	10,2 AKmin/Kuh u. Tag	51 AKh/Kuh u. Jahr
2x4 Fischgrätenmelkstand	8,6 AKmin/Kuh u. Tag	43 AKh/Kuh u. Jahr
2x5 Fischgrätenmelkstand	8,2 AKmin/Kuh u. Tag	41 AKh/Kuh u. Jahr

Eine französische Zusammenstellung über den Arbeitszeitbedarf in Milchviehställen (35) nennt als Gesamtarbeitszeitbedarf folgende Werte:

Tandemmelkstand 3 Buchten	7,08 AKmin/Kuh u. Tag	35,4 AKh/Kuh u. Jahr
2x3 und 2x4 Fischgräten- melkstände	5,61 AKmin/Kuh u. Tag	28,05 AKh/Kuh u. Jahr

Die Zahlen gelten für Herden mit jeweils 40 Kühen und einer täglichen Milchleistung von 12 bis 15 Litern.

Der Gesamtarbeitszeitbedarf in Melkkarussellen mit 40 Plätzen beträgt nach Angaben von SCHLEITZER (27) 4,00 AKmin/Kuh und Tag beziehungsweise 20 AKh/Kuh und Jahr. In den Aufzeichnungen des KTBL (36) werden als Gesamtarbeitszeitbedarf für einen derartigen Melkstand 16 AKh/Kuh und Jahr angegeben.

1. 3. 1. 4 Beurteilung der Literaturangaben

Die vergleichende Betrachtung der hier vorgestellten Werte zeigt, daß nur bei dem 1x3 Tandemmelkstand und dem 2x4 Fischgrätenmelkstand ein direkter Vergleich möglich ist. Werden alle Werte einheitlich auf Arbeitsstunden/Kuh und Jahr (AKh/Kuh und Jahr) umgerechnet, dann bewegen sich die Angaben für den Tandemstand im Bereich zwischen 35, 4 AKh/Kuh und Jahr und 47, 5 AKh/Kuh und Jahr. Für den 2x4 Fischgrätenmelkstand werden zwischen 21, 5 und 43 AKh/Kuh und Jahr genannt.

Zusammenfassend wird also deutlich, daß die in den hier ausgewerteten Quellen angegebenen Werte für den Arbeitszeitbedarf beim Melken in Melkständen bis zu 100 % differieren. Darüberhinaus sind Vergleichsmöglichkeiten nur auf zwei Melkstandbauarten beschränkt. Die Frage nach dem Arbeitszeitbedarf für das Melken in Melkständen kann damit nicht in befriedigendem Umfange beantwortet werden.

1. 3. 2 Einflüsse auf den Arbeitszeitbedarf

Neben den Angaben über die Höhe des Arbeitszeitbedarfes für das Melken finden sich in der Literatur verschiedentlich Hinweise auf Faktoren, die den Arbeitszeitbedarf oder den Arbeitsablauf beeinflussen. Diese Einflüsse wirken aus verschiedenen Richtungen. Im einzelnen lassen sie sich durch Technik, Tier oder Mensch unterscheiden.

1. 3. 2. 1 Von der Technik ausgehende Einflüsse

Die in der ausgewerteten Literatur enthaltenen Angaben über von der Technik auf den Arbeitszeitbedarf wirkende Einflüsse betreffen in erster Linie die Auswirkungen der Gesamtkonzeption des Melkstandes, der Nebeneinrichtungen, wie zum Beispiel Geräte zur Kraffutternvorlage, jedoch weniger die technischen Daten der Melkanlage, wie zum Beispiel Pulsfrequenz, Taktverhältnis oder Vakuumhöhe. Zu diesem Bereich hat WALSER (32) ausführliche Literatursammlung be-

trieben, die allerdings mehr unter dem Gesichtspunkt der Eutergesundheits vorgenommen wurde. Hieraus ergibt sich, daß vor allem das Taktverhältnis eines Pulsators, also das Verhältnis zwischen Saug- und Entlastungstakt, Auswirkungen auf die Melkdauer der Kühe hat. Dem wird ja bekanntlich von der Industrie Rechnung getragen, indem das Taktverhältnis sogenannter Schnell- oder Kurzzeitmelker-Pulsatoren bis zu dem Verhältnis 80:20 zugunsten des Saugtaktes verschoben wird. In Verbindung damit wird die Pulsfrequenz meist erhöht, um die Zitzen durch den verlängerten Saugtakt nicht zu sehr zu beanspruchen. WALSER berichtet auch über Quellen, nach denen die Steigerung der Pulsfrequenz keinen Einfluß oder sogar einen negativen Einfluß auf die Melkdauer hat. In allen Fällen wird davon abgeraten, die von der Konstruktion her vorgesehene Pulsfrequenz zu ändern. Die Frage der Vakuümhöhe wird von WALSER aus arbeitswirtschaftlicher Sicht nur ganz kurz dahingehend gestreift, daß die Angaben der Hersteller als Richtlinie dafür zu nehmen seien, welche Vakuümhöhe bei gutem Melkerfolg für das Euter noch un-schädlich sei. Die genannten Werte bewegen sich überwiegend bei einem Unterdruck von 38 cmHgS.

RABOLD (23) gibt verschiedene Quellen an, nach denen durch Steigerung des Unterdruckes die Melkdauer verkürzt werden kann, soweit es sich um die Gewinnung des Maschinenhauptgemelkes handelt. Dagegen wird im Zusammenhang mit der Steigerung des Unterdruckes mehrfach von einer Zunahme des Maschinennachgemelkes berichtet, also des Anteiles am Gesamtgemelk, der von der Melkmaschine unter Anwendung von Ausmelkgriffen des Melkers gewonnen wird. Auch RABOLD nennt einen Wert von etwa 38 cmHgS als optimalen Unterdruck. Er weist ebenso wie WALSER (32) auf die Wichtigkeit eines konstanten Melkvakuüms hin.

Auch in den von RABOLD angegebenen Quellen wird der Pulsfrequenz keine entscheidende Wirkung auf die Melkdauer zugeschrieben, dagegen wird mehrfach auf den entscheidenden Einfluß des Taktverhältnisses hin-

gewiesen. RABOLD nennt als Mangel aller von ihm angeführten Quellen die unzureichende Berücksichtigung der Interaktionen mehrerer Größen. Aufgrund eigener Untersuchungen unter Berücksichtigung von zehn Einzelfaktoren erhält er als Ergebnis den Gesamteinfluß der Vakuumapplikation auf die Ausprägung der Merkmale von Melkarbeit und Melkbarkeit. Zur Ermittlung der optimalen Vakuumapplikation nimmt er eine Gewichtung der verschiedenen Merkmale vor, die besonders den Zeitaufwand zur Gewinnung des Maschinenhauptgemelkes und den Zeitaufwand für die Gewinnung des Maschinennachgemelkes berücksichtigt. Daraus ergibt sich als günstigste Kombination eine Pulsfrequenz von 60 Takten/min. mit einem Saugtaktanteil von 75 % (Taktverhältnis 1:3) und einem Melkvakuum von $0,5 \text{ kp/cm}^2$ (38 cmHgS).

Die Konzeption der Melkstandanlage beeinflusst vor allem das Ein- und Austreiben der Tiere (20, 26, 28) und das Ansetzen des Melkzeuges (28). Darüberhinaus kann unter bestimmten Umständen der gesamte Fortgang der Melkarbeiten von der Melkstandanlage beeinflusst werden (20).

Zu der Frage des Ein- und Austreibens wird von PIEL-DESRUISSEAUX und BERTOLUS (20) folgender Zeitbedarf genannt:

Fischgrätenmelkstand	0,09 min/Tier und Melkzeit (8 Tiere/Gruppe)
Reihenmelkstand	0,19 min/Tier und Melkzeit (4 Tiere/Gruppe)
Einzelmelkstand (Tandem)	0,40 min/Tier und Melkzeit (Einzeltier)

Bezogen auf den Gesamtarbeitszeitbedarf geben diese Autoren für den Gruppenwechsel im Fischgrätenmelkstand einen Anteil von 1,2 % und für den Gruppenwechsel in Melkständen mit hintereinanderstehenden Tieren (zum Beispiel Reihenmelkstände) einen Anteil von 4,6 % an.

RÜPRICH (26) berichtet, daß in Großbeständen im Ausland gute Erfahrungen mit Nachtreibeihilfen zum Eintreiben der Tiere in den Melkstand gemacht wurden. Eine derartige Nachtreibeihilfe wird von

SCHÖN und PEN (29) ebenfalls beschrieben und befindet sich seit einiger Zeit mit gutem Erfolg in praktischer Erprobung. Nach Angabe der Autoren ist damit eine Verringerung der Zeit für das Eintreiben um 60 % zu erreichen. Auch für das Austreiben geben diese Autoren einen Einfluß der technischen Anlage des Melkstandes an. Sie stellten fest, daß bei Melkständen ohne direkten Ausgang in den Aufenthaltsraum für das Passieren der Laufgänge beziehungsweise eines anderen Stallteiles besonders viel Zeit benötigt wird.

In einer anderen Arbeit (28) weisen SCHÖN und PEN darauf hin, daß das Ansetzen des Melkzeuges ebenfalls durch technische Details der Melkstandanlage beeinflusst werden kann. In Melkständen mit längsstehenden Tieren kann es leichter vorgenommen werden als in Fischgrätenmelkständen mit steilstehenden Tieren. Hier werden die Euter gelegentlich von einem Bein der Kühe verdeckt und sind auch wegen der Anordnung des Standgerüstes oft schlecht zu erreichen.

Die Auslegung der Melkstände in Verbindung mit den Melkeigenschaften der Tiere wirkt sich nach PIEL-DESRUISSEAU und BERTOLUS (20) auch auf den Fortgang der Melkarbeiten insgesamt aus. Dies ist der Fall in allen zweireihigen Gruppenmelkständen mit einem Melkzeug für zwei Buchten. Hier bewirken Kühe mit besonders langer Melkdauer erhebliche Verzögerungen des Ablaufes der Melkarbeiten auf der anderen Melkstandseite, die auch mit physiologisch unvorteilhaften Folgen verknüpft sein können, zum Beispiel übermäßig lange Wartezeiten zwischen Vorbereiten des Euters und Ansetzen des Melkzeuges.

Von den Hilfseinrichtungen, mit denen Melkstände ausgestattet sein können, wirkt sich unter anderem die Technik der Kraftfuttervorlage auf den Arbeitszeitbedarf aus. SCHÖN und PEN (28) haben festgestellt, daß in Melkständen, die mit seilzugbetätigten Dosiergeräten ausgestattet sind, der Arbeitszeitbedarf 0,12 AKmin/Tier und Melkzeit beträgt. Er ist damit viermal so hoch wie der von den gleichen Autoren

angegebene Arbeitszeitbedarf für das vollmechanische Zuteilen von Kraftfutter in Fischgrätenmelkständen.

Die eben genannte Arbeit enthält auch zahlreiche Hinweise auf Einflüsse der Technik auf die *Nebearbeiten* beim Melken, Besonders ins Gewicht fallen demnach die Entfernungen zwischen den einzelnen Bereichen der Melkanlage, die Notwendigkeit des Transportes der Melkzeuge zwischen Melkstand und Milchammer, die technischen Voraussetzungen für Reinigung und Desinfektion der Melkanlage und technische Hilfsmittel für die Reinigung von Melkstand und Milchammer. Darüberhinaus wirkt sich auch die baulich bedingte Notwendigkeit der Reinigung von Vorwarteplätzen aus, die von der Liegefläche getrennt angelegt sind.

1.3.2.2 Einflüsse der Tiere

Die Einflüsse des Tieres auf die Melkarbeiten werden ebenfalls von mehreren Autoren besprochen.

Die bestimmende Größe für die Arbeitsorganisation beim Melken ist die *Melkdauer* der Kühe, die in gewissen Grenzen auch durch technische Einflüsse variiert werden kann (siehe 1.3.2.1 (32)). RABOLD (22) gibt eine Beziehung zwischen dem Zeitaufwand für die Durchführung der Hauptarbeiten beim Melken (Routinearbeiten t_{RA}) und dem Zeitaufwand für die Gewinnung des Maschinenhauptgemelkes (t_{MHC}) an, also für die Zeit, während der der Melkvorgang zwischen Ansetzen des Melkzeuges und Beginn des Nachmelkens selbsttätig abläuft:

$$\bar{t}_{MHC} \hat{=} \bar{t}_{RA} \times (n - 1) + \bar{t}_{WA} + \bar{t}_{Anr} \quad (2) \quad ^{+)}$$

Die Gleichung besagt, daß der Melker während der Zeit für die Gewinnung des Maschinenhauptgemelkes die Routinearbeiten einmal weniger durchzuführen hat als Melkzeuge im Stand sind. Dazu kommen die Arbeitsgänge, die vor dem Ansetzen des n-ten Melkzeuges durchgeführt sein müssen,

<sup>+) t_{WA} $\hat{=}$ Zeit für Euterreinigung (waschen), t_{Anr} $\hat{=}$ Zeit für Anrüsten,
 n $\hat{=}$ Anzahl der Melkzeuge, jeweils Durchschnittszeiten, Kennzeichen</sup>

also die Reinigung und das Anrüsten des Euters. Die gleiche Beziehung läßt sich in abgewandelter Form dazu verwenden, die Anzahl der von einem Melker zu bedienenden Melkzeuge zu bestimmen:

$$n \hat{=} 1 + \frac{\bar{t}_{\text{MHG}} - \bar{t}_{\text{WA}} - \bar{t}_{\text{Anr}}}{\bar{t}_{\text{RA}}} \quad (3)$$

Bei Anwendung dieser Beziehungen auf eine existierende Herde ist es unwahrscheinlich, daß für n ein ganzzahliger Wert gefunden wird. RABOLD gibt für diesen Fall den Rat, auf- beziehungsweise abzurunden. Beim Aufrunden ergibt sich eine negative Differenz zwischen errechneter Zeit für die Gewinnung des Maschinenhauptmelkes und der tatsächlich notwendigen Zeitspanne. Diese ist als verfahrensbedingte Blindmelkzeit zu verstehen. Beim Abrunden ergibt sich eine verfahrensbedingte Rastzeit für den Melker. Da in einer tatsächlich existierenden Herde die Melkdauer der Kühe unterschiedlich ist, kann die hier angeführte Beziehung lediglich als grobe Richtlinie dienen.

Sie zeigt jedoch, daß das Ansteigen des Arbeitszeitbedarfes bei langer Melkdauer durch verfahrensbedingte Wartezeiten vermieden werden kann, indem die Anzahl der eingesetzten Melkzeuge erhöht wird, also zum Beispiel indem anstelle eines Melkstandes mit drei Melkzeugen einer mit vier oder fünf Melkzeugen vorgesehen wird.

Zu der Frage, inwieweit sich die ermolkene Milchmenge auf die pro Zeiteinheit ermolkene Milchmenge (Milchflußintensität) und die Melkdauer auswirkt, haben PIEL-DESRUISSEAUX und BERTOLUS (20) folgende Abhängigkeit angegeben, die sie anhand umfangreicher Untersuchungen in Frankreich ermittelt haben:

$$d = 0,31 + 0,13 p \quad (4) \quad +)$$

+) $d \hat{=}$ Milchflußintensität, $p \hat{=}$ ermolkene Milchmenge

Daraus leiten sie über die Gleichung

$$tt = \frac{p}{d} \quad (5) \quad +)$$

eine Beziehung zwischen ermolkener Milchmenge und Melkzeit ab:

$$tt = \frac{p}{0,31 + 0,13 p} \quad (6) \quad +)$$

Als Beispiel müßte nach dieser Gleichung (6) eine Kuh mit einem Gemelk von 10 kg Milch eine Melkdauer von 6,21 Minuten aufweisen. Da es nicht erwiesen ist, daß die Melkeigenschaften des untersuchten französischen Tiermaterials den Eigenschaften der in Deutschland gehaltenen Tiere gleichen, kann aus dieser Beziehung leider keine unmittelbare Nutzanwendung gezogen werden. Die Autoren berichten jedoch, daß sie sich für französische Verhältnisse als zutreffend erwiesen hätten.

Nach ANDREAE (1) besteht nur bis zu einer Gemelkmenge von 3,5 Liter je Euterviertel eine stetige Zunahme des Milchflusses, ausgedrückt durch das mittlere und größte Minutengemelk. Darüberhinaus nimmt der Zuwachs des Milchflusses in Abhängigkeit von der Gemelkmenge ab um ab etwa 4,5 Liter Gemelk/Viertel nicht mehr zuzunehmen. Aus diesem Grunde kann mit Sicherheit angenommen werden, daß die vorher genannte strenge Beziehung zwischen Gemelkmenge und Melkdauer nur im Bereich relativ geringer Milchleistung gültig ist, daß also die ohne Zweifel bestehende Abhängigkeit schwieriger darzustellen ist, als PIEL-DESRUISSEAU und BERTOLUS dies getan haben.

Die Milchleistung einer Kuh kann sich jedoch außer über die Melkdauer auch indirekt über die aufzunehmende Kraftfuttermenge und damit die Verzehrzeit auf den Arbeitszeitbedarf auswirken. Je nach vorhandener Grundfutterration müssen Hochleistungskühen etwa 4 kg Kraftfutter und mehr je Melkzeit verabreicht werden (6), (30). Dies erfolgt in Laufstallbetrieben vorzugsweise im Melkstand, wogegen aus physiologischer Sicht nichts einzuwenden ist (36). Für die Aufnahme entsprechen-

+) $tt \hat{=}$ Melkdauer

der Kraftfuttermengen benötigen die Kühe nach den Feststellungen von RÜHMANN und SCHURIG (25) jedoch 16 bis 20 Minuten, wenn mehlig gefüttert wird, und 8 bis 10 Minuten, wenn Pellets verabreicht werden. In Melkstandbauarten, die eine kurze Aufenthaltsdauer der Tiere bedingen, also besonders in Einzelmelkständen, in denen sich die Aufenthaltsdauer nur nach der jeweiligen Melkdauer des einen Tieres richtet, aber auch in kleineren Gruppenmelkständen, muß demnach damit gerechnet werden, daß die durch die Melkarbeiten bedingte Zeitspanne nicht ausreicht, alles vorgelegte Kraftfutter aufzunehmen. In diesem Falle würden für den Melker Wartezeiten auftreten, die sich in einer Erhöhung des Arbeitszeitbedarfes äußern. VERSBACH (30) schlägt für solche Fälle die Verabreichung des Kraftfutters in einem für die Einzeltierfütterung geeigneten separaten Freßplatz vor.

1.3.2.3 Der Einfluß des Menschen

Der Einfluß des Menschen auf die Melkarbeiten erstreckt sich in erster Linie auf die individuelle Arbeitsgeschwindigkeit des Melkers und auf die Qualität der Arbeit. Diese ist nach der technisch einwandfreien Durchführung von Handgriffen sowie nach Gestaltung und Ablauf der Arbeitsroutine zu beurteilen. Ein weiterer Punkt, durch den der Mensch Einfluß auf den Melkvorgang ausübt, ist seine Fertigkeit im Umgang mit Tieren.

Die Arbeitsgeschwindigkeit eines Melkers kann im allgemeinen nur dann gesteigert werden, wenn Handfertigkeit und Überblick über den Arbeitsablauf verbessert werden oder wenn für den Melker ein materieller Nutzen erkennbar ist.

Zu diesem Punkt finden sich in der Literatur keine Angaben. Die Feststellungen zu den Fragen der Arbeitstechnik und der Geschicklichkeit im Umgang mit Tieren gehen, speziell auf den Melkstand bezogen, ebenfalls nicht über allgemeine Bemerkungen hinaus. Die allgemeine Arbeits-

technik beim Melken mit Melkmaschinen beschreibt HESSELBACH (13).

Zur Beurteilung der Arbeitsroutine hingegen sind mehrere Hinweise zu finden. RABOLD (22) nennt Merkmale, die bei einem Wechsel der Melkverfahren die Verbesserung beziehungsweise die Verschlechterung der Melkroutine erkennen lassen.

Dazu gehören:

- a) die Zeit für die Gewinnung des Maschinenhauptmelkes
- b) die Stimulierungszeit (Anrüsten)
- c) die Wartezeit zwischen Beginn des Stimulierens und Anhängen des Melkzeuges
- d) die Blindmelkzeit
- e) die Zeit für die Gewinnung des Maschinennachmelkes und das Abnehmen der Melkzeuge

Eine Verschlechterung der Melkroutine unter physiologischen Aspekten tritt nach RABOLD in Verbindung mit kürzerer Stimulierungszeit (b) und kürzerer Dauer für Nachmelken und Abnehmen der Melkzeuge (e), dagegen mit Verlängerung der übrigen Zeiten auf. Dies zeigt also, daß arbeitswirtschaftliche und physiologische Beurteilung eines Melkverfahrens nicht in allen Punkten konform gehen.

Die Blindmelkzeit wird wie von RABOLD (22, 23) auch von HESSELBACH (13) als ein Zeichen schlechter Melkroutine und Organisation der Melkarbeiten (zu viele Melkzeuge) gewertet.

WALSER (32) berichtet über Untersuchungen, die im Zusammenhang mit der auf 7 bis 10 Minuten begrenzten Wirkungsdauer des Hormones Oxytocin ergaben, daß das Überschreiten einer Wartezeit zwischen Anrüsten und Melkbeginn von 3 Minuten den Milcherttrag verringert, die Melkzeit verlängert und daß auch mit niedrigerem Fettertrag gerechnet werden muß.

Andererseits soll das Melkzeug erst bei Erreichen der vollen Melkbereitschaft des Euters angesetzt werden (WALSER, 32). Der gleiche Autor

berichtet über die Zeitspanne, die zwischen Beginn des Anrüstens und dem Einschießen der Milch verstreicht, die sogenannte *L a t e n z z e i t*. Da es sich bei der Auslösung des Einschießens durch das Anrüsten um neurohormonale Vorgänge handelt, in denen das Blut als Transportmittel des Hormons Oxytocin auftritt, vergeht eine längere Zeit als bei einem rein nervösen Reflex. Die durchschnittliche Dauer der Latenzzeit beim Rind wird mit 60 sec angegeben, wobei erhebliche individuelle Schwankungen auftreten. RABOLD (22) gibt hierfür einen Wert von 105 sec an, HESSELBACH (13) nennt 60 sec zwischen Eutervorbereitung und Ansetzen des Melkzeuges, wenn die Eutervorbereitung in Reinigung mit warmem Wasser besteht. HESSELBACH weist ebenfalls darauf hin, die *a n g e r ü s t e t e* Kuh *n i c h t o h n e* *M e l k z e u g* stehen zu lassen, weil sonst innerhalb der Wirkungs-dauer des Oxytocins nicht die gesamte Milchmenge zu ermelken sei. Er begrenzt die Wartezeit in angerüstetem Zustand auf eine Minute. Dies deckt sich mit den Angaben von PIEL-DESRUISSEAUX und BERTOLUS (20), die in ihrem Bericht ausführlich auf die Einflüsse des Menschen auf die Melkarbeit eingehen. Sie weisen darauf hin, daß der Zeitbedarf für die Eutervorbereitung und die physiologisch wichtige Wartezeit zwischen Eutervorbereitung und Ansetzen des Melkzeuges in erster Linie vom Melker, weniger von anderen Einflüssen, zum Beispiel Verschmutzung der Euter, abhängt.

Als Beispiel führen sie die Untersuchungen in einem Stall an, der mit zwei Melkern besetzt war. Der eine benötigte für die Eutervorbereitung im Mittel 0,39 min, der andere unter den gleichen Bedingungen 0,43 min. Die statistische Auswertung der Untersuchungen ergab weiterhin, daß der schneller arbeitende Melker auch gleichmäßiger arbeitete. Auch hinsichtlich der Wartezeit zwischen Eutervorbereitung und Ansetzen des Melkzeuges unterschieden sich beide Melker. Während der bessere nur in 27 % der Fälle den physiologisch günstigen Wert von 1 Minute ($\hat{=}$ Latenzzeit) unterschritt, war dies bei dem anderen in 53 % aller Fälle gegeben. Hieraus

kann entnommen werden, daß wenigstens in dem untersuchten Beispiel die bessere Arbeitskraft in mehreren entscheidenden Merkmalen der Arbeitserledigung überlegen war.

2. Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen über das Melken in Melkständen

Die Auswertung der Literatur zum Thema der Arbeit zeigt, daß zu mehreren Punkten keine oder nur unbefriedigende Angaben zu finden sind. Dies bezieht sich zunächst auf die Frage des Arbeitszeitbedarfes beim Melken in Melkständen. Hierüber finden sich Daten, die teilweise unzureichend differenziert sind, oder nur für eine kleine Auswahl der gebräuchlichen Melkstandbauarten gelten; zudem unterscheiden sich die Aussagen der verschiedenen Autoren ganz erheblich. Präzise Angaben fehlen auch zu Teilbereichen der Einflüsse auf den Arbeitszeitbedarf völlig, so zum Beispiel für die Einflüsse der Handfertigkeit des Melkers und der Gestaltung des Arbeitsablaufes.

Daraus folgt die Notwendigkeit, zur Ergänzung der verwertbaren Angaben in der Literatur Daten aus gesonderten Studien des Arbeitsablaufes in Melkständen heranzuziehen. Diese Daten sollten außer reinen Arbeitszeitbedarfswerten auch Unterlagen für die Beurteilung von verschiedenen Einflüssen auf das Melken in Melkständen enthalten.

2.1 Methode der Datensammlung

2.1.1 Herkömmliche Zeitstudientechniken

Für die Durchführung der Zeitstudien, die zur Ergänzung der in der Literatur vorgefundenen Angaben notwendig wurden, sollte eine Technik angewandt werden, welche folgenden Anforderungen genügt:

- a) möglichst lückenlose Aufzeichnung des Arbeitsablaufes
- b) hohes Auflösungsvermögen kurzer Vorgänge, das heißt sichere Trennung eines aus kleinen Teilelementen zusammengesetzten Arbeitsganges

- c) zeitsparende, zuverlässige Auswertung der Aufzeichnungen, unter Umständen direkt durch elektronische Rechenmaschinen.

Bei der Durchführung von Testmessungen mit verschiedenen gebräuchlichen Geräten zeigte sich, daß Geräte, die die Erstellung eines schriftlichen Protokoll es erforderten (Stoppuhr mit Schleppzeiger, Zeitmessgerät nach Faissl), den Anforderungen bezüglich der Trennung kurzer Vorgänge nicht genügten, da entweder die Ablesung zu ungenau war oder die Protokollierung nicht schnell genug erfolgen konnte. Der Einsatz eines Tonbandgerätes zur Anfertigung eines gesprochenen Protokoll es erlaubte zwar eine höhere Auflösung der Teilvorgänge, verursachte jedoch sehr viel Zeitaufwand bei der Auswertung. In keinem Falle war eine kontinuierliche Aufzeichnung des Arbeitsablaufes gesichert.

In der einschlägigen Literatur (10, 17) werden mehrere leistungsfähige Zeitstudienverfahren genannt, die ohne handschriftliches Protokoll auskommen, und bei denen die einzelnen Arbeitselemente durch entsprechende Codes bei der Aufnahme symbolisch dargestellt werden, zum Beispiel durch eine bestimmte Auslenkung eines Schreibers, deren Dauer der Zeit des Vorganges entspricht. Dieses dem tatsächlichen Arbeitsablauf analoge Protokoll kann zu einem günstigen Zeitpunkt am Schreibtisch in eine auswertbare Form gebracht werden. Keines dieser Verfahren beinhaltete jedoch die Möglichkeit einer maschinellen Auswertung.

2.1.2 Die Aufzeichnung von Arbeitsabläufen auf Magnetband

Da bei den gegenwärtigen Datenverarbeitungsanlagen überwiegend elektronische Systeme verwendet werden, sollte aufgrund der Erfahrungen bei den Testmessungen und der Ergebnisse des Literaturstudiums zu diesem Thema ein Verfahren entwickelt werden, welches einerseits eine kontinuierliche Aufzeichnung rasch ablaufender Vorgänge erlaubt, ande-

rerseits die Aufzeichnungen in Form elektrischer Größen zur Auswertung zur Verfügung stellt.

Diese Forderungen legen die Aufzeichnung des Arbeitsablaufes durch das Magnetbandgerät nahe, welches außerdem in handlicher, betriebssicherer Form auf dem Markt ist. Moderne Bandgeräte weisen zudem eine Gleichlaufgenauigkeit auf, die die Verwendung der Bandgeschwindigkeit als Zeitmaßstab bei Zeitmessungen zuläßt (17).

2. 1. 2. 1 Technische Funktion

Die Funktion der Gesamtanordnung umfaßt folgende Teilaufgaben:

- a) Symbolisierung der Arbeitsgänge in Form elektrischer Größen
- b) Aufzeichnung des Arbeitsablaufes auf Magnetband
- c) Wiedergabe der Aufzeichnungen des Arbeitsablaufes
- d) Umwandlung der Aufzeichnungen in eine für das verwendete Auswertungssystem geeignete Form.

Die *S y m b o l i s i e r u n g* der Arbeitsgänge zur Aufzeichnung auf das Magnetband erfolgt durch Wechselspannungen unterschiedlicher Frequenzen, die im Rahmen des von dem verwendeten Magnetbandgerät bewältigten Frequenzbereiches liegen. Die Dauer eines Signales entspricht der Dauer des zugeordneten Arbeitsganges.

Die *A n z a h l* der notwendigen *F r e q u e n z e n* ergibt sich aus der Anzahl der aufzuzeichnenden Teilelemente sowie aus der Notwendigkeit, außer dem chronologischen Ablauf der Arbeiten im Melkstand auch den lokalen Ablauf aufzuzeichnen. Da gefordert werden mußte, auch noch 2x6 Fischgrätenmelkstände mit dieser Meßanordnung untersuchen zu können, wurden außer 12 Informationen zur Kennzeichnung der *S t a n d - p l ä t z e* der Kühe vorgesehen. Insgesamt müssen also 24 Informationen aufgezeichnet werden, für die je eine Frequenz vorzusehen ist.

Die Aufzeichnung eines Arbeitsablaufes ergibt ein Gemisch verschiedener Frequenzen mit unterschiedlicher Signaldauer. Die *I d e n t i f i z i e -*

r u n g der Signale erfolgt mit Hilfe einer Kette von Tonfrequenzschaltstufen, wie sie aus der Fernwirktechnologie bekannt sind. Hier wurden Schaltungen aus dem Bereich der Funkfernsteuerung von Flugzeug- oder Schiffsmodellen verwendet (4). Jede Schaltstufe ist mit einem Relais ausgestattet, welches zur Steuerung analoger oder digitaler Auswertgeräte dient. Serien- oder Parallelschaltung mehrerer Relais ermöglichen auch logische Verknüpfungen der aufgezeichneten Vorgänge ("und", "oder", Negation).

Die Bauart der Tonfrequenzschaltstufen erlaubt es aufgrund ihrer geringen Trennschärfe nicht, alle 24 Informationen innerhalb des Frequenzumfanges der Magnetbandaufzeichnung auf einem Übertragungskanal unterzubringen. Dazu mußte eine Aufzeichnungstechnik mit zwei Kanälen zum Registrieren der Informationen gewählt werden. Die Informationen wurden dazu in zwei Gruppen aufgeteilt.

Im Laufe der Entwicklung der Zeitmesstechnik wurden zwei verschiedene Systeme der mehrkanaligen Aufzeichnung geprüft:

- 1.) die simultane Aufzeichnung beider Kanäle
- 2.) die Aufzeichnung im Zeitmultiplexverfahren.

Für die s i m u l t a n e A u f z e i c h n u n g beider Kanäle wurde ein Magnetbandgerät mit zweikanaliger Aufzeichnung und Wiedergabe verwendet, wie es in der Unterhaltungselektronik für die Speicherung stereophonischer Rundfunk- oder Schallplattenprogramme eingesetzt wird. Zur Auswertung wurden an dieses Gerät die Tonfrequenzschaltstufen unmittelbar angeschlossen, deren Signale dann weiterverarbeitet wurden. Da für die erforderliche Aufzeichnungsdauer kein batteriebetriebenes Gerät mit ausreichender Spulengröße verfügbar war, mußte ein n e t z b e t r i e b e n e s G e r ä t mit allen Nachteilen hinsichtlich freier Beweglichkeit der Beobachtungsperson und Stromversorgung in Feuchträumen eingesetzt werden.

Die Aufzeichnung im Zeitmultiplexverfahren ermöglicht mit Hilfe einer Anordnung von Zeitschaltern das Unterbringen der beiden Informationsgruppen auf einem einzigen Übertragungskanal, indem jeder Gruppe der Übertragungsweg für einen im Verhältnis zur Gesamtdauer der Information kurzen Zeitabschnitt zur Verfügung gestellt wird. Um die Signale bei der Auswertung der Aufzeichnung eindeutig identifizieren zu können, wird den beiden Informationsgruppen noch ein drittes, konstantes Signal vorgeschaltet, welches für die Decodiereinrichtung beim Auswerten als Bezugspunkt dient. Für das Zeitmultiplexverfahren ist die Erweiterung der für simultane Übertragung vorhandenen Geräte durch je ein Vorschaltgerät für Aufzeichnung und Auswertung erforderlich, welche die notwendigen Umschalter enthalten. Dieser technische Mehraufwand wird jedoch ausgeglichen durch die Möglichkeit, das unhandliche Magnetbandgerät mit Netzbetrieb, welches für die Simultanaufzeichnung erforderlich ist, durch ein leichtes, einfach zu bedienendes Kassettensettenbandgerät zu ersetzen, welches netzunabhängig ist und an einem Tragriemen über die Schulter des Beobachters gehängt werden kann. Dadurch wird dessen Beweglichkeit erheblich gesteigert; außerdem kann er sich bei Bedarf kurzzeitig aus dem Melkstand zurückziehen, wenn es das unbeeinflusste Ein- und Austreiben der Kühe erfordert.

Aufgrund seiner Vorteile wurde das Zeitmultiplexverfahren für den größten Teil der Zeitmessungen verwendet, die dieser Arbeit zugrunde liegen. Der Zeitnehmer hatte dabei außer dem bereits erwähnten Kassettentombandgerät noch ein Stahlblechgehäuse zu tragen, welches mit zwei Drucktastengruppen ausgestattet war. Diese wurden entsprechend dem Arbeitsablauf bedient. Außerdem enthielt das Gehäuse die gesamte Elektronik zur Erzeugung der Tonfrequenzsignale und deren Verschlüsselung. Zur Kontrolle des Bandverbrauches war eine Stoppuhr vorhanden, da ein Leerlaufen des Bandes mit dem Verlust von Informationen verbunden war.

Die Arbeit mit dieser Anordnung gestaltete sich nach einer gewissen Ein-

arbeitszeit reibungslos. Allerdings wird für eine einwandfreie Aufzeichnung des Arbeitsablaufes vom Zeitnehmer ein hohes Maß an Konzentration gefordert.

2.1.2.2 Technik der Auswertung

Die Auswertung der Aufzeichnungen erfolgte mit Hilfe eines Mehrkanalschreibers, der eine graphische Darstellung des Arbeitsablaufes lieferte.

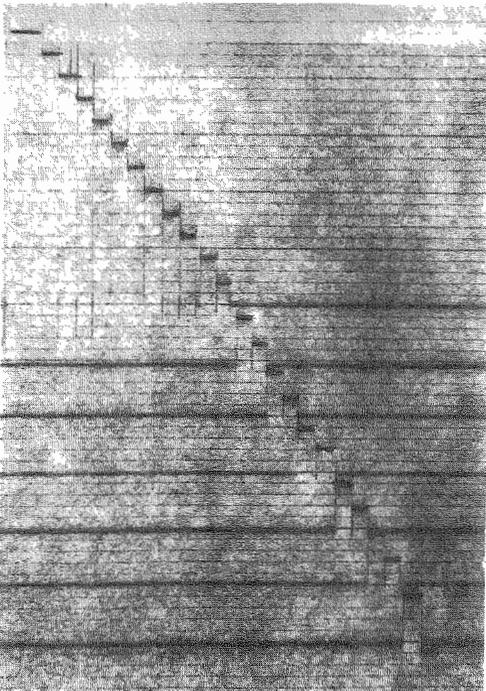


Abb. 1:
Verteilung der Informationen
auf dem Registrierpapier des
Mehrkanalschreibers

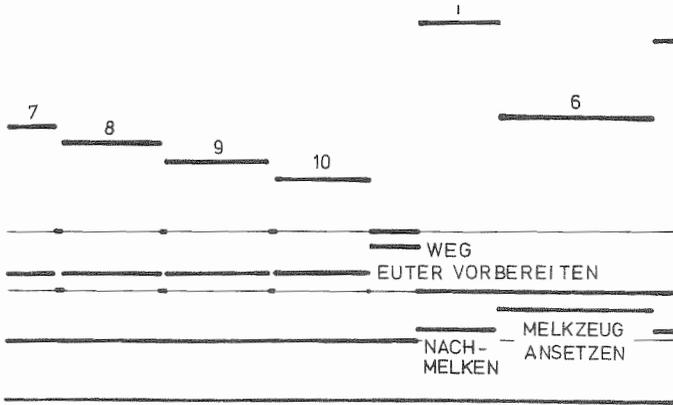


Abb. 2:

Aufzeichnung eines Arbeitsablaufes (Ausschnitt)

Nach den notwendigen Grundeinstellungen konnte dieser Arbeitsgang selbsttätig ablaufen.

Die Übersetzung des Linienprotokolles in numerische Werte wurde mit Hilfe eines entsprechenden Maßstabes vorgenommen. Die Weiterverarbeitung des Zahlenmaterials erfolgte mit herkömmlichen Rechen-
techniken.

Vorteilhaft an diesem Auswertungsverfahren erwies sich die Möglichkeit, aus dem Linienprotokoll auch Zeitspannen zwischen beliebigen Arbeitsgängen zu entnehmen, sowie die Möglichkeit, anhand der Aufeinanderfolge der Arbeitsgänge ohne weitere Hilfsmittel den aufgezeichneten Arbeitsablauf qualitativ zu beurteilen.

Zur Verarbeitung der gewonnenen Daten wurde zunächst für jeden Arbeitsgang, nach Betrieben getrennt, eine Strichliste erstellt. Diese ergibt bereits einen ersten Überblick über die Verteilung der Häufigkei-

ten und erlaubt eine grobe Beurteilung der vorliegenden Arbeitsroutine. Um jedoch die verschiedenen Daten vergleichen zu können und um aufgrund der Vergleiche bestimmte Fragen beantworten zu können, erfolgte mit Hilfe der folgenden Gleichung, entnommen aus MUDRA (16), die Errechnung von Mittelwert, Standardabweichung und Variationskoeffizient. Die gleiche Behandlung erfuhren die nach Melkstandbauarten gruppenweise zusammengezogenen Messwerte und schließlich die Gesamtheit aller Werte.

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \quad (7)$$

Abweichend davon wurde mit den ebenfalls ermittelten Wartezeiten zwischen Vorbereiten des Euters und Ansetzen des Melkzeuges in den Gruppenmelkständen verfahren. Sie wurden getrennt nach Betrieben und unterteilt nach Standplätzen im Melkstand sowie nach Reihenfolge des Ansetzens der Melkzeuge innerhalb einer Gruppe bearbeitet. Neben Mittelwert, Standardabweichung und Variationskoeffizient wurden hier noch die jeweiligen Maximal- und Minimalwerte sowie das Verhältnis der Mittelwerte zueinander errechnet.

Unterschiede zwischen bestimmten Werten wurden nach dem t-Test, entsprechend der folgenden Gleichung (entnommen aus HAIGER (11)) auf Signifikanz geprüft.

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s^2 \frac{n_1 + n_2}{n_1 \times n_2}}} \quad (8)$$

2.2 Die Ergebnisse der Datensammlung

Die Datensammlung wurde in 19 Melkständen durchgeführt. In sechs Fällen war aus technischen Gründen (Zeitmessgerät) die Auswertung der Aufzeichnungen nicht sinnvoll. Daher konnten die Daten von nur dreizehn Melkständen verwertet werden. Diese verteilen sich folgendermaßen auf

die verschiedenen Bauarten:

Einzelmelkstände

1x3 Tandemstand	1 Beispiel	26 Kühe
2x1 Reihenmelkstand	1 Beispiel	15 Kühe

Gruppenmelkstände

2x2 Längsmelkstand, 2 Melkzeuge	1 Beispiel	36 Kühe
2x2 Längsmelkstand, 4 Melkzeuge	1 Beispiel	17 Kühe
2x3 Fischgrätenmelkstand	2 Beispiele	25, 30 Kühe
2x4 Fischgrätenmelkstand	4 Beispiele	25 bis 45 Kühe
2x5 Fischgrätenmelkstand	2 Beispiele	à 50 Kühe
2x6 Fischgrätenmelkstand mit 2 Melkern	1 Beispiel	90 Kühe

Die geringe Anzahl von nur zwei Einzelmelkständen erklärt sich daraus, daß Einzelmelkstände in der Bundesrepublik nicht sehr verbreitet sind, und daraus, daß sie meist älteren Datums und daher mit oft überholten Ausstattungen versehen sind, die keine der Norm entsprechende Arbeitstechnik zulassen. Darüberhinaus wurde in Einzelmelkständen vielfach ein sehr irregulärer Arbeitsablauf angetroffen, der eine sinnvolle Auswertung unmöglich machte. Es ist daher verständlich, daß in den weiter verbreiteten Gruppenmelkständen, vor allem in Fischgrätenmelkständen erheblich mehr Daten gewonnen werden konnten als in Einzelmelkständen.

Da Melkkarusselle bisher nur in sehr geringer Stückzahl vorhanden und über ganz Europa verteilt sind, wären Zeitmessungen ausreichenden Umfanges mit sehr hohen Reisekosten verbunden gewesen. Da zudem in der Literatur mehrere ausreichend präzise Angaben über den Arbeitsablauf und den Arbeitszeitbedarf in Melkkarussellen vorliegen, wird aus den angeführten Gründen auf diese Angaben zurückgegriffen.

Für die gesamten Zeitmessungen wurden als **Z e i t e i n h e i t** hundertstel Minuten gewählt. Sie wurden jedoch nicht als cmin oder als $\text{min} \times 10^{-2}$ dimensioniert, sondern werden als 0,00 min angegeben, um

dem alltäglichen Gebrauch angepaßte Zahlenwerte zu erhalten.

Die Aufzeichnung des Arbeitsablaufes in den einzelnen Melkständen umfaßte jeweils zwei Melkzeiten, abends und morgens. Der Gesamtablauf der Melkarbeiten wurde in Hauptarbeiten und Nebenarbeiten unterteilt.

Die **Hauptarbeiten** umfassen alle mit dem eigentlichen Milchentzug zusammenhängenden Arbeitsgänge. Sie wurden in Anlehnung an SCHÖN und PEN (27) und RABOLD (21) in folgende Elemente unterteilt:

1.) **E u t e r v o r b e r e i t e n** (Kurzzeichen: EV)

Dieses Element umfaßt Waschen des Euters, Anrüsten und Abmelken der ersten Strahlen

2.) **M e l k z e u g u m s e t z e n** (Kurzzeichen: UM)

Dieses Element beinhaltet das Abnehmen des Melkzeuges und dessen Ansetzen an der gegenüberstehenden Kuh in einem Arbeitsgang. Es tritt in zweireihigen Gruppenmelkständen mit einem Melkzeug für zwei Buchten auf.

3.) **M e l k z e u g a b n e h m e n** (Kurzzeichen: AB)

4.) **M e l k z e u g a n s e t z e n** (Kurzzeichen: AN)

Diese Elemente treten in Einzelmelkständen und in Gruppenmelkständen mit einem Melkzeug pro Bucht, sowie bei der Unterbrechung des Umsetzens auf.

5.) **N a c h m e l k e n** (Kurzzeichen: MNG)

Dieses Element umfaßt die Zeitspanne für die Gewinnung des Maschinennachgemelkes, wozu der Melker die Arbeit der Melkmaschine durch Ausmelkgriffe unterstützt.

6.) **E u t e r k o n t r o l l e** (Kurzzeichen: EK)

Dieses Element beinhaltet die Kontrollgriffe zur Überwachung der vollständigen Euterentleerung nach Abnahme des Melkzeuges. Gegebenenfalls wird dadurch auch das Nachmelken von Hand gekennzeichnet.

7.) **E i n l a s s e n d e r K ü h e** (Kurzzeichen: EIN)

8.) **A u s l a s s e n d e r K ü h e** (Kurzzeichen: AUS)

Diese beiden Elemente umfassen jeweils die Zeitspannen vom Öffnen bis zum erneuten Verriegeln der Verschlüsse des Melkstandes.

9.) Kraftfuttergabe (Kurzzeichen: KF)

Alle Zahlenangaben zu den Hauptarbeiten beziehen sich, wenn nichts anderes angegeben ist, auf den Zeitaufwand pro Kuh und Melkzeit.

Die Arbeiten vor und nach dem Melken werden als Nebenarbeiten bezeichnet. Sie sind in folgende Teilarbeiten untergliedert:

1.) Warteraum abteilen

Hierunter fallen alle Arbeiten, die in bestimmten Laufställen erforderlich werden, in denen keine separaten Vorwarteräume vorhanden sind, sondern wo der dafür notwendige Platz von der Lauffläche abgetrennt werden muß.

2.) Melkzeuge in den Melkstand bringen

3.) Melkzeuge in die Milchammer bringen

Diese beiden Arbeiten sind in allen Melkständen anzutreffen, in denen die Reinigung der Melkzeuge nicht im Stand erfolgen kann.

4.) Melkzeuge waschen

Hiermit wird die äußerliche Reinigung der Melkzeuge mit Lappen oder Bürste nach dem Melken bezeichnet. Diese Arbeit wird meist in einem Wasserbehälter vorgenommen.

5.) Schleuse reinigen

6.) Filter reinigen

Diese Arbeiten werden zusätzlich zur normalen Umlaufreinigung der Melkanlage manuell durchgeführt, weil durch die mechanische Reinigung Dichtungen und Anschlüsse an diesen Geräten nicht zuverlässig sauber werden.

7.) Leitung spülen

Hierunter sind die Arbeiten zusammengefaßt, die die Vorbereitung der Melkanlage für die mechanische Reinigung durch Umlaufspülung und das manuelle Einleiten der verschiedenen Abschnitte dieser Reinigung umfassen.

8.) Milchammer reinigen

9.) Tank und Kühlanlage reinigen

10.) Melkstand reinigen

11.) Warteraum reinigen

12.) sonstige Arbeiten

In diese Gruppe fallen alle Arbeiten, die nicht zum vorhersehbaren Ablauf der Vor- und Nacharbeiten zählen, die aber aufgrund der besonderen Verhältnisse in diesem Rahmen zu erledigen sind, so zum Beispiel das Reinigen von Eimern und sonstigen Gefäßen.

Die Nebenarbeiten werden im Gegensatz zu den Hauptarbeiten nicht je Kuh und Melkzeit, sondern je Herde und Tag ausgewertet, weil sie weniger von der Herdengröße als von den technischen Besonderheiten der jeweiligen Installation abhängen.

2.2.1 Der Arbeitsaufwand bei den Hauptarbeiten

Die Ergebnisse der Zeitmessungen sind nach der beschriebenen Auswertung in vereinfachter Form in Tabelle 7 a zusammengestellt und ausführlich in Tabelle 7 im Anhang wiedergegeben. Die darin enthaltenen Werte werden im Folgenden nach Melkstandbauarten getrennt kommentiert.

2.2.1.1 Einzelmelkstände

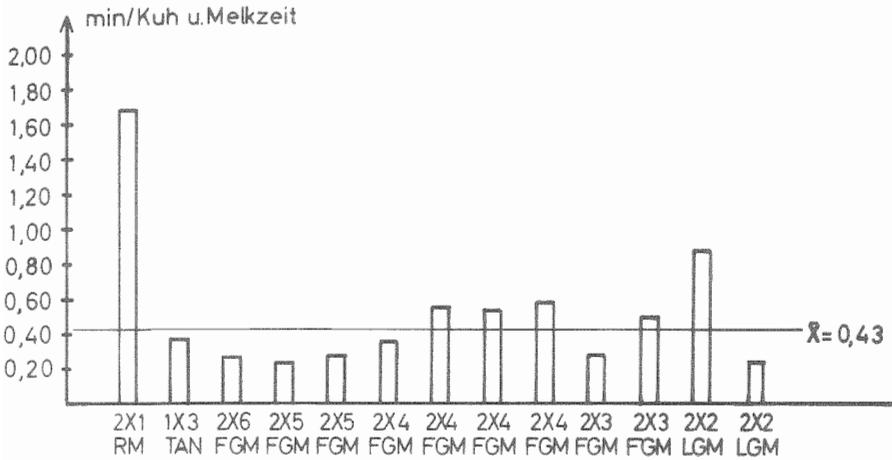
Die in Einzelmelkständen durchgeführten, auswertbaren Zeitmessungen ergaben folgende Werte für die verschiedenen Elemente der Hauptarbeiten beim Melken:

Euter vorbereiten

Zusammengenommen ergeben die Messwerte der beiden Melkstände für diesen Arbeitsgang einen Arbeitszeitaufwand von 0,66 min/Kuh und Melkzeit. Der sehr hohe Variationskoeffizient von 98,67 % deutet darauf hin, daß die 51 Einzelwerte, aus denen sich dieser Mittelwert zusammensetzt, sehr unterschiedlich sein müssen. Der Vergleich der Mittelwerte jeder Melkstandbauart bestätigt dies (1,67 min für den Reihenmelkstand, 0,35 min für den Tandemmelkstand) (Darst. 1, Seite 50). Die zugehörigen Variationskoeffizienten sagen aus, daß die Arbeit in jedem Melkstand relativ gleichmäßig erfolgte. Für den signifikanten Unterschied dieser beiden Mittelwerte lassen sich mehrere Gründe finden, die jedoch wegen

Melkstand- bauart	Euter vorbereiten		Melkzeug umsetzen		Melkzeug ansetzen		nachmelken		einlassen		auslassen	
	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}	n	\bar{x}
2x3 Fischgr.- melkstand	71	0,37	59	0,20			65	0,45	21	0,73	22	0,45
2x4 Fischgr.- melkstand	232	0,51	200	0,30			211	0,46	56	0,68	46	0,56
2x5 Fischgr.- melkstand	144	0,24	150	0,29			131	0,53	26	1,36	24	0,49
2x6 Fischgr.- melkstand	58	0,26	42	0,20	41	0,06	45	0,80 Euterkontr. 37 0,10	11	0,77	8	0,42
2x2 Längs- melkstand	44	0,66	2 Melkzg. 32 0,29 4 Melkzg. 20 0,22		17	0,09	50	1,20 Euterkontr. 39 0,27	12	0,31 Kraftfutter 41 0,15	13	0,38
1x3 Tandem- melkstand	39	0,35	37	0,26	44	0,07	42	1,11 Euterkontr. 39 0,14	39	0,31 Kraftfutter 38 0,06	29	0,12
2x1 Reihen- melkstand	12	1,67	17	0,39			16	1,60 Euterkontr. 11 0,22	10	0,42 Kraftfutter 20 0,12	16	0,21
Fischgr.- melkstände insgesamt	505	0,35	409	0,28			452	0,51	113	0,86	99	0,51
Gruppen- melkstände insgesamt	547	0,41					502	0,58	126	0,81	113	0,49
Einzel- melkstände insgesamt	51	0,66					53	1,26	49	0,33	45	0,15
Melkstände insgesamt	598	0,43	98	0,23	131	0,12	556	0,65 Euterkontr. 179 0,23				
sonstige Arbeits- gänge		Kraftfutter von Hand n \bar{x}		Kraftfutter Seilzug n \bar{x}		Kraftfutter Automatik n \bar{x}		Recorder entleeren n \bar{x}				
		61	0,14	71	0,08	21	0,13	14	0,28			

Tabelle 7 a: Zusammenstellung der Messwerte aus den Zeitmessungen (Auswahl)



RM = Reihenmelkstand

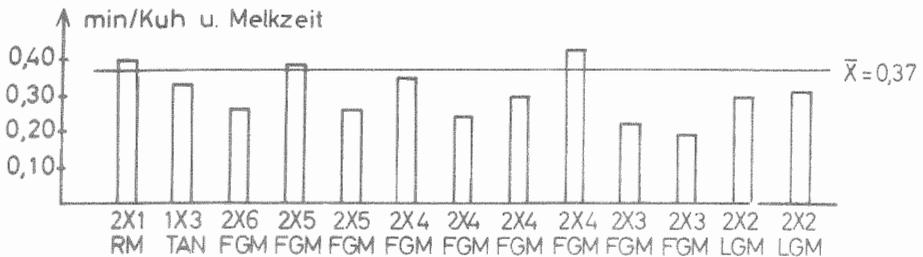
TAN = Tandemmelkstand

FGM = Fischgrätenmelkstand

LGM = Längsmelkstand

\bar{x} = Mittelwert

Darst.1: Arbeitszeitaufwand für „Euter vorbereiten“



RM = Reihenmelkstand

TAN = Tandemmelkstand

FGM = Fischgrätenmelkstand

LGM = Längsmelkstand

\bar{x} = Mittelwert

Darst.2: Arbeitszeitaufwand „Melkzeug umsetzen“

der schmalen Basis von nur zwei verglichenen Melkständen nicht als all-gemeingültig angenommen werden sollten. In erster Linie können die Un-terschiede darauf beruhen, daß der Melker im 2x1 Reihenmelkstand mit zwei Melkzeugen nicht ausgelastet war und deshalb nicht zu flotter Arbeit gezwungen war. Daneben können noch unterschiedlich verschmutzte Euter, aufgrund des Stallsystems, sowie rassebedingte Unterschiede in den Re-aktionen auf die Anrüstgriffe vorliegen. Schließlich ist auch mit einem persönlichen Einfluß der Arbeitskraft auf den Zeitaufwand zu rechnen,

Melkzeug umsetzen

Das Abnehmen und Ansetzen der Melkzeuge wurde in beiden Melkständen nicht in vergleichbarer Weise durchgeführt. Im 2x1 Reihenmelkstand wur-den beide Elemente zu einem Arbeitsgang zusammengefaßt. Dieser nahm im Mittel 0,39 min/Kuh und Melkzeit in Anspruch. Dabei wurde eine aus-reichende Gleichmäßigkeit der Arbeit verzeichnet ($s\% = 40,65$). Im Tan-demstand wurden beide Elemente getrennt. Das Abnehmen des Melkzeuges dauerte durchschnittlich 0,07 min, das Ansetzen 0,26 min (Darst. 2, Seite 50). Das Abnehmen wurde ungleichmäßiger durchgeführt als das Ansetzen ($s\% = 46,19$ bzw. $30,53$). Die Addition beider Einzelwerte und der Ver-gleich mit dem Zeitaufwand im Reihenmelkstand zeigt, daß auch diese Arbeit im Tandemstand schneller erledigt wurde. Begründungen und Ein-schränkungen gelten auch hier, soweit sie Auslastung und persönliches Temperament der Arbeitsperson betreffen.

Nachmelken

Das Nachmelken der Kühe mit angesetztem Melkzeug, also die Gewinnung des Maschinennachgemelkes, nahm in den beiden Einzelmelkständen im Mittel 1,26 min/Kuh und Melkzeit in Anspruch. Die Unterschiede zwischen den 53 Einzelwerten waren bei diesem Arbeitsgang größer als bei den vor-her beschriebenen ($s\% = 57,21$).

Der Vergleich der für beide Melkstände getrennt errechneten Mittelwerte ergibt auch bei diesem Arbeitsgang im Tandemmelkstand mit 1,11 min einen geringeren Arbeitsaufwand als in dem 2x1 Reihenmelkstand, für den ein Mittelwert von 1,6 min gilt. Hinsichtlich der Gleichmäßigkeit der Arbeitsdurchführung ergeben sich weder im Vergleich zum Gesamtwert noch zwischen den Werten der beiden Melkstände merkliche Unterschiede (Darst. 3, Seite 53).

Der unterschiedliche Arbeitsaufwand kann in diesem Falle außer auf Auslastung und Eigenarten der Arbeitspersonen auch auf die unterschiedlichen Rinderrassen zurückzuführen sein; denn im Tandemstand wurde eine Herde von Schwarzbunten und im Reihenmelkstand wurde Fleckvieh gemolken.

Euterkontrolle

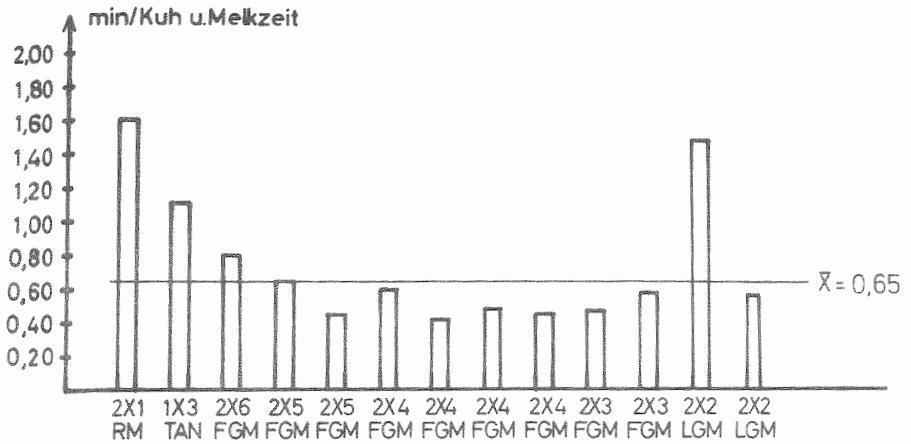
Dieser Arbeitsgang wurde in beiden Melkständen durchgeführt. Durchschnittlich wurden dafür 0,16 min/Kuh und Melkzeit aufgewendet. Die Arbeit verlief etwas gleichmäßiger als das Nachmelken ($s\% = 49,04$). Diesen Angaben liegen 50 Einzelwerte zugrunde.

Für beide Melkstände getrennt errechnet ergab sich mit 0,22 min im Reihenmelkstand und 0,14 min im Tandemstand ein signifikanter Unterschied zwischen dem jeweiligen Arbeitsaufwand (Darst. 4, Seite 55). Die Ursachen dürften die gleichen wie bei den Unterschieden des Elementes "Nachmelken" sein.

Ein- und Auslassen der Kühe

Für das Einlassen der Kühe wurden in beiden Melkständen durchschnittlich 0,33 min, für das Auslassen 0,15 min/Kuh und Melkzeit benötigt. Beide Arbeitsgänge verliefen wesentlich ungleichmäßiger als die vorher beschriebenen Arbeiten ($s\%_{\text{ein}} = 61,59$, $s\%_{\text{aus}} = 78,5$).

Nach Melkständen getrennt beläuft sich der Zeitaufwand für das Einlassen auf 0,42 min/Kuh und Melkzeit im Reihenmelkstand und auf 0,30 min/Kuh und Melkzeit im Tandemstand.



RM= Reihenmelkstand

TAN= Tandemmelkstand

FGM= Fischgrätenmelkstand

LGM= Längsmelkstand

\bar{x} = Mittelwert

Darst.3: Arbeitszeitaufwand „Nachmelken“

Für das Auslassen wurden im Reihenmelkstand 0,21 min und im Tandemstand 0,12 min benötigt (Darst. 5, Seite 59).

Vergleichbare Werte für die Gleichmäßigkeit der Arbeit ergeben sich weder für das Einlassen noch für das Auslassen der Kühe. Während jedoch der Unterschied der Variationskoeffizienten für das Einlassen mit 72,64 im Reihenmelkstand und 54,05 im Tandemstand nur gering ist, ist er mit 45,24 und 100,34 im Reihen- beziehungsweise im Tandemstand für das Auslassen beträchtlich. Als Ursache dafür ist zu sehen, daß sich an den Auslaß im Tandemstand ein langer, schmaler Gang anschloß, welcher von zu langsam weitergehenden Kühen mehrmals blockiert wurde. Der Melker mußte dann den Melkstand verlassen, um die Kühe anzutreiben.

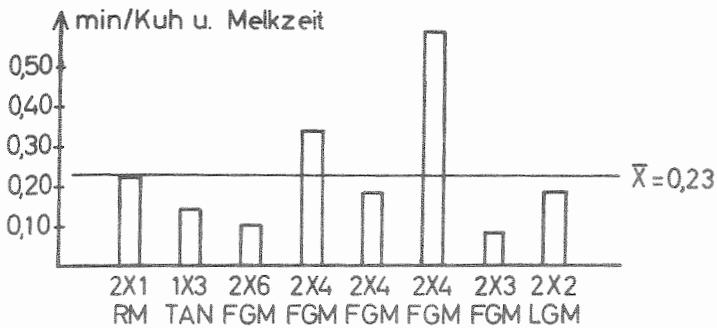
Krafftuttergabe

Die Krafftuttergabe wurde in den beiden Melkständen nicht in vergleichbarer Weise vorgenommen. Im 2x1 Reihenmelkstand wurde das Krafftutter von Hand verabreicht. Dafür waren durchschnittlich 0,12 min/Kuh und Melkzeit erforderlich. Im 1x3 Tandemstand war eine seilzugbetätigte Dosiervorrichtung eingebaut. Damit wurden für die Krafftuttergabe an eine Kuh 0,06 min benötigt (Darst. 6, Seite 62).

Summe der Elemente der Hauptarbeiten in den Einzelmelkständen
Die Summe der Arbeitselemente der Hauptarbeiten in den beiden Einzelmelkständen beträgt 3,09 min/Kuh und Melkzeit (aus Tab. 7, Anhang, Zeilen 10, 12, 7, Spalte 2).

Für den Reihenmelkstand mit zwei Buchten ergeben sich 4,62 min/Kuh und Melkzeit, während im 1x3 Tandemstand nur 2,42 min/Kuh und Melkzeit benötigt werden.

Die Zahl der pro Stunde zu melkenden Kühe (Melkleistung) beträgt im Mittel der beiden Melkstände 19,4. Im 2x1 Reihenmelkstand ergibt sich eine Melkleistung von 13 Kühen/Stunde, im 1x3 Tandemstand eine Melkleistung von 24,8 Kühen/Stunde.



RM = Reihenmelkstand

TAN = Tandemmelkstand

FGM = Fischgrätenmelkstand

LGM = Längsmelkstand

\bar{x} = Mittelwert

Darst.4: Arbeitszeitaufwand „Euterkontrolle“

2.2.1.2 Gruppenmelkstände

Euter vorbereiten

Im Mittel aller Gruppenmelkstände wurden für die Eutervorbereitung 0,41 min/ Kuh und Melkzeit benötigt.

Die Aufgliederung dieses Mittelwertes nach Melkstandbauarten zeigt (Darst. 1, S. 50), daß in 2x6 und 2x5 Fischgrätenmelkständen ziemlich einheitlich etwa 0,25 min/Kuh und Melkzeit benötigt wurden, während die 2x4 Fischgrätenmelkstände mit einer Ausnahme etwa 0,55 min/Kuh und Melkzeit als durchschnittlichen Arbeitsaufwand ergaben. Uneinheitliche Werte weisen die 2x3 Fischgrätenmelkstände und die 2x2 Längsmelkstände auf.

Die Gleichmäßigkeit der Eutervorbereitung gemessen durch den Variationskoeffizienten bewegt sich in allen Gruppenmelkständen auf etwa gleichem Niveau. Sie ist etwas geringer als in den Einzelmelkständen.

Melkzeug umsetzen

Wie bei den Einzelmelkständen wurde dieser Arbeitsgang auch innerhalb der Gruppenmelkstände nicht einheitlich durchgeführt. Im 2x6 Fischgrätenmelkstand und in dem mit vier Melkzeugen ausgerüsteten 2x2 Längsmelkstand wurden das Ansetzen des Melkzeuges und das Abnehmen des Melkzeuges als getrennte Elemente erfaßt. Bei dem Fischgrätenmelkstand lag das an der Aufteilung der Arbeitsgänge auf die beiden im Melkstand tätigen Arbeitskräfte. Im 2x2 Längsmelkstand dagegen hing eine Garnitur Melkzeuge jeweils so lange unbenutzt, bis zwei neu eingelassene Kühe zu ihrer Aufnahme bereit waren. In den übrigen

Gruppenmelkständen wurde das Umsetzen des Melkzeuges in einem einzigen Arbeitsgang vorgenommen.

Der Zeitaufwand für den Arbeitsgang "Umsetzen des Melkzeuges" betrug im Mittel aller Einzelwerte 0,28 min/Kuh und Melkzeit (Darst. 2, S. 50). Er war in allen Melkstandbauarten ziemlich gleichmäßig ($s\% = 37,93$).

Die Mittelwerte der verschiedenen Melkstandbauarten reichen von 0,20 min/Kuh und Melkzeit im 2x3 Fischgrätenmelkstand bis zu 0,30 min/Kuh und Melkzeit im 2x4 Fischgrätenmelkstand, jedoch gruppiert sich der Großteil aller Werte um den gemeinsamen Mittelwert.

In den Melkständen, in denen das Umsetzen der Melkzeuge in zwei Arbeitsgänge aufgeteilt wurde, wurden im Durchschnitt für das Ansetzen des Melkzeuges 0,21 min/Kuh und Melkzeit und für das Abnehmen des Melkzeuges 0,06 min/Kuh und Melkzeit benötigt. Dabei lag der Variationskoeffizient für das Abnehmen des Melkzeuges mit 73,45 % erheblich höher als für das Ansetzen, wo er nur 23,35 % betrug. Das bedeutet, daß das Ansetzen der Melkzeuge viel gleichmäßiger erfolgte als das Abnehmen.

Nachmelken

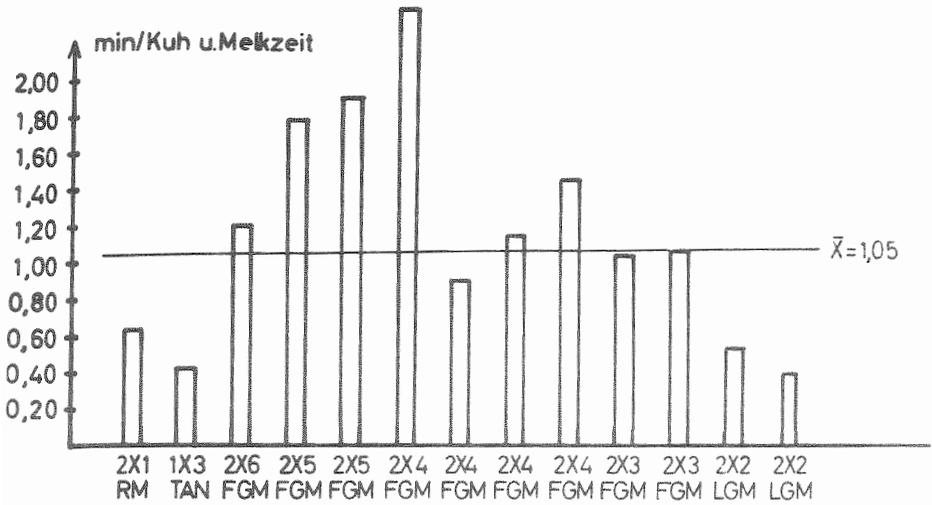
Der Arbeitszeitaufwand für das Nachmelken lag in den untersuchten Gruppenmelkständen im Mittel bei 0,59 min/Kuh und Melkzeit (Darst. 3, S. 55). Die Gleichmäßigkeit dieses Arbeitsganges war sehr gering ($s\% = 83,33$), was in erster Linie auf die individuellen Erfordernisse der verschiedenen Tiere zurückzuführen sein dürfte.

Innerhalb der Werte für die einzelnen Melkstandbauarten lassen sich bei diesem Arbeitsgang zwei Gruppen bilden: die eine Gruppe mit einem Zeitaufwand für das Nachmelken zwischen 0,45 und 0,54 min/Kuh und Melkzeit umfaßt 2x3, 2x4 und 2x5 Fischgrätenmelkstände. Diese weisen unter sich kaum deutliche Unterschiede im Arbeitsbedarf auf. Sie können jedoch einwandfrei abgegrenzt werden gegenüber der zweiten Gruppe, bei der für die Gewinnung des maschinellen Nachgemelkes durchschnittlich 1,01 min/Kuh und Melkzeit aufgewandt wurden. Diese Gruppe umfaßt den 2x6 Fischgrätenmelkstand mit 2 Melkern und die 2x2 Längsmelkstände. Innerhalb dieser Gruppe unterscheiden sich die Werte ebenfalls nicht wesentlich.

Euterkontrolle

Der Arbeitsgang "Euterkontrolle" wurde nur in dem 2x6 Fischgrätenmelkstand und in den beiden 2x2 Längsmelkständen in erfaßbarer Häufigkeit angetroffen. Insgesamt lagen jedoch aus dem Bereich der Gruppenmelkstände nur 48 Meßwerte vor. Im 2x6 Fischgrätenmelkstand wurden auf die Euterkontrolle im Durchschnitt 0,10 min/Kuh und Melkzeit verwendet, in den 2x2 Längsmelkständen 0,27 min/Kuh und Melkzeit. Die Arbeit wurde in diesem Punkte im 2x6 Fischgrätenmelkstand sehr gleichmäßig durchgeführt ($s\% = 30,19$), während sie in den übrigen beiden Melkständen sehr viel ungleichmäßiger vorgenommen wurde ($s\% = 88,05$).

Im Durchschnitt aller Meßwerte wurden für die Euterkontrolle 0,14 min/Kuh und Melkzeit aufgewandt. Wegen der großen Unterschiede der für die verschiedenen Melkstandbauarten gewonnenen Werte ist es jedoch nicht sinnvoll, mit diesem Mittelwert zu arbeiten. Der Vergleich mit den entsprechenden Angaben für die Einzelmelkstände zeigt, daß der Zeitaufwand für die Euterkontrolle im 2x6 Fischgrätenmelkstand signifikant niedriger ist als alle übrigen Werte.



RM = Reihenmelkstand

TAN = Tandemmelkstand

FGM = Fischgrätenmelkstand

LGM = Längsmelkstand

\bar{x} = Mittelwert

Darst5: Arbeitszeitaufwand „Ein - und Auslassen“

Ein- und Auslassen der Kühe

Die in den Gruppenmelkständen für das Ein- und Auslassen ermittelten Zeiten gelten zunächst für ganze Gruppen. Sie müssen entsprechend der Gruppengröße anteilig auf die einzelnen Tiere verteilt werden.

Die Zeitmessungen ergaben, daß für das Einlassen einer Gruppe im Durchschnitt 0,81 min/Melkzeit benötigt wurden. Die durchschnittliche Gruppengröße betrug dabei 4,16 Tiere, daher entfallen 0,19 min für das Einlassen auf eine Kuh.

Das Auslassen einer Gruppe dauerte im Mittel 0,49 min. Bei einer durchschnittlichen Gruppengröße von 3,8 Tieren beim Auslassen wurden anteilig 0,13 min/Tier benötigt.

Der Vergleich der einzelnen Melkstandtypen zeigt, daß der Zeitaufwand je Tier beim Einlassen am größten in 2x3 und 2x5 Fischgrätenmelkständen gewesen ist, beim Auslassen dagegen wurde in den kleinen Gruppenmelkständen die meiste Zeit benötigt, während 2x5 und 2x6 Melkstände am niedrigsten liegen.

Die Gegenüberstellung des Zeitaufwandes für das Einlassen der Tiere mit dem für das Auslassen zeigt, daß bei den Fischgrätenmelkständen für das Einlassen stets mehr Zeit benötigt wurde als für das Auslassen. Mit Ausnahme der 2x4 Fischgrätenmelkstände verlief das Einlassen gleichmäßiger als das Auslassen.

Der Vergleich des Arbeitszeitaufwandes für das Einlassen ganzer Gruppen ergibt, daß sich nur die Werte von 2x5 und 2x3 Fischgrätenmelkstand sowie von 2x5 und 2x6 Fischgrätenmelkstand signifiziert unterscheiden;

dem Augenschein nach weichen auch 2x5 und 2x4 Fischgrätenmelkstände erheblich voneinander ab; bei rechnerischem Vergleich durch den t-Test ergibt sich jedoch kein signifikanter Unterschied. Der Arbeitszeitaufwand der 2x2 Gruppenmelkstände ist für das Einlassen von Gruppen dagegen von allen Fischgrätenmelkständen signifikant verschieden.

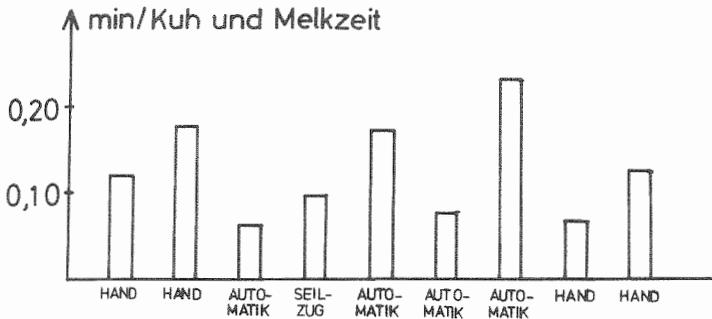
Beim Auslassen der Gruppen sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Werten für die einzelnen Melkstandbauarten zu finden, außer bei der Gegenüberstellung von 2x2 Längsmelkständen und 2x4 Fischgrätenmelkständen.

Zusammengefaßt kann also gesagt werden, daß die Gruppengröße nur in geringem Umfang den Zeitaufwand für Ein- und Auslassen der Kühe beeinflusst hat.

Verschiedene sonstige Arbeitsgänge

In den Gruppenmelkständen wurden im Rahmen der Hauptarbeiten beim Melken weitere Arbeiten festgestellt, die nicht allgemein auftraten. Dazu gehört auch die Zuteilung des Kraftfutters, die in den meisten Fischgrätenmelkständen vollmechanisch durch zeitgesteuerte Dosiergeräte erfolgte. Der Arbeitsaufwand hierfür war oft so gering, daß er nicht sicher festgehalten werden konnte. In einigen Fällen wurde das Kraftfutter mit seilzugbetätigten Dosiergeräten vorgelegt, in den 2x2 Längsmelkständen wurde das Kraftfutter von Hand verabreicht.

Der Arbeitszeitaufwand für die Kraftfüttergabe mit Automaten betrug im Mittel 0,13 min / Kuh und Melkzeit, mit Seilzug 0,9 min und für die Verabreichung von Hand 0,15 min.



Darst.6: Arbeitszeitaufwand für „Kraftfüttergabe“

Am gleichmäßigsten lief die Futtervorlage mit Seilzuggeräten ab ($s\% = 39,24$), dann folgte die Verabreichung von Hand ($s\% = 49,96$), am ungleichmäßigsten war die Futtervorlage mit mechanischen Dosiereinrichtungen ($s\% = 72,04$). Der Grund dafür dürfte in der zum Teil unhandlichen Bauart der Mengenverstelleinrichtung liegen.

Zwei der untersuchten 2x5 Fischgrätenmelkstände waren mit *Messbehältern* zum Erfassen der Gemelkmenge ausgestattet. In beiden Fällen wurden die Gefäße nicht nach jeder Kuh entleert, sondern erst, wenn sie vollständig gefüllt waren. Dies war etwa nach jeder vierten Kuh der Fall. Der Zeitaufwand für die Entleerung setzte sich meist aus mehreren kürzeren Teilzeiten für die Handgriffe zur Betätigung der Ventile zusammen. Durchschnittlich wurden für eine Entleerung 0,28 min benötigt, also etwa 0,07 min je Kuh, anteilig gerechnet. Die Arbeit verlief jedoch ziemlich ungleichmäßig ($s\% = 90,08$).

Summe der Elemente der Hauptarbeiten in Gruppenmelkständen
Die Summe der Elemente der Hauptarbeiten beim Melken in Gruppenmelkständen errechnet sich aus den Einzelwerten der jeweiligen Melkstandbauart, die in Tabelle 7 (Anhang) zusammengestellt sind. Im einzelnen ergeben sich aus dieser Summierung folgende Werte für die Summe der Arbeitselemente.

Melkstandbauart	Summe der Elemente (min/Kuh und Melkzeit)
2x2 Längsmelkstand	2,94
2x3 Fischgrätenmelkstand	1,54
2x4 Fischgrätenmelkstand	1,71
2x5 Fischgrätenmelkstand	1,57
2x6 Fischgrätenmelkstand	1,77
Fischgrätenmelkstände allgemein	1,64
Gruppenmelkstände allgemein	1,90

Tabelle 8: Summe der Arbeitselemente in Gruppenmelkständen

Der Vergleich der Werte zeigt, daß in allen Fischgrätenmelkständen die Summe der Arbeitselemente niedriger ist als in den Längsmelkständen. Die Unterschiede zwischen den Fischgrätenmelkständen sind weniger systembedingt, sie können vielmehr in erster Linie darauf zurückgeführt werden, daß die zugrundeliegenden Zahlen unkorrigierte Messwerte sind. Diese wurden summiert, ohne Einflüsse von Milchflußdauer der Kühe oder Wartezeiten zu berücksichtigen. In Tabelle 8 ist also nur die Summe des Zeitaufwandes der Arbeitselemente beim Melken dargestellt. Die Übertragung dieser Zahlen auf praktische Verhältnisse ist nicht möglich.

2.2.2 Nebenarbeiten

Während für die Hauptarbeiten sovieler Wiederholungen jedes Elementes auftraten, wie in den einzelnen Melkständen Kühe gemolken wurden, lieferten die Zeitmessungen für die Nebenarbeiten höchstens zwei Werte zu einem Arbeitsgang in jedem Betrieb. Aus diesem Grunde ist es nicht sinnvoll, die Ergebnisse der Zeitmessungen im Bereich der Nebenarbeiten unter statistischen Gesichtspunkten zu betrachten. In Tabelle 9 sind deshalb lediglich die Durchschnittswerte des Arbeitsaufwandes für die einzelnen Arbeitsgänge sowie deren Anteil am Gesamtarbeitsaufwand der Nebenarbeiten zusammengefaßt.

Der Vergleich der Anteile der einzelnen Arbeitsgänge am Gesamtaufwand für die Nebenarbeiten zeigt, daß in einem Melkstand, der mit vier Melkzeugen ausgerüstet ist, der Transport der Melkzeuge in die Milchkammer nach Beendigung des Melkens mit 13,10 % die umfangreichste Teilarbeit darstellt. An nächster Stelle stehen die Reinigung des Melkstandes mit einem Anteil von 11,61 % und die Reinigung von Tank und Kühlanlage mit 11,09 %. Erhebliche Anteile des Gesamtaufwandes beanspruchen weiterhin das Waschen der Melkzeuge, das Spülen der Milchleitung und das Reinigen der Milchschleuse mit 9,86 %, 9,51 % und

9,1 % Anteil an der Gesamtzeit. Der Transport der Melkzeuge in den Melkstand vor dem Melken nimmt 8,05 % in Anspruch, das Reinigen der Milchammer 7,64 %. Für die restlichen Arbeiten werden jeweils 5,92 %, für das Reinigen des Warteraumes nur 3,82 % aufgewendet.

Arbeitsgang	Arbeitszeitaufwand (min/Herde u. Melkz.)	Anteil am Ge- samtaufwand (%)
1.) Melkzeuge in die Milchammer bringen (4 Melkzeuge)	4,49	13,10
2.) Melkzeuge in den Melkstand bringen (4 Melkzeuge)	2,76	8,05
3.) Leitung spülen	3,26	9,51
4.) Melkstand reinigen	3,98	11,61
5.) Melkzeuge waschen	3,38	9,86
6.) Schleuse reinigen	3,12	9,10
7.) Tank und Kühlanlage reinigen	3,80	11,09
8.) Milchammer reinigen	2,62	7,64
9.) Filter reinigen	1,89	5,51
10.) Kühe in den Warteraum bringen, Warteraum abteilen	1,95	5,69
11.) Warteraum reinigen	1,31	3,82
12.) sonstige Arbeiten (z. B. Eimer reinigen)	1,72	5,02
Gesamtaufwand	34,28	100,00

Tabelle 9: Arbeitszeitaufwand für die Nebenarbeiten in Melkständen

Stellt man die einzelnen Teilarbeiten nicht nach ihrem Zeitaufwand, sondern summiert man alle Arbeiten zur Reinigung und Desinfektion milchführender Teile, die Arbeiten zur Reinigung baulicher Anlagen und die Rüstarbeiten, dann ergibt sich folgendes Bild:

Arbeitsgruppe	Arbeitszeitaufwand (min/Herde u. Melkz.)	Anteil am Gesamtaufwand (%)
Reinigung milchführender Teile (3, 5, 6, 7, 9 aus Tab. 9)	15,44	45,07
Reinigung baulicher Anlagen (4, 8, 11 aus Tab. 9)	7,91	23,07
Rüstarbeiten (1, 2, 10 aus Tab. 9)	9,20	26,44
sonstige Arbeiten (12 aus Tab. 9)	1,72	5,02

Tabelle 10: Anteile der verschiedenen Arbeitsgruppen am Gesamtaufwand der Nebenarbeiten

Tabelle 10 zeigt, daß fast die Hälfte aller zu den Nebenarbeiten zu zählenden Arbeiten auf Reinigung und Desinfektion milchführender Teile entfällt. Rüstarbeiten und die Reinigung von Melkstand, Milchammer und Warteraum nehmen je ein Viertel des Gesamtaufwandes in Anspruch.

In Einzelfällen konnten Zeiten für Arbeiten in Melkständen ermittelt werden, die mit einer von der Norm abweichenden Ausrüstung versehen waren. Dazu gehört ein Melkstand, der mit einem programmgesteuerten Gerät für Reinigung und Desinfektion der Melkanlage ausgerüstet war, sowie zwei Melkstände mit Einrichtung für Reinigung und Desinfektion der Melkzeuge im Melkstand.

Im Falle der programmgesteuerten Reinigung und Desinfektion ergibt sich, daß der Transport der Melkzeuge in die Milchammer und das Anschließen an das Gerät dem in den übrigen Melkständen vorliegenden Arbeitsgang "Melkzeuge in die Milchammer bringen" entspricht, welches auch das Aufhängen der Melkzeuge in der Milchammer umfaßt. Der Zeitaufwand für den Arbeitsgang "Leitung spülen" war in dem Melkstand dagegen um 29 % niedriger als der Mittelwert aller Einzelmessungen dieses Elementes (2,32 min gegenüber 3,26 min/Herde und Melkzeit).

Bei der Reinigung und Desinfektion der Melkzeuge im Melkstand wurden für das Vorbereiten zum Spülen etwa 1,2 min/Herde und Melkzeit für fünf Melkzeuge benötigt. Das Abnehmen der Melkzeuge von den Spülanschlüssen und die Vorbereitung zum Melken nahmen etwa 0,85 min in Anspruch. Da die zuletzt genannten Angaben Einzelwerte sind, können sie nicht als allgemeingültig angesehen werden.

2.3 Die Beurteilung des Arbeitsablaufes in den untersuchten Gruppenmelkständen

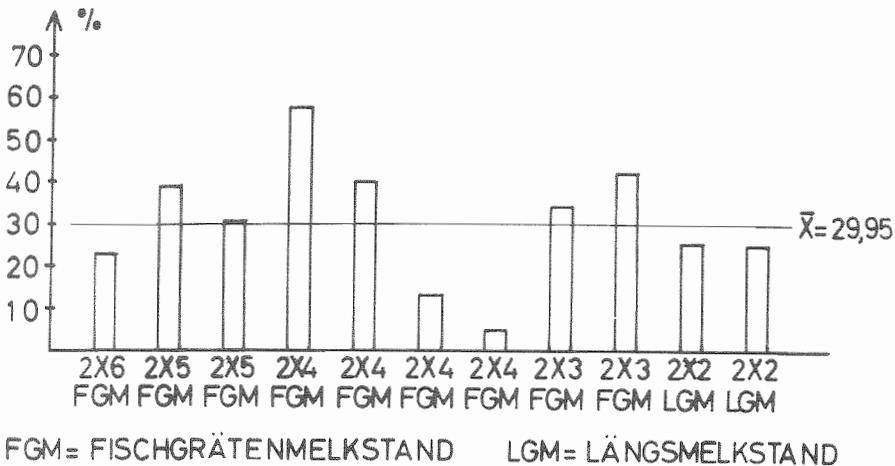
Die im vorigen Kapitel enthaltenen Aussagen über den Arbeitszeitaufwand beim Melken wurden in erster Linie durch die Melkstandform, also durch technische Voraussetzungen beeinflusst. Sie lassen keine Beurteilung der Verhältnisse in den durch die Faktoren "Mensch" und "Tier" bestimmten Komponenten des Melkprozesses zu. Innerhalb dieser Wechselbeziehungen stellt das Tier eine weitgehend unbeeinflussbare Größe dar. Seinen Forderungen müssen sich "Technik" und "Mensch" in wesentlichen Punkten unterordnen. Zur Beurteilung eines Melkverfahrens reicht aus diesen Gründen die Kenntnis der reinen Arbeitsleistung nicht aus. Diese muß ergänzt werden durch weitere Kennzahlen, welche eine Beurteilung der vom Faktor "Mensch" beeinflussten Komponenten "Arbeitsqualität" und "Organisation des Arbeitsablaufes" erlauben.

Da der Arbeitsablauf in den Gruppenmelkständen komplizierter ist als in den Einzelmelkständen und da hierüber auch eine größere Zahl von Messwerten vorliegt, soll die Beurteilung des Arbeitsablaufes auf die erfaßten Gruppenmelkstände beschränkt bleiben. Zur Beurteilung der Arbeitsgüte werden folgende Merkmale herangezogen: einerseits die Gleichmäßigkeit der Arbeit, andererseits die Gestaltung des Arbeitsablaufes als Zuordnung der einzelnen Teilarbeiten und als Anpassung an physiologische Forderungen der Kühe.

2.3.1 Die Gleichmäßigkeit der Arbeit

Als Merkmal der Gleichmäßigkeit der Arbeit muß ein Element des Gesamtablaufes gefunden werden, welches innerhalb eines Melkstandes unter konstanten technischen Bedingungen und unbeeinflußt von etwaigen Eigenheiten der Kühe abläuft. Als Kriterium wird der Variationskoeffizient des Zeitaufwandes dieses Elementes verwendet, der unabhängig von absoluten Werten einen Vergleich aller in Frage kommenden Angaben erlaubt.

Den gestellten Forderungen entspricht zur Genüge der Arbeitsgang **U m s e t z e n d e r M e l k z e u g e**. Falls dieses Element in zwei Arbeitsgänge aufgegliedert wurde, wird nur das Ansetzen des Melkzeuges in Betracht gezogen. Um einen Überblick über das vorliegende Ausgangsmaterial zu erhalten, sind in Darstellung 7 die Variationskoeffizienten des Elementes "Melkzeug um- beziehungsweise ansetzen" der Gruppenmelkstände zusammengestellt.



Darst.7: Variationskoeffizient des Elementes „Melkzeug umsetzen“

Die Eignung des Elementes "Melkzeug umsetzen" für den beschriebenen Zweck setzt voraus, daß der Variationskoeffizient nicht durch die Melkstandform und -ausstattung und nicht durch das Tier beeinflusst wird. Dies kann durch Errechnen der Korrelation zwischen dem ausgewählten Element und einem technisch bedingten Kriterium sowie zwischen dem ausgewählten Element und einem durch das Tier bestimmten Kriterium festgestellt werden.

Als Kenngröße für die **T e c h n i k** des Melkstandes bietet sich die Zahl der eingesetzten Melkzeuge an. Als Korrelationsfaktor r zwischen "Melkzeug umsetzen" und Zahl der Melkzeuge ergab sich der Wert $r = 0,08$. Das besagt, daß der Variationskoeffizient, also das Maß für die Gleichmäßigkeit, des Elementes "Melkzeug umsetzen" nicht von dem hier ausgewählten technischen Kriterium, also von der Anzahl der zu bedienenden Melkzeuge, abhängt.

Als durch das **T i e r** bestimmtes Kriterium wurde nicht ein einziges Merkmal verwendet, sondern es wurden die Variationskoeffizienten der Elemente "Euter vorbereiten" und "Nachmelken" als Vergleichsgrößen herangezogen. Während das Nachmelken ohne Zweifel mehr unter dem Einfluß des Tieres steht als das Umsetzen des Melkzeuges, ist die Einordnung des Elementes "Euter vorbereiten" weniger leicht zu treffen.

Bei diesem Vergleich ergaben sich folgende Korrelationsfaktoren:

Melkzeug umsetzen - Euter vorbereiten	$r = 0,70$
Melkzeug umsetzen - Nachmelken	$r = - 0,48$
Euter vorbereiten - Nachmelken	$r = - 0,42$

Bezogen auf die zur Auswertung herangezogenen Melkstände läßt dieses Ergebnis folgende Aussagen zu:

- 1.) Die Einflüsse auf die Arbeitsgänge "Melkzeug umsetzen" und "Euter vorbereiten" wirken gleichsinnig und sind relativ eng gekoppelt.
- 2.) Zwischen dem Arbeitsgang "Nachmelken" und den beiden anderen

Arbeitsgängen besteht eine weniger deutliche, konträr wirkende Beziehung.

Schließlich wurde die Abhängigkeit der Gleichmäßigkeit der Arbeitsdurchführung vom Zeitaufwand für das Element "Melkzeug umsetzen" ermittelt. Zwischen den Kennwerten "Variationskoeffizient" und "Mittelwert des Zeitaufwandes" ergab sich ein Korrelationsfaktor $r = 0,15$, der keine Abhängigkeit zwischen den beiden Merkmalen anzeigt.

Zusammenfassend haben die hier angeführten Berechnungen ergeben, daß die Gleichmäßigkeit der Durchführung des Arbeitsganges "Melkzeug umsetzen" weder von der technischen Gestaltung des Melkstandes noch von der Geschwindigkeit der Arbeitserledigung abhängt. Jedoch haben sich Interaktionen mit dem eindeutig durch das Tier bestimmten Arbeitsgang "Nachmelken" gezeigt, die darauf hindeuten, daß mit zunehmender Gleichmäßigkeit im Ablauf des Umsetzens der Melkzeuge die Gleichmäßigkeit im Zeitaufwand für das Nachmelken abnimmt. In der gleichen Richtung bewegen sich die Beziehungen zwischen den Arbeitsgängen "Euter vorbereiten" und "Nachmelken".

Für diese Zusammenhänge können mehrere Gründe gefunden werden. Einmal könnte unterstellt werden, daß sehr gleichmäßige Durchführung von Eutervorbereitung und Umsetzen des Melkzeuges die Melkeigenschaften der Kühe ungünstig beeinflusst. Dies könnte dann eintreten, wenn die sehr gleichmäßige Durchführung der Eutervorbereitung ohne Rücksicht auf die Reaktionen der Kühe erfolgte. In diesem Falle kann aber angenommen werden, daß der Melker auch beim Nachmelken den Entleerungszustand des Euters nicht berücksichtigt und daher auch hier eine hohe Gleichmäßigkeit im Zeitaufwand erzielen würde. Dies hätte jedoch eine positive Korrelation zur Folge. Daher muß nach einem anderen Grund für die tatsächlich vorliegende negative Korrelation gesucht werden. Dieser könnte darin liegen, daß Melker, die aufgrund einer guten Beherrschung der Handgriffe beim Melken in den dafür geeigneten Arbeitsgängen eine hohe

Gleichmäßigkeit im Arbeitszeitaufwand erreichen, in vielen Fällen besser in der Lage sind, die Ausführung des Nachmelkens dem Tier *a n z u p a s s e n*, als Melker mit weniger geübter Routine. Daher kann trotz der deutlichen Korrelation zwischen den Arbeitsgängen "Melkzeug umsetzen" und "Nachmelken" das vorgeschlagene Merkmal "Variationskoeffizient des Arbeitszeitaufwandes für das Melkzeugumsetzen" zur Beurteilung der durch den Melker bedingten Gleichmäßigkeit der Arbeit als geeignet angesehen werden.

Aus den wenigen Werten, die die hier beschriebenen Zeitmessungen geliefert haben, läßt sich kein allgemein gültiger Richtwert für eine als normal anzusehende Gleichmäßigkeit der Arbeitsverrichtung entnehmen. Dazu wäre eine große Zahl weiterer Zeitmessungen erforderlich.

2.3.2 Die Gestaltung des Arbeitsablaufes und die Zuordnung einzelner Arbeitsgänge

Die ordnungsgemäße Durchführung der Melkarbeiten erfordert nicht nur die Beherrschung der vorkommenden Arbeitsgänge, sondern sie verlangt vom Melker auch die *K o o r d i n a t i o n* dieser Arbeitsgänge mit dem Verlauf der Milchabgabe der Kühe. Wird dies nicht berücksichtigt, so kommt es durch Nichtbeachten physiologisch bedingter Zeitspannen und Termine zur Verringerung des Gemelkes beziehungsweise zur Gefährdung der Eutergesundheit (RABOLD, 22; WALSER, 32). Als Beispiele können die *W a r t e z e i t* zwischen *E u t e r v o r b e r e i t u n g* und *A n s e t z e n* des Melkzeuges sowie das Einsetzen des Blindmelkens genannt werden. Während das Einsetzen des Blindmelkens ohne Hilfsmittel nur schwer zu erfassen ist, gelingt es bei geeigneter Aufzeichnung des Arbeitsablaufes im Verlaufe von Zeitmessungen ohne zusätzlichen technischen und organisatorischen Aufwand, die Länge der Wartezeiten zwischen Eutervorbereitung und Ansetzen des Melkzeuges zu bestimmen. Da die im Rahmen dieser Arbeit

an anderer Stelle beschriebene Zeitmesstechnik die notwendigen Daten lieferte, soll im Folgenden die Brauchbarkeit des Merkmales "Wartezeit zwischen Vorbereiten des Euters und Ansetzen des Melkzeuges" zur Beurteilung des Arbeitsablaufes geprüft werden.

Zu diesem Zwecke muß sichergestellt sein, daß es unabhängig von der Melkstandbauart möglich ist, diesen Kennwert in Abhängigkeit von der Gestaltung des Arbeitsablaufes in den physiologisch unbedenklichen Grenzen unter 2 bis 3 Minuten zwischen Beendigung des Eutervorbereitens und dem Ansetzen des Melkzeuges zu halten.

In den hier untersuchten Gruppenmelkständen handelt es sich bis auf eine Ausnahme um Melkstände mit einem Melkzeug für zwei Buchten. Die Melkzeuge arbeiten in diesen Fällen abwechselnd auf beiden Seiten des Melkstandes. Hier sind zwei grundsätzlich unterschiedliche Anordnungen der Arbeitsgänge möglich:

- 1.) Einlassen einer Gruppe, Kraftfuttergabe, Eutervorbereiten bei allen Kühen, Nachmelken, Melkzeug abnehmen bei der ersten Kuh der gegenüberliegenden Melkstandseite, Melkzeug ansetzen bei der ersten Kuh der eben eingelassenen Gruppe, Euterkontrolle, Nachmelken, Melkzeug abnehmen bei der zweiten Kuh der gegenüberliegenden Melkstandseite, Melkzeug ansetzen bei der zweiten Kuh der eben eingelassenen Gruppe, Euterkontrolle, und so weiter bis alle Melkzeuge umgesetzt sind.
- 2.) Einlassen einer Gruppe, Kraftfuttergabe, Eutervorbereiten bei der ersten Kuh dieser Gruppe, Nachmelken, Melkzeug abnehmen bei der ersten Kuh der gegenüberliegenden Melkstandseite, Melkzeug umsetzen zur ersten Kuh der eben eingelassenen Gruppe, Euterkontrolle an der eben ausgemolkenen Kuh, Eutervorbereitung an der zweiten Kuh der eben eingelassenen Gruppe, Nachmelken, Melkzeug abnehmen bei der zweiten Kuh der gegenüberliegenden Melkstandseite, Melkzeug umsetzen zur zweiten Kuh der eben eingelassenen Gruppe, Euterkontrolle an der eben ausgemolkenen Kuh.

Während bei dem zweiten Beispiel als Wartezeit zwischen Eutervorbereiten und Ansetzen des Melkzeuges immer nur der Zeitaufwand für das Nachmelken anfällt, setzt sich im ersten Beispiel diese Wartezeit auf jedem Standplatz anders zusammen. Mathematisch läßt sich das mit der folgenden Gleichung formulieren:

$$t_{WZ} = t_{EV} \times (n - X) + (t_{AB} + t_{MNG}) \times X + (X - 1) \times (t_{AN} + t_{EK}) \quad (9)^{+}$$

Während also bei jeder folgenden Kuh in der Wartezeit ein Element "Eutervorbereiten" weniger enthalten ist, nimmt die Anzahl der darin enthaltenen Elemente "Nachmelken" und "Euterkontrolle" zu. Die Wartezeit zwischen "Euter vorbereiten" und "Melkzeug ansetzen" bleibt in diesem Falle nur unter der Bedingung konstant, daß der Zeitaufwand für die Arbeitsgänge "Eutervorbereiten", die Summe der Arbeitsgänge "Nachmelken" und "Melkzeug abnehmen", sowie die Summe der Arbeitsgänge "Melkzeug ansetzen" und "Euterkontrolle" jeweils gleich sind. Dies ist jedoch in der Praxis sehr unwahrscheinlich und kann auch aufgrund der Ergebnisse der Zeitmessungen sowie der in der Literatur angegebenen Werte für den Arbeitszeitbedarf der verschiedenen Elemente nicht als Grundlage der folgenden Ausführungen angenommen werden. Vielmehr muß davon ausgegangen werden, daß sich die genannten Werte unterscheiden und zwar dahingehend, daß die Summe aus dem Zeitaufwand für die Arbeitsgänge "Nachmelken" und "Melkzeug abnehmen" größer ist als der Zeitaufwand für die Eutervorbereitung. Die Summe aus den Arbeitsgängen "Euterkontrolle" und "Ansetzen des Melkzeuges" entspricht nach dem Ergebnis der Zeitmessungen etwa dem Zeitaufwand für den Arbeitsgang "Euter vorbereiten". Daraus folgt, daß bei einem Arbeitsablauf nach dem ersten Beispiel eine deutliche V e r l ä n g e r u n g d e r W a r t e z e i t zwischen Eutervorbereitung und An-

+) t_{WZ} = Wartezeit zwischen Eutervorbereiten und Melkzeug ansetzen

n = Anzahl der Buchten auf einer Melkstandseite

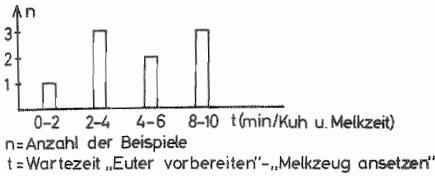
X = Bucht Nr. 1, 2, 3, ... n

Übrige Indices $\hat{=}$ Kurzzeichen der Arbeitselemente, Abschn. 2.2

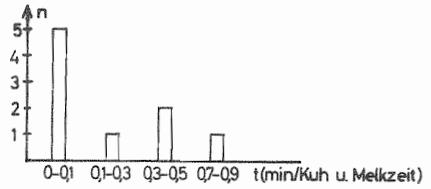
setzen des Melkzeuges von einer Kuh zur anderen auftreten muß. Diese kann bei den zuletzt mit Melkzeugen versehenen Kühen leicht den physiologisch noch vertretbaren Rahmen überschreiten. Dagegen ist eine solche Abhängigkeit von der Reihenfolge des Ansetzens der Melkzeuge bei einem Arbeitsablauf nach dem zweiten Beispiel nicht gegeben. Hier ist die Wartezeit nur von der Dauer des Nachmelkens und von der Geschwindigkeit des Umsetzens des Melkzeuges abhängig. Die Wartezeit bleibt dabei fast immer innerhalb der physiologisch bedingten Grenzen. Dieser Unterschied kann dazu verwendet werden, um festzustellen, ob der Melker den weniger Aufmerksamkeit und Überlegung fordernden Arbeitsablauf nach Beispiel 1.) oder den physiologisch richtigeren, jedoch schwerer zu überblickenden Arbeitsablauf nach Beispiel 2.) durchführt.

Die Zeitmessungen ergaben, daß in neun Gruppenmelkständen, die alle nur mit einem Melker besetzt und mit je einem Melkzeug für zwei Melkbuchten ausgestattet waren, **r e g e l m ä ß i g** Wartezeiten zwischen den Arbeitsgängen "Euter vorbereiten" und "Ansetzen des Melkzeuges" auftraten (im Folgenden kurz als "Wartezeiten" bezeichnet). In den übrigen Melkständen, also den Einzelmelkständen, einem Fischgrätenmelkstand mit zwei Melkern und in einem Längsmelkstand mit einem Melkzeug pro Bucht konnten diese Wartezeiten nicht festgestellt werden. Insgesamt wurden in den genannten Melkständen 381 Fälle von Wartezeiten ermittelt, im Durchschnitt also 42 Werte je Melkstand, mit Schwankungen von 21 bis zu 72 Einzelwerten.

Zur Beurteilung des gefundenen Materials wurden die Extremwerte, die Abhängigkeit vom Standplatz der Kuh im Melkstand und die Abhängigkeit von der Reihenfolge des Ansetzens der Melkzeuge herangezogen. Die Wartezeiten bewegen sich zwischen 0,0 und 9,51 Minuten. Die Verteilung der Extremwerte zeigen die Darstellungen 8 und 9.



Darst.8: Wartezeit „Euter vorbereiten“-
„Melkzeug ansetzen“, Maxima

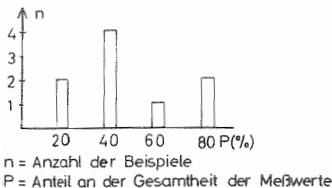


Darst.9: Wartezeit „Euter vorbereiten“-
„Melkzeug ansetzen“, Minima

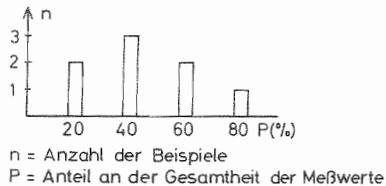
Die Gesamtheit der Einzelwerte wurde in drei Gruppen aufgeteilt. Die erste Gruppe umfaßt die Werte unter einer Minute. Hier kann bei nachlässiger Eutervorbereitung die Gefahr bestehen, daß das Melkzeug am noch nicht melkbereiten Euter arbeitet. Diese Gruppe umfaßt rund 38 % aller Werte. In zwei Dritteln der Betriebe entfallen weniger als die Hälfte der gefundenen Werte auf diesen Bereich. Die zweite Gruppe umfaßt den Bereich der als normal geltenden Zeiten zwischen einer und zwei Minuten. Hierin sind 30 % aller Einzelwerte enthalten.

In die dritte Gruppe wurden die Wartezeiten über zwei Minuten aufgenommen, die meist nicht den physiologischen Ansprüchen genügen. Hier finden sich die restlichen 32 % der Einzelwerte.

Nur in drei Betrieben umfaßt diese Gruppe über die Hälfte der vorkommenden Werte.



Darst.10: Wartezeit „Euter vorbereiten“-
„Melkzeug ansetzen“, Werte unter 1,0 min.



Darst.11: Wartezeit „Euter vorbereiten“-
„Melkzeug ansetzen“, Werte über 2,0 min.

Um Zusammenhänge zwischen den auftretenden Wartezeiten und anderen Größen zu finden, wurden folgende Korrelationen errechnet:

Maximalzeit/Betrieb : Anzahl der Einzelwerte	$r = + 0, 07$
Minimalzeit/Betrieb : Anzahl der Einzelwerte	$r = + 0, 10$
Maximalzeit/Betrieb : Gruppengröße	$r = + 0, 51$
Minimalzeit/Betrieb : Gruppengröße	$r = + 0, 30$
Anteil der Werte unter 1 min : Anzahl der Einzelwerte	$r = - 0, 16$
Anteil der Werte über 2 min : Anzahl der Einzelwerte	$r = + 0, 23$
Anteil der Werte unter 1 min : Gruppengröße	$r = - 0, 46$
Anteil der Zeiten über 2 min : Gruppengröße	$r = + 0, 60$

Daraus ergeben sich folgende Aussagen, die jedoch wegen der begrenzten Anzahl der erfaßten Betriebe auf diese beschränkt bleiben sollten:

Die Herdengröße hat keinen Einfluß auf die Ausbildung der Maximal- oder Minimalwerte der Wartezeiten. Dagegen läßt sich eine deutliche Tendenz zum Ansteigen des Betrages des maximalen Wertes mit zunehmender Gruppengröße erkennen. Das gleiche gilt in schwächerem Umfange für den Minimalwert.

Die Herdengröße scheint einen schwachen Einfluß dahingehend auszuüben, daß mit steigender Herdengröße der Anteil der Werte unter einer Minute abnimmt, während der Anteil über zwei Minuten zunimmt. Die Gruppengröße wirkt in viel stärkerem Umfange in die gleiche Richtung.

Die Einflüsse des Standplatzes auf die Wartezeit wurden in gleicher Weise untersucht. Hier ergab sich für die Gesamtzahl der Betriebe ein Korrelationsfaktor von $+0, 66$, der aussagt, daß die Wartezeit von Kuh zu Kuh zunimmt. Für die einzelnen Betriebe schwankte der Korrelationsfaktor im Bereich von $r = 0, 08$ bis $r = 1, 0$. Eine noch engere Beziehung besteht zwischen der Wartezeit und dem Platz der Kühe in der Reihenfolge des Ansetzens der Melkzeuge. Hier ergibt

sich ein Korrelationsfaktor von $r = + 0,95$. Allein in der Hälfte aller untersuchten Betriebe betrug der Korrelationsfaktor 1,00. Das bedeutet, daß der Platz in der Reihenfolge des Ansetzens der Melkzeuge bei den untersuchten Betrieben stärker als alle anderen Kriterien über die Länge der Wartezeit zwischen den Arbeitsgängen "Euter vorbereiten" und "Ansetzen des Melkzeuges" entscheidet. Dabei geht in den meisten Fällen der Einfluß des Standplatzes mit dem Einfluß der Reihenfolge des Ansetzens konform (Korrelationsfaktor $r = + 0,77$).

Das Verhältnis der Wartezeiten, geordnet nach der Reihenfolge des Ansetzens der Melkzeuge, beträgt im Mittel aller Fälle 1 : 1,86 : 2,45 : 3,68 : 4,07. Im extremsten Falle trat die Reihe 1 : 2,77 : 3,20 : 5,14 : 5,55 auf.

Der *I d e a l f a l l*, nämlich gleiche Wartezeiten, unabhängig von der Reihenfolge des Ansetzens der Melkzeuge, wurde in *k e i n e m* der angeführten Gruppenmelkstände erreicht. Selbst bei den beiden Melkständen, die unter den genannten Gesichtspunkten als die annehmbarsten bezeichnet werden können, liegt der Korrelationsfaktor zwischen Wartezeit und Reihenfolge des Ansetzens der Melkzeuge bei $r = + 0,82$ und $r = + 0,85$. Die Verhältnisse der Wartezeiten betragen hier 1 : 2,77 : 1,93 : 3,84 beziehungsweise 1 : 1,70 : 2,65 : 2,26. Sie liegen also bei dem zweiten Betrieb, der an sich den unter diesen Gesichtspunkten ungünstigeren Korrelationsfaktor aufweist, etwas enger.

Zwischen dem hier behandelten Merkmal der Abhängigkeit der Wartezeit zwischen den Arbeitsgängen "Euter vorbereiten" und "Melkzeug ansetzen" und dem im vorigen Abschnitt beschriebenen Kriterium für die Gleichmäßigkeit der Arbeiterledigung besteht mit einem Korrelationsfaktor von $r = + 0,35$ nur eine geringe Abhängigkeit. Diese sagt aus, daß ein ungleichmäßiger Arbeitsablauf nur in geringem Umfang mit einer unvorteilhaften Entwicklung dieser Wartezeit verbunden ist.

Zusammenfassend lassen die hier angestellten Überlegungen folgende

S c h l ü s s e zu: In der Praxis werden die beiden möglichen Formen der Gestaltung des Arbeitsablaufes in unterschiedlichem Umfange gewählt. Das Übergewicht liegt auf dem arbeitstechnisch leichteren, aber physiologisch nicht unbedenklichen zuerst genannten Beispiel, während für das zweite Beispiel unter den hier geprüften Fällen nur Ansätze zu finden sind. Dabei ist nur ein geringer Zusammenhang zwischen Beherrschung der Arbeitstechnik und Gestaltung des Arbeitsablaufes zu finden. Dies wird dadurch bestätigt, daß gerade Berufsmelker, sowie selbst melkende Betriebsleiter, die die Handgriffe für die verschiedenen Arbeitsgänge sehr gut beherrschen, rein schematisch in der zuerst beschriebenen Form die Arbeitsgänge aneinanderreihen. Die beiden Melkstände mit der geringsten Abhängigkeit der Wartezeit von der Reihenfolge des Ansetzens der Melkzeuge wurden von jüngeren Personen betrieben, in einem Falle vom Betriebsleiter, im anderen Falle von einem Berufsmelker (Alter jeweils etwa 30 Jahre). Aus dem Vorausgegangenen kann entnommen werden, daß der Korrelationsfaktor zwischen den Wartezeiten zwischen den Arbeitsgängen "Euter vorbereiten" und "Melkzeug ansetzen" und der Reihenfolge des Ansetzens der Melkzeuge als Kennwert dafür verwendet werden kann, in welchem Umfange der Melker bei der Gestaltung des Arbeitsablaufes die physiologischen Bedingungen der Melkarbeiten berücksichtigt.

Dem Melker wird der Überblick über den Arbeitsablauf erleichtert, wenn die Vorgänge auf den beiden Melkstandseiten voneinander unabhängig sind. Dies kann durch Einsatz eines Melkzeuges je Melkbucht erreicht werden, wodurch im Prinzip die gleichen Bedingungen wie in einreihigen Melkständen geschaffen werden. Da das Vorbereiten des Euters und das Ansetzen des Melkzeuges nicht mehr unmittelbar mit dem Melkgeschehen bei anderen Kühen verknüpft ist, kann bei derartig ausgestatteten Melkständen mit erleichtertem Einhalten der physiologischen Bedingungen gerechnet werden.

2.3.3 Arbeitsorganisation und Blindmelkzeiten

In früheren Kapiteln wurde bereits darauf hingewiesen, daß in der Literatur Möglichkeiten zur Abschätzung der Arbeitsleistung des Melkers gezeigt werden (RABOLD (22)). Die gleichen Hilfsmittel erlauben auch die Abstimmung der Melkstandgröße, beziehungsweise der einzusetzenden Melkzeugbestückung, an die durchschnittlichen Melkeigenschaften einer Herde. Mit den von RABOLD genannten Gleichungen

$$N \hat{=} 1 + \frac{\bar{t}_{\text{MHG}} - \bar{t}_{\text{EV}}}{\bar{t}_{\text{RA}}} \quad \text{für Einzelmelkstände (10)^+}$$

beziehungsweise

$$N \hat{=} 1 + \frac{\bar{t}_{\text{MHG}} - (\bar{t}_{\text{EV}} + \bar{t}_{\text{EIN}} + \bar{t}_{\text{AUS}})}{\bar{t}_{\text{RA}}} \quad \text{für Gruppenmelkstände (11)^+}$$

kann errechnet werden, wieviele Melkzeuge bei der durchschnittlichen Dauer des Milchflusses in der jeweiligen Herde und bei dem für den Melkstand typischen Arbeitsaufwand eingesetzt werden können. Da aufgrund der Bedingungen, unter denen die Zeitmessungen durchgeführt wurden, das Ende des Milchflusses nicht festzustellen war, soll hier mit Hilfe unterstellter Milchflußzeiten gezeigt werden, wie die Anzahl der zu bedienenden Melkzeuge von der Milchflußdauer bestimmt wird (Arbeitszeitaufwand aus Tab. 7, Werte nach Melkstandbauart getrennt errechnet).

+) $N \hat{=}$ Anzahl der Melkzeuge, $\bar{t} \hat{=}$ durchschnittliche Dauer, MHG $\hat{=}$ Milchfluß (Maschinenhauptgemelk), RA $\hat{=}$ Routinearbeiten (Hauptarbeiten), EV $\hat{=}$ Eutervorbereitung, EIN, AUS $\hat{=}$ Ein- beziehungsweise Auslassen der Kühe

Melkstandbauart	\bar{t}_{MHG} (min)				
	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
2x1 Reihenmelkstand	1,5	1,7	1,9	2,2	2,4
1x3 Tandemmelkstand	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1
2x2 Längsmelkstand 1 Melkzeug/2 Buchten	2,0	2,4	2,7	3,1	3,4
2x2 Längsmelkstand 1 Melkzeug/Bucht	2,1	2,5	2,8	3,1	3,5
2x3 Fischgrätenmelkstand	3,3	4,0	4,7	5,4	6,1
2x4 Fischgrätenmelkstand	3,0	3,6	4,3	4,9	5,5
2x5 Fischgrätenmelkstand	3,4	4,1	4,7	5,4	6,1
2x6 Fischgrätenmelkstand	2,6	3,0	3,5	4,0	4,5

Tabelle 11: Melkzeuganzahl in Abhängigkeit von Melkstandbauart und Milchflußdauer (\bar{t}_{MHG})

Diese Tabelle spiegelt die unterschiedlichen Werte der nach Melkstandbauart getrennt verarbeiteten Zeitmessungen wider. Daraus ergibt sich, daß in kleinen Gruppenmelkständen schon bei kurzer Milchflußdauer die notwendige Anzahl von Melkzeugen bedient werden kann. Längere Milchflußdauer ergibt entsprechende nicht ausgefüllte Arbeitskapazitäten für den Melker, die sich in Form von Wartezeit bemerkbar machen. Ein Weg, diese Wartezeiten zu vermeiden, besteht in der Vergrößerung der Melkzeugzahl bis zu einem Melkzeug je Bucht in kleineren Melkständen oder durch die Entscheidung für einen größeren Melkstand.

Die eingangs dieses Kapitels aufgeführten Gleichungen erlauben bei entsprechender Umformung, für jede Melkstandbauart die Milchflußzeit zu errechnen, die eine einwandfreie Durchführung der Melkarbeiten ohne Blindmelkzeiten und ohne Wartezeiten erlaubt. Dafür ist es notwendig, die erwähnten Gleichungen in die nachstehende Form zu bringen:

$$\bar{t}_{\text{MHG}} = \bar{t}_{\text{RA}} \times (N - 1) + \bar{t}_{\text{EV}} + (\bar{t}_{\text{EIN}} + \bar{t}_{\text{AUS}}) \quad (12) \quad +)$$

+) Die zweite Klammer entfällt bei Einzelmelkständen, Indices wie bei Gleichungen (10) und (11)

Melkstand- Bauart	2x1 RMS	1x3 TAN	2x2 LGM2	2x2 LGM4	2x3 FGM	2x4 FGM	2x5 FGM	2x6 FGM
Milchflußzeit t_{MHG} (min)	6, 29	5, 21	3, 92	9, 49	3, 59	5, 56	6, 36	10, 96 (1 AK) 4, 90 (2 AK)

Tabelle 12: Milchflußzeit in Abhängigkeit von Melkstandbauarten

Tabelle 12 zeigt noch deutlicher als Tabelle 11 den Zusammenhang von Melkstandgröße und Melkeigenschaften der Kühe, hier ausgedrückt durch die vom Tier gestellte Bedingung "Milchflußzeit". In der Praxis bedeutet das eine M i t w i r k u n g d e r R a s s e, die nach Literaturangaben die durchschnittliche Melkdauer einer Herde stark beeinflusst, bei der Auswahl einer Melkstandbauart. Damit kann in Abhängigkeit von der Milchflußzeit diejenige M e l k s t a n d b a u a r t gefunden werden, die bei geringstem Arbeitsaufwand ohne Blindmelkzeiten oder Wartezeiten betrieben werden kann.

Da sich diese Überlegungen jedoch auf Durchschnittswerte stützen, die sich aus sehr verschiedenen Einzelwerten zusammensetzen, und da auch die Milchflußdauer einer Kuh in Abhängigkeit von Laktationsstadium und Lebensalter schwankt, kann mit diesen Berechnungen stets nur eine ungefähre Abstimmung zwischen Melkstandbauart und Milchflußdauer gefunden werden. Blindmelkzeiten beziehungsweise Wartezeiten lassen sich damit also nicht völlig vermeiden.

3. Arbeitszeitbedarf und Arbeitsablauf in ausgewählten Melkstandbauarten

Die vorausgegangenen Analysen der Melkarbeiten im Melkstand lieferten Durchschnittswerte für alle Arbeitsgänge der Haupt- und Nebenarbeiten. Um daraus eine Basis für einen Vergleich der L e i s t u n g s f ä h i g - k e i t d e r v e r s c h i e d e n e n M e l k s t a n d b a u a r t e n zu erhalten, ist es jedoch notwendig, bei der Konstruktion von modell-

mäßigen Arbeitsabläufen und bei der Errechnung des Arbeitszeitbedarfes alle zufälligen Einflüsse auf den zeitlichen Ablauf der Melkarbeiten auszuschalten. Die Elemente des Arbeitszeitbedarfes werden dabei nicht im Sinne von Vorgabezeiten verstanden, denn diese sind nach RABOLD (21) mit Zuschlägen für Pausen und unvermeidbare Störungen zu versehen.

Für die Errechnung des Arbeitszeitbedarfes in Melkständen wird die schon bei der Analyse des Arbeitszeitaufwandes verwendete Unterteilung der Melkarbeiten in Haupt- und Nebenarbeiten und in einzelne Arbeitsgänge (Elemente) beibehalten. Die Errechnung des Arbeitszeitbedarfes für die beiden Teilbereiche der Melkarbeiten unterscheidet sich auch hier insofern, als die Hauptarbeiten für jede Melkstandbauart gesondert berechnet werden müssen, während der Arbeitszeitbedarf für die Nebenarbeiten für ähnliche Melkstandbauarten und innerhalb bestimmter Herdengrößen unverändert bleiben kann.

3.1 Der Arbeitszeitbedarf für die Hauptarbeiten

Bei der Errechnung des Arbeitszeitbedarfes für die Hauptarbeiten werden alle bei der Analyse des Arbeitsaufwandes besprochenen Melkstandbauarten sowie die in der Literaturlauswertung beschriebenen Melkka-russelle berücksichtigt. Abweichend von den durch Zeitmessungen untersuchten Ausstattungen mit Melkzeugen werden nicht nur beim 2x2 Längsmelkstand, sondern auch bei den Fischgrätenmelkständen neben der Ausstattung mit einem Melkzeug für zwei Melkplätze die mit einem Melkzeug je Melkbucht ausgestatteten Varianten berücksichtigt.

Als Zeitbedarf für die einzelnen Elemente werden die im folgenden genannten Durchschnittswerte aus den Zeitmessungen verwendet (siehe auch Tab. 7, Zeile 11, im Anhang). Abweichend davon wird in Gruppenmelkständen mit einem Melkzeug für zwei Melkbuchten das in dieser Melkstandreihe spezifische Element "Melkzeug umsetzen" be-

rücksichtigt (siehe Tab. 7, Zeile 8). Außerdem kommen bei Einzelmelkständen und bei Gruppenmelkständen die jeweils spezifischen Werte für "Einlassen" und "Auslassen" zur Anwendung (siehe Tab. 7, Zeile 9 und 10). Der Wert für die automatische Verabreichung von Kraftfutter wurde der Literatur entnommen (SCHÖN und PEN, 27).

Alle Zahlenangaben zu den Hauptarbeiten werden als AKmin/Kuh und Melkzeit dimensioniert, sofern nichts anderes genannt wird.

Arbeitsgang (Element)	Arbeitszeitbedarf (AKmin/Kuh u. Melkzeit)		
	Einzelmelkst.	Gruppenmelkst.	allgemein
1.) Euter vorbereiten (t_{EV})	0,43		0,43
2.) Melkzeug umsetzen (t_{UM})			0,29
3.) Melkzeug abnehmen (t_{AB})	0,12		
4.) Melkzeug ansetzen (t_{AN})	0,23		
5.) Nachmelken (t_{MNG})	0,65		0,65
6.) Euterkontrolle (t_{EK})	0,23		0,23
7.) Einlassen (t_{EIN})	0,33		0,19
8.) Auslassen (t_{AUS})	0,15		0,13
9.) Kraftfuttergabe (t_{KF})			
manuell (t_{KFh})			0,14
Seilzug (t_{KFsZ})			0,08
automatisch (t_{KFa})			0,03

Tabelle 13: Übersicht über die zur Errechnung des Arbeitszeitbedarfes der Hauptarbeiten verwendeten Elemente

3.1.1 Einzelmelkstände

Entsprechend den in den Zeitmessungen und in der Literaturauswertung gewonnenen Daten können als Einzelmelkstände nur der 2x1 Reihenmelkstand sowie der 1x3 Tandemmelkstand berücksichtigt werden.

3.1.1.1 Der 2x1 Reihenmelkstand

Der Zeitbedarf für die Summe aller an einer Kuh vorzunehmenden Arbeiten beträgt im 2x1 Reihenmelkstand 2,28 AKmin/Kuh und Melkzeit. Dabei wird Kraftfuttergabe von Hand unterstellt. Während das Melkzeug an einer Kuh arbeitet, kann die zweite Kuh im Melkstand nachgemolken werden und durch eine noch ungemolkene Kuh ersetzt werden. Da der Arbeitszeitbedarf nicht nur durch die zu verrichtenden Arbeiten, sondern auch durch den Anteil an Wartezeiten bestimmt wird, der von der Melkdauer⁺⁾ der Kühe bestimmt wird, zeigt Tabelle 14 den Arbeitszeitbedarf im 2x1 Reihenmelkstand bei unterschiedlicher Melkdauer der Kühe.

Melkdauer t_{MG} (min/Kuh)	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00
Arbeitszeitbedarf für die Hauptarbeiten (AKmin/Kuh und Melkzeit)	2,81	3,81	4,81	5,81	6,81

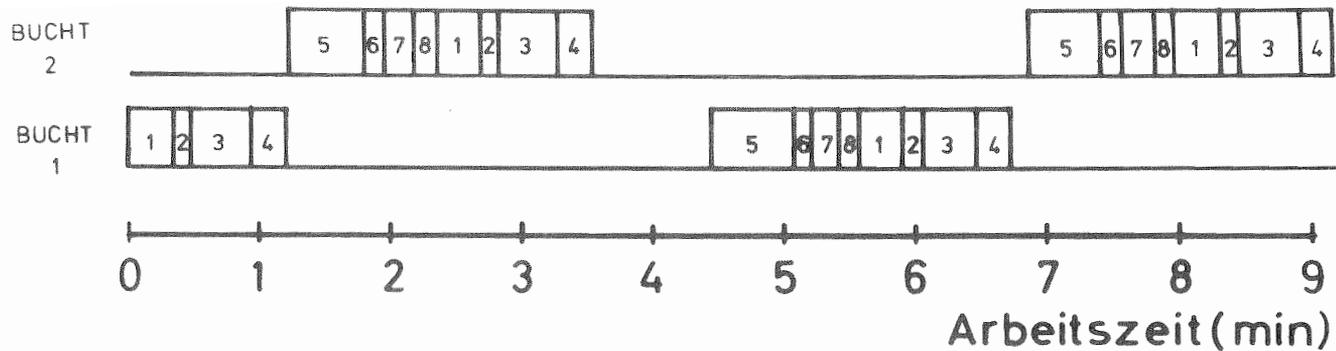
Tabelle 14: Arbeitszeitbedarf für die Hauptarbeiten im 2x1 Reihenmelkstand, abhängig von der Melkdauer

Die Melkdauer, bei der das Melken ohne Wartezeiten beziehungsweise ohne Blindmelkzeiten abläuft, wird im Folgenden als spezifische Melkdauer bezeichnet. Da sich nach den vorher angegebenen Gleichungen ein Wert von 2,93 min ergibt, treten nach Tabelle 14 selbst bei einer Melkdauer von nur 4,0 Minuten Wartezeiten für den Melker auf. Den Arbeitsablauf in diesem Melkstand zeigt Darstellung 12.

3.1.1.2 Der 1x3 Tandemmelkstand

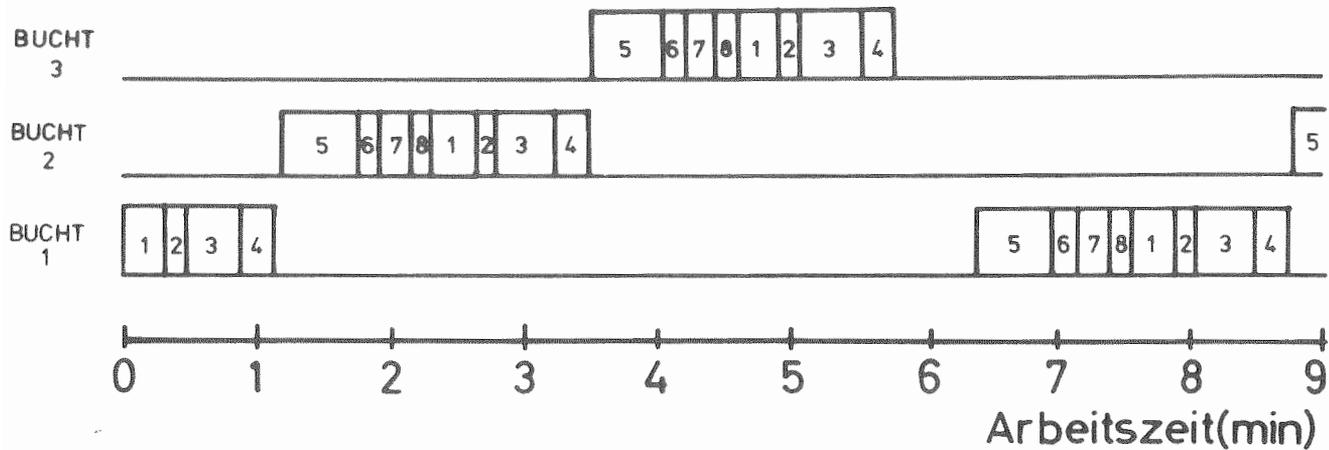
Wie im Reihenmelkstand ergibt sich auch im 1x3 Tandemmelkstand als Summe des Zeitbedarfes für die einzelnen Teilarbeitsgänge der Betrag von 2,28 AKmin/Kuh und Melkzeit. Da während der Milchabgabezeit einer Kuh hier jedoch zwei weitere Kühe versorgt werden müssen, ergibt sich für diesen Melkstand eine spezifische Melkdauer von 5,21 min. Den Arbeitsablauf zeigt Darstellung 13.

+) Definition \longrightarrow Melkdauer $\hat{=} t_{MAG} + t_{MNG}$



1= Einlassen, 2=Krafftuttergabe, 3= Eutervorbereitung,
 4= Melkzeug ansetzen, 5= Nachmelken, 6= Melkzeug abnehmen,
 7= Euterkontrolle, 8= Auslassen

Darst.12: Arbeitsablauf im 2X1 Reihen-
 melkstand (Melkauer 4 min)



1=Einlassen, 2= Kraftfuttergabe, 3=Eutervorbereitung,
 4=Melkzeug ansetzen,5=Nachmelken,6=Melkzeug abnehmen,
 7= Euterkontrolle, 8=Auslassen

Darst.13:Arbeitsablauf im 1X3 Tandem-
 melkstand (Melkdauer 6 min)

Melkdauer t_{MG} (min/Kuh)	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00
Arbeitszeitbedarf für die Hauptarbeiten (AKmin/Kuh und Melkzeit)	++	2,54	3,21	3,87	4,54

Tabelle 15: Arbeitszeitbedarf für die Hauptarbeiten im 1x3 Tandemmelkstand, abhängig von der Melkdauer, (++ $\hat{=}$ Arbeitszeitbedarf = 2,28 AKmin/Kuh und Melkzeit, nur mit Blindmelkzeiten möglich)

3.1.2 Gruppenmelkstände

Bei der Errechnung des Arbeitszeitbedarfes in Gruppenmelkständen ist zu unterscheiden zwischen Melkständen, in denen für zwei gegenüberliegende Buchten nur ein Melkzeug vorhanden ist, die also mit *Wechselmelkzeugen* ausgestattet sind, und solchen, die mit einem Melkzeug je Bucht, also mit *Einzelmelkzeugen* versehen sind. Die zuerst genannte Ausstattungsvariante ist augenblicklich noch in der Mehrzahl der Betriebe anzutreffen. Durch die Verwendung der Melkzeuge auf beiden Melkstandseiten im Wechsel werden auch die Melkarbeiten beider Melkstandseiten miteinander verknüpft. In Melkständen mit Einzelmelkzeugen können die Melkarbeiten dagegen ohne gegenseitige Beeinflussung der beiden Melkstandhälften durchgeführt werden.

3.1.2.1 Gruppenmelkstände mit einem Melkzeug für zwei Buchten

Die bereits erwähnte Verflechtung der Arbeitsabläufe beider Melkstandseiten in Gruppenmelkständen mit Wechselmelkzeugen hat zur Folge, daß ein Melkzeug erst dann einer anderen Kuh angesetzt werden kann, wenn die Melkzeit der Kuh, die dieses Melkzeug vorher beanspruchte, beendet ist. Die Arbeitsgänge an einer Kuh können daher nicht kontinuierlich ablaufen. Im besonderen kann das Vorbereiten des Euters nur unter Berücksichtigung des Melkablaufes der Kuh erfolgen, von der das Melkzeug übernommen werden soll. Geschieht dies nicht, dann droht, wie bereits angeführt, bei zu zeitiger Eutervorbereitung eine unzulässig

lange Wartezeit bis zum Ansetzen des Melkzeuges. In größeren Gruppenmelkständen empfiehlt es sich daher nicht, unmittelbar nach dem Einlassen einer neuen Gruppe an allen Kühen fortlaufend die Eutervorbereitung durchzuführen. Dieses Vorgehen hätte bei den zuletzt angerüsteten Kühen sehr lange Wartezeiten bis zum Ansetzen des Melkzeuges zur Folge. Vielmehr ist dazu zu raten, mit dem Anrüsten so lange zu warten, bis die Milchabgabe der mit dem zu übernehmenden Melkzeug gemolkenen Kuh soweit fortgeschritten ist, daß nach dem Anrüsten nur das Nachmelken dieser Kuh als Wartezeit bis zum Ansetzen des Melkzeuges anfällt. Bei dieser Arbeitstechnik treten Abnehmen und Ansetzen des Melkzeuges als ein Arbeitsgang in Erscheinung, der bei der Errechnung des Arbeitszeitbedarfes aus Tabelle 13 als "Melkzeug umsetzen" berücksichtigt wird. Für Ein- und Auslassen der Tiere wird der Anteil eines Tieres an dem bei der Messung für eine ganze Gruppe erhaltenen Wert in den Arbeitszeitbedarf eingesetzt.

3.1.2.1.1 Der 2x2 Längsmelkstand

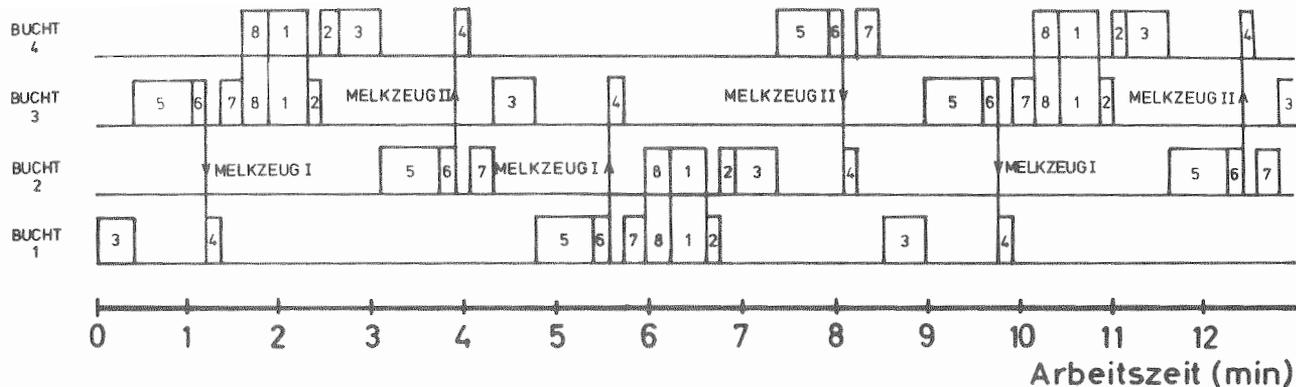
Der Arbeitsablauf in einem 2x2 Längsmelkstand mit Wechselmelkzeugen ist in Darstellung 14 gezeigt.

Der Arbeitszeitbedarf für die an einer Kuh vorzunehmenden Arbeitsgänge beträgt nach Tabelle 13 2,06 AKmin/Kuh und Melkzeit. Dabei wird Kraftfuttergabe von Hand angenommen. Als spezifische Melkdauer ergibt sich eine Zeit von 3,83 min.

Melkdauer t_{MG} (min/Kuh)	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00
Arbeitszeitbedarf für die Hauptarbeiten (AKmin/Kuh und Melkzeit)	2,15	3,15	4,15	5,15	6,15

Tabelle 16: Arbeitszeitbedarf für die Hauptarbeiten im 2x2 Längsmelkstand, abhängig von der Melkdauer

Tabelle 16 zeigt, wie der Arbeitszeitbedarf bei zunehmender Melkdauer durch die zunehmenden Wartezeiten vergrößert wird.

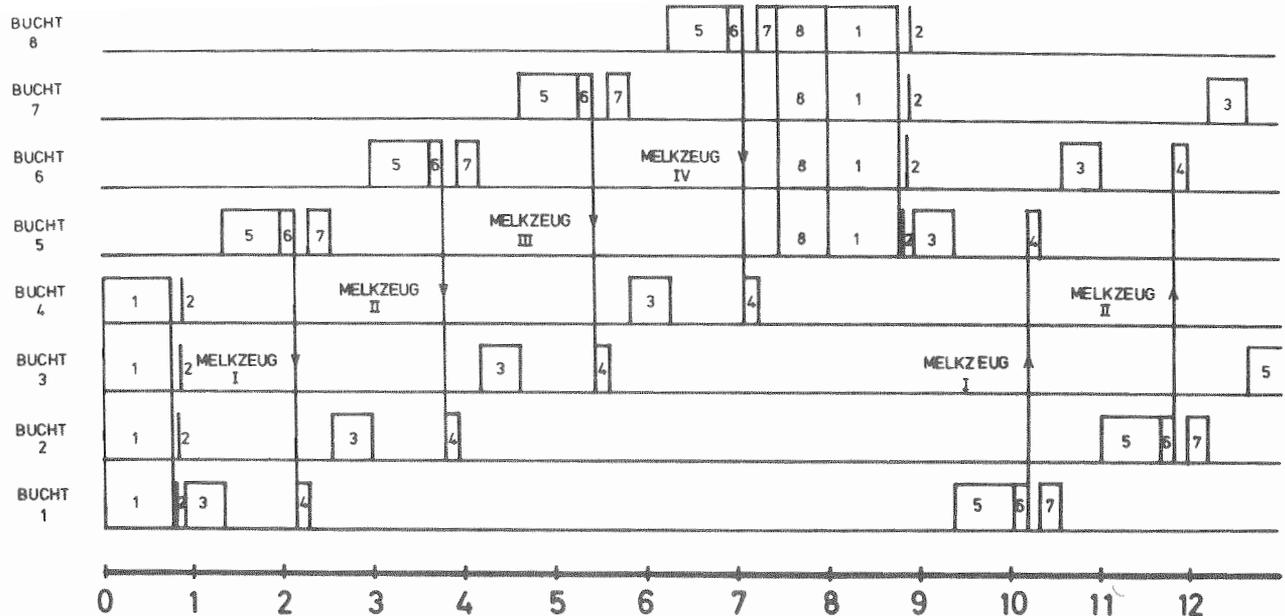


1=Einlassen, 2=Kraftfuttergabe, 3=Eutervorbereitung, 4=Melkzeug ansetzen,
 5=Nachmelken, 6=Melkzeug abnehmen, 7= Euterkontrolle, 8=Auslassen

Darst.14: Arbeitsablauf im 2X2 Längsmelkstand mit zwei Melkzeugen (Melkdauer 4 min)

3.1.2.1.2 Der Fischgrätenmelkstand

Wie bereits erwähnt, unterscheiden sich Fischgrätenmelkstände von den bisher beschriebenen Melkständen dadurch, daß die Tiere nicht parallel zur Längsachse des Melkstandes oder, wie in einigen Tandemmelkständen, auch rechtwinklig dazu stehen, sondern in einem Winkel von etwa 40 Grad ausgerichtet sind. Der Melker ist in diesen Melkständen auf ein mechanisches Hilfsmittel zur Kraftfuttermittellage angewiesen, das ihm in Form einer seilzugbetätigten oder automatisch arbeitenden Dosiervorrichtung zur Verfügung gestellt wird. Bei der Errechnung des Arbeitszeitbedarfes in Fischgrätenmelkständen wird daher eine automatische Kraftfütterdosiervorrichtung unterstellt. Aus Tabelle 13 ergibt sich als Summe der Einzelelemente der Melkarbeiten ein Zeitbedarf für die Verrichtung dieser Arbeiten von 1,95 AKmin/Kuh und Melkzeit für alle Fischgrätenmelkstände mit Wechselmelkzeugen. Den Arbeitsablauf in einem Fischgrätenmelkstand zeigt Darstellung 15.



1=Einlassen,2=Kraftfuttergabe,3=Eutervorbereitung,4=Melkzeug ansetzen
 5=Nachmelken,6=Melkzeug abnehmen,7=Euterkontrolle,8=Auslassen
 Arbeitszeit (min)

Darst.15: Arbeitsablauf im 2X4 Fischgrätenmelkstand mit vier Melkzeugen (Melkdauer 8 min)

3.1.2.1.2.1 Die Bestimmung der Melkstandgröße

Bei der Entscheidung über die Bemessung eines neu einzurichtenden Fischgrätenmelkstandes ist nach den Ausführungen in Abschnitt 2,3.3 die Melkdauer der vorhandenen Kühe ein besseres Hilfsmittel als die Herdengröße. Bei der Abstimmung der Melkstandgröße mit der durchschnittlichen Melkdauer der Herde ist das durch die individuellen Melkeigenschaften der Kühe bedingte Auftreten von Blindmelkzeiten und Wartezeiten für den Melker nicht zu vermeiden, jedoch kann, im ganzen gesehen, ein nahezu optimal niedriger Arbeitszeitbedarf erreicht werden. Vollständig können Blindmelkzeiten nur dadurch vermeiden werden, daß die Melkstandgröße nach den Kühen mit der längsten Melkdauer ausgerichtet wird. Bei diesem Vorgehen steigt der Arbeitszeitbedarf jedoch durch einen erhöhten Anteil von Wartezeiten durch schneller zu melkende Kühe an.

Tabelle 17 zeigt die für die verschiedenen Fischgrätenmelkstände spezifische Melkdauer.

Melkstandbauart Fischgrätenmelkstand	2x3	2x4	2x5	2x6
spezifische Melkdauer (min)	5,56	7,51	9,46	11,41

Tabelle 17: Spezifische Melkdauer verschiedener Fischgrätenmelkstände

3.1.2.1.2.2 Der Arbeitszeitbedarf in Abhängigkeit von der Melkdauer

Die spezifische Melkdauer der verschiedenen Melkstandgrößen kann zwar bei der Neueinrichtung eines Melkstandes als Hilfsmittel zur Bestimmung der Melkstandgröße dienlich sein, nach dem Bau der Anlage können Veränderungen der Melkeigenschaften der Herde jedoch nicht mehr ausgeglichen werden. Für Kalkulationen ist es daher notwendig, den Arbeitszeitbedarf der Melkstände in Abhängigkeit von den Melkeigenschaften der Kühe zu kennen. Diese Zusammenhänge werden in Tabelle 18 dargestellt.

Melkdauer (min/Kuh)	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00
Arbeitszeitbedarf für die Hauptarbeiten (AKmin/Kuh und Melkzeit)					
2x3 Fischgrätenmelkstand	++	2,09	2,76	3,43	4,10
2x4 Fischgrätenmelkstand	++	++	2,07	2,57	3,07
2x5 Fischgrätenmelkstand	++	++	++	2,06	2,46
2x6 Fischgrätenmelkstand	++	++	++	++	2,05

Tabelle 18: Arbeitszeitbedarf in Fischgrätenmelkständen in Abhängigkeit von der Melkdauer
(++ $\hat{=}$ Arbeitszeitbedarf 1,95 AKmin/Kuh und Melkzeit, jedoch nur mit verfahrensbedingten Blindmelkzeiten möglich)

Daraus geht deutlich hervor, daß der optimale Arbeitszeitbedarf in Abhängigkeit von der Melkdauer bei allen Melkstandgrößen annähernd gleich ist, und daß längere Melkdauer in entsprechend groß bemessenen Melkständen nicht mit einem höheren Arbeitszeitbedarf verbunden ist.

3.1.2.2 Gruppenmelkstände mit einem Melkzeug je Bucht

In den Gruppenmelkständen mit Wechselmelkzeugen besteht, wie bereits beschrieben, eine oft unerwünschte gegenseitige Abhängigkeit der Arbeitsgänge auf beiden Melkstandseiten. Darüberhinaus ist der Arbeitszeitbedarf in kleineren Melkständen dieser Gruppe bei längerer Melkdauer mit mehr oder weniger hohen Wartezeiten belastet.

Beide Übel können durch Ausrüsten von Gruppenmelkständen mit einem Melkzeug je Bucht, also mit Einzelmelkzeugen behoben werden. Diese Varianten sollen daher, da sie sich zunehmender Verbreitung erfreuen, bei der Errechnung des Arbeitszeitbedarfes in größerem Umfange berücksichtigt werden als dies bei den Zeitmessungen möglich gewesen ist.

Anders als bei den Gruppenmelkständen mit Wechselmelkzeugen wird bei

diesen Melkständen das **A b n e h m e n** und **A n s e t z e n** des Melkzeuges stets **g e t r e n n t** durchgeführt, da jedes Melkzeug nur für eine Bucht verwendet wird. Daher werden für diese Arbeitsgänge auch die entsprechenden Angaben im Elementkatalog (Tab. 13, aus der Spalte "Einzelmelkstände") verwendet. Diese betragen 0,12 AKmin/Kuh und Melkzeit für das Abnehmen des Melkzeuges und 0,23 AKmin/Kuh und Melkzeit für das Ansetzen des Melkzeuges. Die Summe des Zeitbedarfes der Einzelelemente vergrößert sich dadurch gegenüber den entsprechenden Melkständen mit Wechselmelkzeugen um 0,06 AKmin/Kuh und Melkzeit.

3.1.2.2.1 Der 2x2 Längsmelkstand

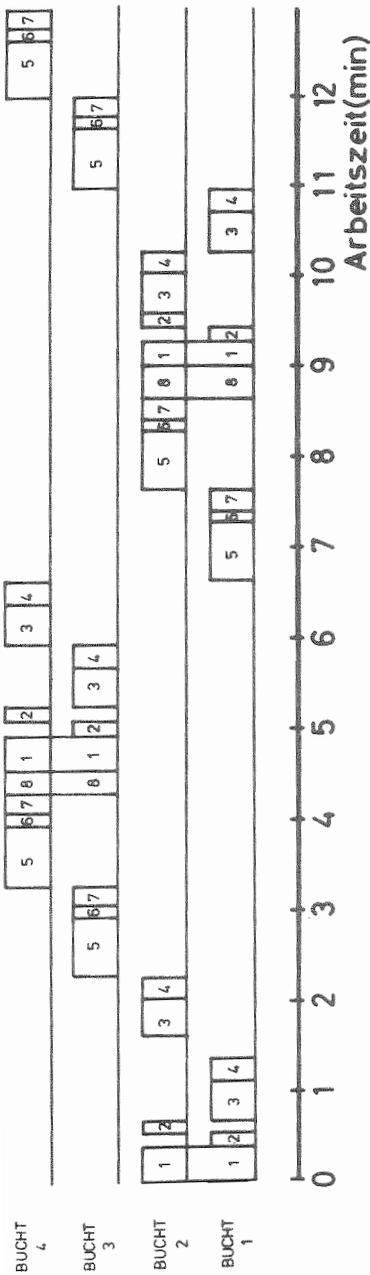
Der 2x2 Längsmelkstand eignet sich besonders für die Ausstattung mit Einzelmelkzeugen, da bei der Ausrüstung mit Wechselmelkzeugen nur bei sehr kurzer Melkdauer bis höchstens vier Minuten keine Wartezeiten für den Melker auftreten.

Beim Einsatz von Einzelmelkzeugen beträgt die spezifische Melkdauer dieses Melkstandes 5,89 min/Kuh. Die Summe der Einzelelemente des Arbeitsablaufes beträgt 2,12 AKmin/Kuh und Melkzeit.

Melkdauer (min/Kuh)	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00
Arbeitszeitbedarf für die Hauptarbeiten (AKmin/Kuh und Melkzeit)	++	2,17	3,17	4,17	5,17

Tabelle 19: Arbeitszeitbedarf im 2x2 Längsmelkstand mit Einzelmelkzeugen in Abhängigkeit von der Melkdauer
(++ $\hat{=}$ Arbeitszeitbedarf 2,12 AKmin/Kuh und Melkzeit, nur mit Blindmelkzeiten möglich)

Tabelle 19 zeigt also, daß in einem 2x2 Längsmelkstand mit Einzelmelkzeugen auch Herden mit längerer Melkdauer bei akzeptablem Arbeitsaufwand gemolken werden können. Den Arbeitsablauf in diesem Melkstand zeigt Darstellung 16.



1=Einlassen, 2=Kraftfuttergabe, 3=Eutervorbereitung, 4 = Melkzeug ansetzen,
 5 = Nachmelken, 6=Melkzeug abnehmen, 7 =Euterkontrolle, 8 =Auslassen

Darst.16: Arbeitsablauf im 2X2 Längsmelkstand mit vier Melkzeugen (Melkdauer 6min)

3.1.2.2.2 Fischgrätenmelkstände

Auch bei den Fischgrätenmelkständen erhöht sich durch die Einführung getrennter Elemente für Melkzeug abnehmen und Melkzeug ansetzen die Summe des Zeitbedarfes für die Routinearbeiten um 0,06 min/Kuh und Melkzeit auf 2,01 AKmin/Kuh und Melkzeit. Die spezifische Melkdauer steigt bei der Umrüstung auf Einzelmelkzeuge stark an und erreicht bei größeren Melkständen Werte, die den Betrieb mit nur einem Melker nicht mehr realistisch erscheinen lassen. Diese Entwicklung erkennt man deutlich aus Tabelle 20.

Melkstandbauart Fischgrätenmelkstand	Anzahl der Melkzeuge (= Anzahl der Buchten)			
	2x3	2x4	2x5	2x6
spezifische Melkdauer (min/Kuh und Melkzeit)	8,68	11,69	14,70	17,71

Tabelle 20: Abhängigkeit der spezifischen Melkdauer von der Melkzeugzahl in Fischgrätenmelkständen mit Einzelmelkzeugen

Die *V e r w e i l d a u e r* der Kühe in den Fischgrätenmelkständen mit Einzelmelkzeugen ist, ebenso wie im Längsmelkstand mit Einzelmelkzeugen, kürzer als in den entsprechenden Melkständen mit Wechselmelkzeugen. Der Grund hierfür liegt darin, daß in Melkständen mit Einzelmelkzeugen die Routinearbeiten in zwei zusammenhängende Blöcke zusammengefaßt werden können. Diese Blöcke umfassen einerseits die Arbeitsgänge Euter vorbereiten und Melkzeug ansetzen, andererseits die Arbeitsgänge Nachmelken, Melkzeug abnehmen, Euterkontrolle. Diese Blöcke werden in Melkständen mit Wechselmelkzeugen durch Arbeitsgänge, die termingebunden auf der anderen Melkstandseite vorgenommen werden müssen, aufgetrennt. Durch diese eingeschobenen Arbeiten, die im Melkstand mit Einzelmelkzeugen während der Melkdauer der anderen Kühe erledigt werden können, verlängert sich die Aufenthaltsdauer der Kühe im Melkstand mit Wechselmelkzeugen um den Betrag

$$(N - 1) (t_{EV} + t_{AN}) \quad (13) \quad +)$$

Den Arbeitsablauf in einem 2x3 Fischgrätenmelkstand zeigt die Darstellung 17. Als Arbeitszeitbedarf für die verschiedenen Fischgrätenmelkstände ergeben sich die in der folgenden Tabelle 21 aufgeführten Werte.

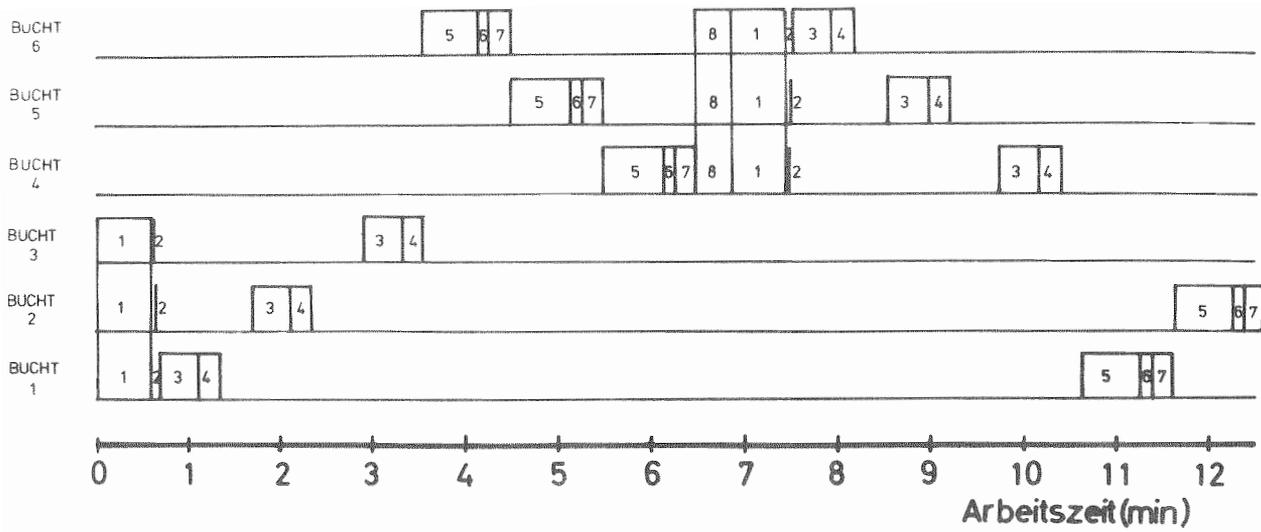
Melkdauer (min/Kuh)	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00
Arbeitszeitbedarf für die Hauptarbeiten (AKmin/Kuh und Melkzeit)					
2x3 Fischgrätenmelkstand	++	++	++	2,45	3,11
2x4 Fischgrätenmelkstand	++	++	++	++	2,08
2x5 Fischgrätenmelkstand)	im gewählten Bereich mit 1 AK keine Melkarbeiten ohne Blindmelkzeiten durchführbar				
2x6 Fischgrätenmelkstand)					

Tabelle 21: Arbeitszeitbedarf in Fischgrätenmelkständen mit Einzelmelkzeugen in Abhängigkeit von der Melkdauer
(++ $\hat{=}$ Arbeitszeitbedarf 2,01 AKmin/Kuh und Melkzeit, nur mit Blindmelkzeiten möglich)

Im Verlaufe der Errechnung von spezifischer Melkdauer der Melkstände und des Arbeitszeitbedarfes ergibt sich für die Melkarbeiten in Melkständen mit Einzelmelkzeugen folgender Zusammenhang zwischen Melkdauer und den verschiedenen Arbeitselementen:

$$t_{MG} = X (t_{MNG} + t_{AB} + t_{EK} - t_{EV} - t_{AN}) + N (t_{EV} + t_{AN}) + \frac{N}{2} (t_{MNG} + t_{AB} + t_{EK} + t_{AUS} + t_{EIN} + t_{KF}) \quad (14) \quad +)$$

+) $t_{MG} \hat{=}$ Melkdauer, $t_{MNG} \hat{=}$ Arbeitszeitbedarf Nachmelken, $t_{AB} \hat{=}$ Arbeitszeitbedarf Melkzeug abnehmen, $t_{EK} \hat{=}$ Arbeitszeitbedarf Euterkontrolle, $t_{EV} \hat{=}$ Arbeitszeitbedarf Eutervorbereitung, $t_{AN} \hat{=}$ Arbeitszeitbedarf Melkzeug ansetzen, $t_{AUS} \hat{=}$ Arbeitszeitbedarf Auslassen der Kühe, $t_{EIN} \hat{=}$ Arbeitszeitbedarf Einlassen der Kühe, $t_{KF} \hat{=}$ Arbeitszeitbedarf Krafftuttergabe, $X \hat{=}$ Standplatz der Kuh nach Reihenfolge des Melkzeugansetzens, $N \hat{=}$ Anzahl der Melkzeuge



1= Einlassen, 2= Krafftuttergabe, 3= Eutervorbereitung, 4= Melkzeug ansetzen,
5= Nachmelken, 6= Melkzeug abnehmen, 7= Euterkontrolle, 8= Auslassen

Darst.17: Arbeitsablauf im 2X3 Fischgrätenmelkstand mit
sechs Melkzeugen (Melkdauer 10 min)

Diese Gleichung enthält einen Bestandteil, der mit dem Faktor X versehen ist, der also vom Standplatz der jeweiligen Kuh beeinflusst wird. Der zweite Faktor dieses aus einem Produkt gebildeten Summanden enthält ein Aggregat, welches unter bestimmten Bedingungen den Wert 0 annehmen kann. In diesem Falle wäre der Wert der Gleichung vom Standplatz der Kuh unabhängig. Dies ist dann der Fall, wenn die beiden Blöcke Nachmelken, Melkzeug abnehmen und Euterkontrolle beziehungsweise Eutervorbereitung und Ansetzen den gleichen Wert aufweisen. Dies ist bei den hier zugrunde gelegten Werten für die einzelnen Elemente der Routinearbeiten nicht der Fall, vielmehr ergibt sich für diesen Teil der Gleichung der Betrag 0,34 (min). Das bedeutet, daß sich die spezifische Melkdauer zwischen den einzelnen Plätzen eines Melkstandes um 0,34 Minuten unterscheidet. Für die Errechnung des Arbeitszeitbedarfes wurde der ungünstigste Wert, nämlich die längste Melkdauer verwendet, die sich für die Kuh ergibt, die zuletzt ein Melkzeug erhalten hat.

3.1.3 Karussellmelkstände

Der Arbeitszeitbedarf in Karussellmelkständen setzt sich aus zwei Komponenten zusammen, dem Anteil für die Bedienung der Melkanlage und dem Anteil, der für geregelte Zuführung der Kühe zum Melkstand beziehungsweise für das Zurücktreiben zum Stall notwendig ist. Während der erste Teil des spezifischen Arbeitsaufwandes, bezogen auf Kuh und Melkzeit, also weitgehend unabhängig von der Herdengröße ist, und in erster Linie von den technischen Gegebenheiten der Melkstandanlage bestimmt wird, wird der zweite direkt von der Herdengröße beeinflusst. Er läßt sich aus der Anzahl der eingesetzten Arbeitskräfte, der Herdengröße und der Zeitspanne zwischen Beginn und Beendigung der täglichen Melkzeiten errechnen.

Der Ablauf der Melkarbeiten in Melkkarussellen wird stark von technisch bedingten Forderungen beeinflusst. Folgende Größen

dienen zur Kennzeichnung eines Melkkarusselles:

- 1.) Die Umlaufzeit, also die Zeit, die für die Bewegung einer Bucht vom Einlaß der Kühe zum Auslaß benötigt wird. Sie muß der längsten Melkdauer innerhalb der Herde entsprechen.
- 2.) Die Anzahl der für das Melken verfügbaren Buchten. Sie kann der Gesamtbuchtenzahl entsprechen, sie kann aber auch um einen oder mehrere Stände geringer sein als diese, wenn die Buchten nach dem Abgang der Kühe gereinigt und die Melkzeuge einer Zwischendesinfektion unterzogen werden. Während dieser Zeit werden auch etwa vorhandene Messgefäße zur Erfassung der Gemelkmenge entleert.
- 3.) Die Taktzeit. Sie ergibt sich als Quotient aus der Umlaufzeit und der Buchtenzahl. Alle Arbeitsgänge in einem Melkkarussell müssen so mit der Taktzeit abgestimmt werden, daß sie ihr entweder entsprechen oder ein ganzzahliges Vielfaches davon beanspruchen. Für diese Arbeitsgänge müssen dann mehrere Arbeitskräfte zugleich eingesetzt werden (RABOLD, 22).

Diese drei Größen stehen also in einer bestimmten Abhängigkeit voneinander, so daß keine ohne Auswirkungen auf die übrigen Bestimmungsgrößen verändert werden kann. Die Leistung einer solchen Melkanlage ergibt sich aus der Umlaufzeit und der Buchtenzahl.

Da die Taktzeit und der Zeitaufwand für die einzelnen Arbeitsgänge in Übereinstimmung gebracht werden müssen, ergeben sich in der Praxis für die einzelnen Elemente des Arbeitsablaufes häufig Werte, die von den in anderen Melkständen ermittelten Zahlen abweichen. Dies geht auch aus Zahlenangaben in der Literatur hervor (27, 36), die die theoretischen Überlegungen von RABOLD bestätigen.

Als Taktzeiten werden in der Literatur für Melkstände mit 40 Buchten 0,25 bis 0,33 min angegeben. Bei einer Ausnützung von 36 Buchten für das Melken, wie sie zum Beispiel beim "Rotolactor" der Firma Gascoigne

üblich ist, entspricht die Taktzeit von 0,25 min einer maximalen Melkdauer von 9 Minuten.

Um für die Melkkarusselle Angaben über den Arbeitszeitbedarf zu erhalten, die mit den Werten der anderen Melkstandbauarten vergleichbar sind, ist es notwendig, Arbeitszeitbedarf und Melkdauer aufgrund der gleichen Elemente wie bei den starren Melkständen zu errechnen. Für die Bestimmung der notwendigen Arbeitskräfte wird davon ausgegangen, daß für einen Arbeitsgang beziehungsweise eine Gruppe von Arbeitsgängen, wie zum Beispiel Euter vorbereiten und Melkzeug ansetzen, bei kürzeren Taktzeiten mehrere Arbeitspersonen erforderlich sind. Für Zutreiben der Tiere zum Melkstand werden im Melkkarussell mit 40 Plätzen 2 Personen und im Melkstand mit 16 Plätzen eine Person vorgesehen.

Der Katalog der Arbeitselemente in Tabelle 13 wird bis auf die Angaben für Ein- und Auslassen sowie für Kraftfuttergabe übernommen. Das Ein- und Auslassen der Tiere erfolgt im Verlaufe der Drehung des Melkstandes ohne Eingriff, also ohne Zeitaufwand des Melkers. Die Kraftfuttergabe wird in Melkkarussellen nicht einheitlich gehandhabt, in größeren Anlagen entfällt sie praktisch immer. Sie wird daher hier ebenfalls nicht berücksichtigt. Damit ergibt sich eine Summe der Arbeitsgänge von 1,66 AKmin/Kuh und Melkzeit. Diese Arbeitsgänge lassen sich in zwei Blöcke zusammenfassen, nämlich in Euter vorbereiten und Melkzeug ansetzen (0,66 min) sowie in Nachmelken, Melkzeug abnehmen und Euterkontrolle (1,00 min), die in Melkkarussellen nicht nur zeitlich, sondern wegen der Drehung der Anlage auch lokal zusammengehören. Wenn lange Wege zwischen den beiden Seiten des Melkstandes vermieden werden sollen, dann muß das Melkpersonal so eingeteilt werden, daß niemand zwischen diesen beiden Arbeitsblöcken wechseln muß. In Tabelle 22 werden Melkdauer, Größe des Melkstandes, Taktzeit, Umlaufzeit sowie

Arbeits- und Personalbedarf für die Hauptarbeiten in Melkkarussellen zueinander in Beziehung gesetzt.

Melkstandgröße (Buchten)	Taktzeit (min)	Umlauf- zeit (min)	AK-Besatz	AK-Bedarf (AKmin/Kuh u. Melkzeit)	Melkleistung (Kühe/h)
<u>Melkdauer 6 min</u>					
(40)	0,17	6,67	10 + 2	2,04	352) ⁺
16	0,40	6,40	4 + 1	2,00	150
6	1,00	6,00	2	2,00	60
<u>Melkdauer 8 min</u>					
40	0,22	8,89	8 + 2	2,22	273
16	0,53	8,53	3 + 1	2,12	113
6	1,33	8,00	1	1,66	36
<u>Melkdauer 10 min</u>					
40	0,28	11,11	6 + 2	2,24	214
16	0,67	10,67	3 + 1	2,70	90
6	1,67	10,00	1	1,66	36
<u>Melkdauer 12 min</u>					
40	0,33	13,32	5 + 2	2,31	182
16	0,80	12,80	2 + 1	2,40	75
6	2,00	12,00	1	2,00	30

Tabelle 22: AK-Besatz und Arbeitszeitbedarf in Melkkarussellen

Der Vergleich der Werte in Tabelle 22 zeigt, daß unter allen berücksichtigten Bedingungen der Melkstand mit 6 Melkbuchten den günstigsten Arbeitszeitbedarf aufweist. Hier macht sich offensichtlich bemerkbar, daß in diesem Melkstand in der Regel kein *Treiber* notwendig ist, während man in den größeren Melkständen auch dann nicht auf *Treiber* verzichten kann, wenn die Taktzeiten länger werden. Zu begründen ist dies damit, daß die Herden, für die diese Melkstände bestimmt sind, nicht ungeteilt in einem

+) Die Taktzeit von 0,17 min ist wegen der verfügbaren Zeit für Ein- und Auslassen nun von theoretischer Bedeutung

Vorwarteraum von vernünftiger Größe bereitgestellt werden können, daß also während des Melkens immer neue Gruppen herbeigeholt werden können. Wird dagegen eine Hilfsperson zum Eintreiben erforderlich, dann steigt der Arbeitszeitbedarf im Melkkarussell mit 6 Plätzen entsprechend an.

Außerdem macht sich bemerkbar, daß bei bestimmten Taktzeiten die Arbeitskräfte nur unvollständig ausgelastet sind. Auch hier ergibt sich ein erhöhter Arbeitszeitbedarf. Die Melkleistung einer Arbeitskraft bewegt sich im Bereich von etwa 30 Kühe/Stunde.

3.1.4 Vergleich des Arbeitszeitbedarfes für die Hauptarbeiten in den verschiedenen Melkstandtypen

Die im vorigen Abschnitt nach Melkstandbauart getrennt aufgeführten Werte für den Arbeitszeitbedarf der Hauptarbeiten beim Melken sind in der Tabelle 23 einander gegenübergestellt.

Die Gegenüberstellung der starren Melkstände zeigt, daß in einigen Fällen anstelle eines größeren Melkstandes mit Wechselmelkzeugen ebenso gut ein kleinerer Melkstand mit Einzelmelkzeugen eingesetzt werden kann. Diese Maßnahme wirkt sich in niedrigeren Anlagekosten aus, da ein größerer Melkstand mit weniger Melkzeugen wegen der umfangreicheren Bausubstanz teurer ist als ein kleiner Melkstand mit mehr Melkzeugen. Zudem besteht die Möglichkeit, allerdings bei vorübergehend erhöhtem Arbeitszeitbedarf, die technische Ausrüstung nach und nach zu komplettieren. Die nachträgliche Vergrößerung der baulichen Anlage eines Melkstandes ist dagegen mit wesentlich höheren Kosten verbunden.

Die Ausstattung von größeren Melkständen mit Einzelmelkzeugen ist nur sinnvoll, wenn die Melkdauer der Kühe sehr lang ist oder wenn mehrere Arbeitskräfte eingesetzt werden.

Melkdauer (min/Kuh)	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00
Arbeitszeitbedarf (AKmin/Kuh und Melkzeit)					
2x1 Reihenmelkstand	2,81	3,81	4,81	5,81	6,81
1x3 Tandemmelkstand	++	2,54	3,21	3,87	4,54
2x2 Längsmelkstand (Wechselmelkzeuge)	2,15	3,14	4,15	5,15	6,15
2x3 Fischgrätenmelkstand (Wechselmelkzeuge)	++	2,09	2,76	3,42	4,10
2x4 Fischgrätenmelkstand (Wechselmelkzeuge)	++	++	2,07	2,57	3,07
2x5 Fischgrätenmelkstand (Wechselmelkzeuge)	++	++	++	2,06	2,46
2x6 Fischgrätenmelkstand (Wechselmelkzeuge)	++	++	++	++	2,05
2x2 Längsmelkstand (Einzelmelkzeuge)	++	2,17	3,17	4,17	5,17
2x3 Fischgrätenmelkstand (Einzelmelkzeuge)	++	++	++	2,45	3,11
2x4 Fischgrätenmelkstand (Einzelmelkzeuge)	++	++	++	++	2,08
2x5 Fischgrätenmelkstand (Einzelmelkzeuge)	bei diesen Melkständen ist bei der hier berücksichtigten Melkdauer keine Melkarbeit ohne Blindmelken durchführbar				
2x6 Fischgrätenmelkstand (Einzelmelkzeuge)	bei diesen Melkständen ist bei der hier berücksichtigten Melkdauer keine Melkarbeit ohne Blindmelken durchführbar				
Melkkarussell, 6 Buchten	--	2,00 ⁺⁾	1,66 ⁺⁾	1,66 ⁺⁾	2,00 ⁺⁾
Melkkarussell, 16 Buchten	--	2,00	2,12	2,70	2,40
Melkkarussell, 40 Buchten	--	--	2,22	2,24	2,31

Tabelle 23: Arbeitszeitbedarf in Melkständen in Abhängigkeit von der Melkdauer
(++ $\hat{=}$ in diesem Bereich keine Melkarbeit ohne Blindmelkzeiten durchführbar)

Der Vergleich der in Tabelle 23 aufgeführten starren Melkstände mit den Melkkarussellen zeigt, daß der Arbeitszeitbedarf nur in ganz wenigen Fällen bei den Melkkarussellen merklich geringer ist als in den für die

+) ohne Treiben

jeweilige Melkdauer günstigsten starren Melkständen. Der Grund für diese Ausnahmen liegt darin, daß hier die Melkdauer fast genau mit dem Mindestarbeitsaufwand im Melkkarussell übereinstimmt, so daß keine Wartezeiten für den Melker entstehen und daß kein Treiber notwendig ist. Der Arbeitszeitbedarf für die **Hauptarbeiten** kann also für den Einsatz von größeren Melkkarussellen in den meisten Fällen keine Entscheidungshilfe liefern.

3.2 Der Arbeitszeitbedarf für die Nebenarbeiten

Die Nebenarbeiten umfassen alle Arbeiten, die als Vor- oder Nacharbeiten erforderlich sind, um eine ordnungsgemäße Durchführung der Melkarbeiten und der Milchpflege zu ermöglichen. Sie beinhalten dementsprechend **Rüstarbeiten**, **Arbeiten zur Reinigung milchführender Teile** der Melkanlage und der Geräte für die Milchlagerung und -kühlung sowie die **Reinigung der baulichen Anlagen** zur Milchgewinnung. Dazu kommt ein Anteil **sonstiger**, nicht von vornherein zu bestimmender Arbeiten, die außer von den baulichen und technischen Eigenarten der Anlage auch von den Gewohnheiten des Melkpersonales abhängen.

Die Nebenarbeiten hängen in nur geringem Umfange von der Herdengröße ab. Diese äußert sich vor allem in den Abmessungen der Milchlagerbehälter. Der Arbeitszeitbedarf der Nebenarbeiten wird in erster Linie von der Melkanlage selbst und ihren Nebeneinrichtungen sowie vom Umfange der von den Kühen beschmutzten Fläche bestimmt. In Tabelle 24 wird der Arbeitszeitbedarf für die Nebenarbeiten aufgeführt. Die Tabelle gibt die Ergebnisse der Zeitmessungen wieder, die gut mit den entsprechenden Werten der Literatur übereinstimmen. Unterstellt wird eine Melkanlage mit vier Melkzeugen, von der Lauffläche des Stalles getrennter Warteraum und eine Herdengröße zwischen 30 und 60 Kühen.

Arbeitsgang	Zeitbedarf (AKmin/Herde und Melkzeit)	Anteil am Gesamt- arbeitszeitbedarf der Nebenarbeiten (%)	
<u>Rüstarbeiten</u>			28,84
1. Melkzeuge in den Melkstand bringen	2,76	8,05	
2. Melkzeuge in die Milchammer bringen	4,49	13,10	
3. Warteraum vorbereiten, Kühe in den Warteraum bringen	1,95	5,69	
<u>Reinigung milchführender Teile</u>			45,07
4. Leitung spülen	3,26	9,51	
5. Melkzeuge waschen	3,38	9,86	
6. Schleuse reinigen	3,12	9,10	
7. Tank und Kühlung reinigen	3,80	11,09	
8. Filter	1,89	5,51	
<u>Reinigung baulicher Anlagen</u>			23,07
9. Melkstand reinigen	3,89	11,61	
10. Milchammer reinigen	2,62	7,64	
11. Warteraum reinigen	1,31	3,82	
12. sonstige Arbeiten	1,72	5,02	5,02
Insgesamt	34,28		

Tabelle 24: Arbeitszeitbedarf für die Nebenarbeiten

Der Gesamtarbeitszeitbedarf für die Nebenarbeiten beträgt also bei den hier zugrundegelegten Unterstellungen 34,28 AKmin/Herde und Melkzeit. Wegen der geringen Abhängigkeit dieser Zahl von der Herdengröße verringert sich der Arbeitszeitbedarf für die Nebenarbeiten bei Vergrößerung der Herde sehr stark. Dies fällt besonders bei Großherden ins Gewicht, wie sich bei der Betrachtung des Arbeitszeitbedarfes für die Nebenarbeiten in einem Karussellmelkstand mit 40 Buchten zeigt. Die Werte gehen auf Angaben des KTL (36) aus dem Jahre 1968 zurück.

Arbeitsgang	Zeitbedarf (AKmin/Herde und Melkzeit)	Anteil am Gesamt- bedarf der Neben- arbeiten (%)
Vorbereiten des Melkstandes	30,00	29,28
Reinigung milchführender Teile		
Abwaschen der Melkzeuge	18,40	17,96
Aufhängen der Melkzeuge zum Spülen	9,60	9,37
Reinigung der Melkanlage, Prüfen der Anschlüsse	14,45	14,11
Reinigung baulicher Anlagen		
Melkstandinnenraum abspritzen	10,00	9,76
Arbeitsfläche der Melker abspritzen	<u>20,00</u>	19,52
Insgesamt	102,45	

Tabelle 25: Arbeitszeitbedarf für die Nebenarbeiten in einem Melk-
karussell

Obwohl der Arbeitszeitbedarf für die Nebenarbeiten absolut gesehen in einem derartigen Melkkarussell höher ist als in einem konventionellen Melkstand, beträgt der Arbeitszeitbedarf für die Nebenarbeiten/Tier bei der hier vorhandenen Herde von etwa 700 Tieren nur ein Viertel des entsprechenden Wertes bei einer Herde von 60 Tieren im konventionellen Melkstand.

Herden- größe (Kühe	2x1 Reihen- melkst.	1x3 Tandem- melkst.	2x2 Längs- melkst.	2x3 Fischg.- melkst.	2x4 Fischg.- melkst.	2x5 Fischg.- melkst.	2x6 Fischg.- melkst.	2x2 Längs- melkst.	2x3 Fischg.- melkst.	2x4 Fischg.- melkst.
---------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------------	----------------------------	----------------------------

AKMIN/KUH UND TAG

Melkdauer 4 min

20	7,54	++	6,44	++	++	++	++	++	++	++
40	6,11	++	5,01	++	++	++	++	++	++	++
80	5,40	++	4,30	++	++	++	++	++	++	++
100	5,25	++	4,15	++	++	++	++	++	++	++
120	5,20	++	4,06	++	++	++	++	++	++	++

Melkdauer 6 min

20	9,20	7,09	8,10	6,34	++	++	++	6,47	++	++
40	7,78	5,66	6,68	4,91	++	++	++	5,04	++	++
80	7,06	4,95	5,96	4,20	++	++	++	4,33	++	++
100	6,92	4,80	5,82	4,05	++	++	++	4,19	++	++
120	6,83	4,71	5,73	3,96	++	++	++	4,09	++	++

Melkdauer 8 min

20	10,87	8,20	9,77	7,45	6,31	++	++	8,14	++	++
40	9,44	6,78	8,34	6,03	4,88	++	++	6,71	++	++
80	8,73	6,06	7,63	5,31	4,16	++	++	6,00	++	++
100	8,59	5,92	7,49	5,17	4,02	++	++	5,85	++	++
120	8,49	5,83	7,39	5,08	3,93	++	++	5,76	++	++

Melkdauer 10 min

20	12,54	9,30	11,44	8,57	7,14	6,29	++	9,81	6,93	++
40	11,11	7,88	10,01	7,14	5,71	4,86	++	8,38	5,51	++
80	10,40	7,16	9,30	6,43	5,00	4,15	++	7,66	4,80	++
100	10,25	7,02	9,15	6,29	4,85	4,00	++	7,52	4,65	++
120	10,15	6,92	9,06	6,19	4,76	3,91	++	7,43	4,56	++

Melkdauer 12 min

20	14,20	10,42	13,10	9,69	7,97	6,95	6,27	11,47	8,04	6,32
40	12,78	8,99	11,68	8,26	6,54	5,52	4,84	10,04	6,61	4,89
80	12,06	8,28	10,96	7,55	5,83	4,81	4,13	9,33	5,90	4,18
100	11,92	8,14	10,82	7,40	5,69	4,67	3,99	9,19	5,75	4,04
120	11,83	8,04	10,73	7,31	5,59	4,58	3,89	9,09	5,66	3,94

AKh/KUH UND JAHR

Melkdauer 4 min

20	45,23	++	38,63	++	++	++	++	++	++	++
40	36,66	++	30,06	++	++	++	++	++	++	++
80	32,38	++	25,78	++	++	++	++	++	++	++
100	31,53	++	24,93	++	++	++	++	++	++	++
120	30,95	++	24,35	++	++	++	++	++	++	++

Melkdauer 6 min

20	55,23	42,53	48,63	38,02	++	++	++	38,84	++	++
40	46,66	33,96	40,06	29,46	++	++	++	30,27	++	++
80	42,38	29,68	35,78	25,18	++	++	++	25,98	++	++
100	41,53	28,83	34,93	24,33	++	++	++	25,13	++	++
120	40,95	28,25	34,35	23,75	++	++	++	24,56	++	++

Melkdauer 8 min

20	65,23	49,23	58,63	44,73	37,84	++	++	48,83	++	++
40	56,67	40,66	50,06	36,16	29,27	++	++	40,27	++	++
80	52,38	36,38	45,78	31,88	24,98	++	++	35,98	++	++
100	51,53	35,53	44,93	31,03	24,13	++	++	35,13	++	++
120	50,95	34,95	44,35	30,45	23,55	++	++	34,55	++	++

Melkdauer 10 min

20	75,23	55,83	68,63	51,43	42,84	37,73	++	58,84	41,64	++
40	66,66	47,26	60,06	42,86	34,27	29,16	++	50,27	33,07	++
80	62,38	42,98	55,78	38,58	29,98	24,88	++	45,98	28,78	++
100	61,53	42,13	54,93	37,73	29,13	24,03	++	45,13	27,93	++
120	60,95	41,55	54,35	37,15	28,55	23,45	++	44,55	27,35	++

Melkdauer 12 min

20	85,23	62,53	78,63	58,13	47,83	41,73	37,63	68,84	48,24	37,94
40	76,66	53,96	70,06	49,56	39,26	33,16	29,06	60,27	39,67	29,37
80	72,38	49,68	65,78	45,28	34,98	28,88	24,78	55,98	35,38	25,08
100	71,53	48,83	64,93	44,42	34,13	28,03	23,93	55,13	34,53	24,23
120	70,95	48,25	64,35	43,85	33,55	27,45	23,35	54,55	33,95	23,66

Tabelle 26: Arbeitszeitbedarf in Abhängigkeit von Melkstandbauart, Melkdauer und Herdengröße (stationäre Melkstände)

Herdengröße	Melkdauer			
	6 min	8 min	10 min	12 min
AKMIN/KUH UND TAG				
	<u>Melkkarussell 6 Buchten</u>			
40	4,76	4,19	4,19	4,76
80	4,05	3,48	3,48	4,05
120	3,81	3,24	3,24	3,81
180	3,65	3,08	3,08	3,65
250	3,56	2,99	2,99	3,56
	<u>Melkkarussell 16 Buchten</u>			
80	5,47	5,67	6,63	6,13
120	4,76	4,96	5,92	5,42
250	4,02	4,22	5,18	4,68
500	3,67	3,87	4,84	4,34
750	3,56	3,76	4,72	4,23
	<u>Melkkarussell 40 Buchten</u>			
250	xx	4,38	4,42	4,53
500	xx	4,04	4,07	4,19
1500	xx	3,81	3,85	3,96
3000	xx	3,76	3,79	3,91
AKh/KUH UND JAHR				
	<u>Melkkarussell 6 Buchten</u>			
40	28,56	25,16	25,16	28,56
80	24,28	20,88	20,88	24,28
120	22,85	19,45	19,45	22,85
180	21,90	18,50	18,50	21,90
250	21,37	17,97	17,97	21,37
	<u>Melkkarussell 16 Buchten</u>			
80	32,80	34,00	39,86	36,80
120	28,54	29,74	35,54	32,54
250	24,10	25,30	31,10	28,10
500	22,05	23,25	29,05	26,05
750	21,37	22,56	28,37	25,38
	<u>Melkkarussell 40 Buchten</u>			
250	xx	26,30	26,50	27,20
500	xx	24,25	24,45	25,15
750	xx	23,57	23,76	24,47
1500	xx	22,88	23,08	23,78
3000	xx	22,54	22,74	23,44

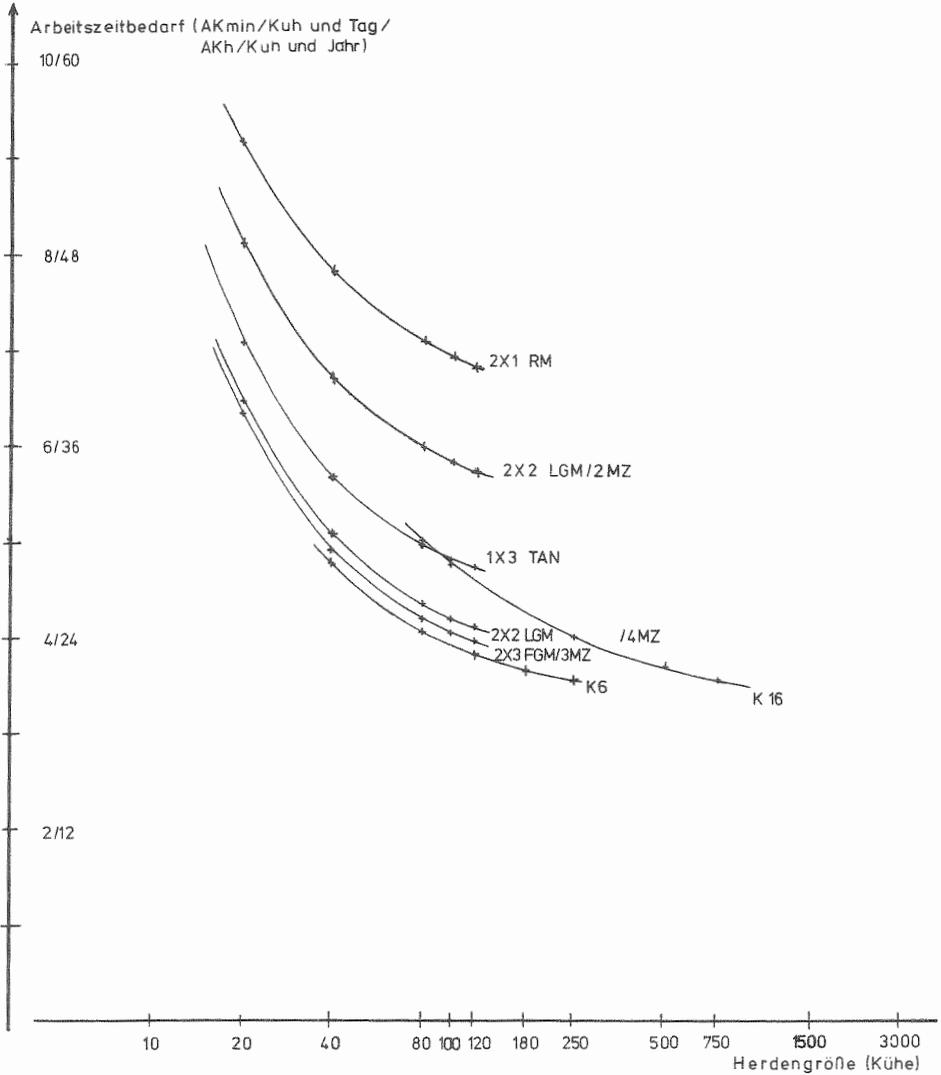
Tabelle 27: Arbeitszeitbedarf in Abhängigkeit von Melkstandbauart, Melkdauer und Herdengröße (Melkkarusselle)

3.3 Der Gesamtarbeitszeitbedarf beim Melken im Melkstand

Der Gesamtarbeitszeitbedarf für das Melken im Melkstand ergibt sich aus der Summe der Werte für die Hauptarbeiten und Nebenarbeiten, aus der Melkdauer der Kühe und aus der Herdengröße. In Anlehnung an das KTBL-Taschenbuch für Arbeits- und Betriebswirtschaft (34) wird unterstellt, daß 1/6 der Herde trocken steht, daß jede Kuh also 300 Tage gemolken wird.

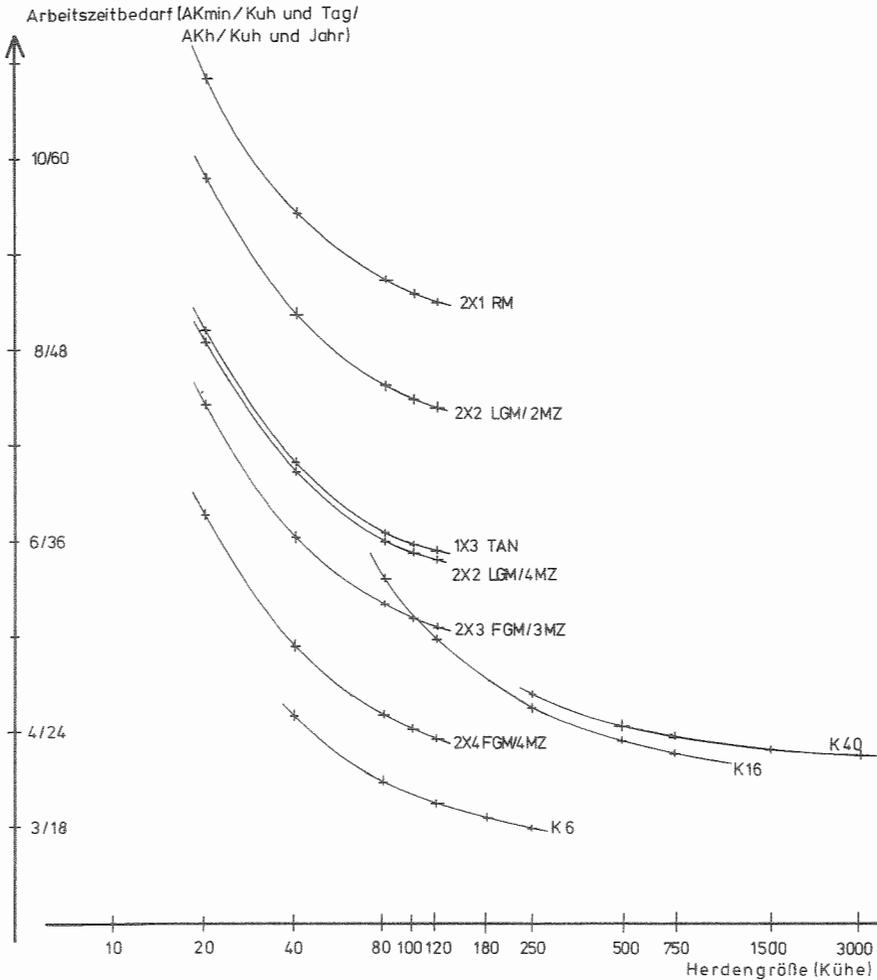
Maßeinheiten für den Arbeitszeitbedarf sind AKmin/Kuh und Tag, beziehungsweise AKh/Kuh und Jahr. Die Tabellen 26 und 27 geben den Arbeitszeitbedarf in Abhängigkeit von Melkstandbauart, Herdengröße und Melkdauer an. Um die Unterschiede zwischen den verschiedenen Melkstandbauarten deutlicher zu machen, werden den erwähnten Tabellen die Darstellungen 18 bis 21 zur Seite gestellt.

Diese Zusammenstellungen und Darstellungen zeigen deutlich, daß die Gesamtheit der hier besprochenen Melkstandbauarten in drei Gruppen gegliedert werden kann. Die erste Gruppe umfaßt den 2x1 Reihenmelkstand und den 2x2 Längsmelkstand mit Wechselmelkzeugen. Diese beiden Melkstände weisen unter allen Umständen einen deutlich höheren Arbeitszeitbedarf auf als die übrigen Bauarten. Die mittlere Gruppe bilden der 1x3 Tandemstand, der 2x2 Längsmelkstand mit Einzelmelkzeugen sowie der 2x3 Fischgrätenmelkstand mit Wechselmelkzeugen. Die übrigen Melkstandbauarten, also 2x4 bis 2x6 Fischgrätenmelkstand mit Wechselmelkzeugen sowie 2x3 und 2x4 Fischgrätenmelkstand mit Einzelmelkzeugen und schließlich die Melkkarusselle bilden zusammen die Gruppe mit dem niedrigsten Arbeitszeitbedarf. Die Rangfolge der einzelnen Melkstandbauarten innerhalb einer Gruppe ändert sich in einigen Fällen in Abhängigkeit von der Melkdauer. Zu begründen ist diese Erscheinung mit dem Anwachsen der Wartezeiten des Melkers mit zunehmender Melkdauer, das bei unterschiedlichem Melkzeugbesatz nicht in allen Melkständen gleichmäßig vor sich geht.



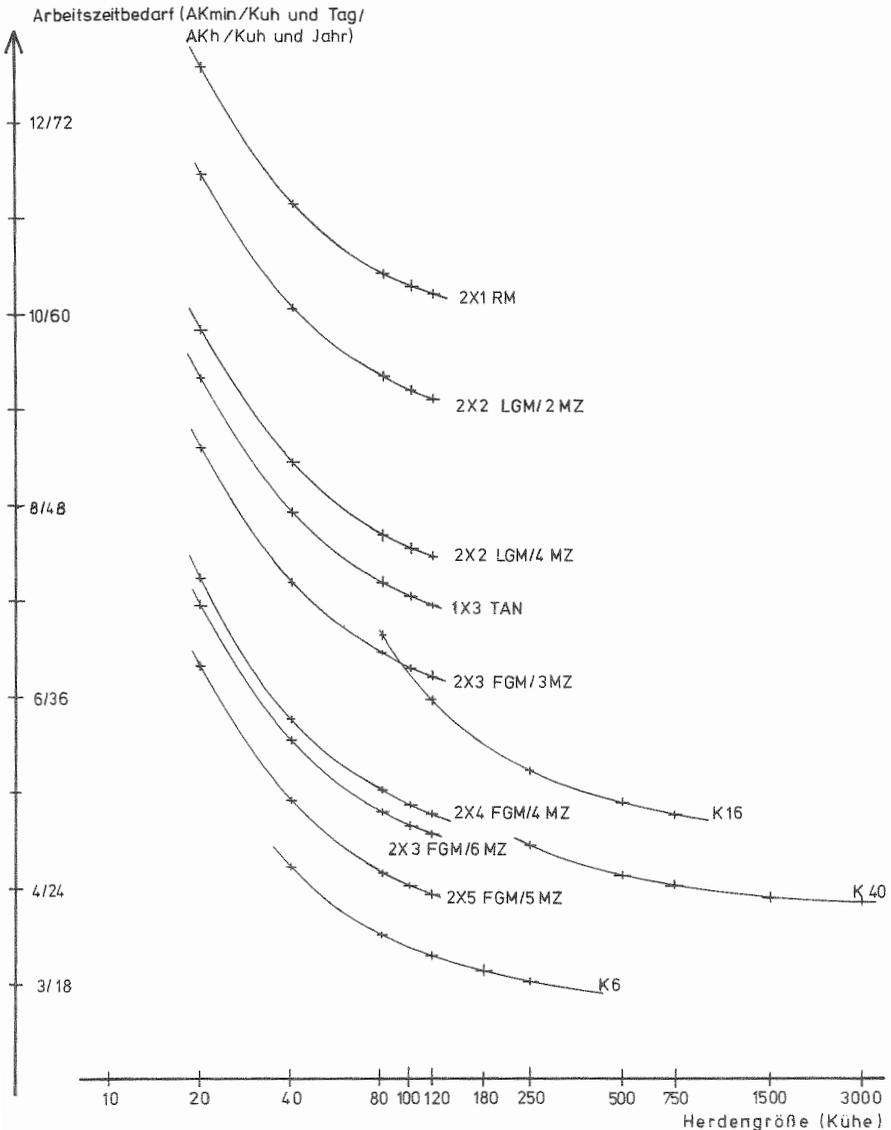
RM = Reihenmelkstand LGM = Längsmelkstand TAN = Tandemmelkstand FGM = Fischgrätenmelkstand
K6 = Melkkarussell mit 6 Buchten K16 = Melkkarussell mit 16 Buchten
MZ = Melkzeuge

Darst.18: Arbeitszeitbedarf in Abhängigkeit von Melkstand-
typ und Herdengröße (Melkdauer 6 min)



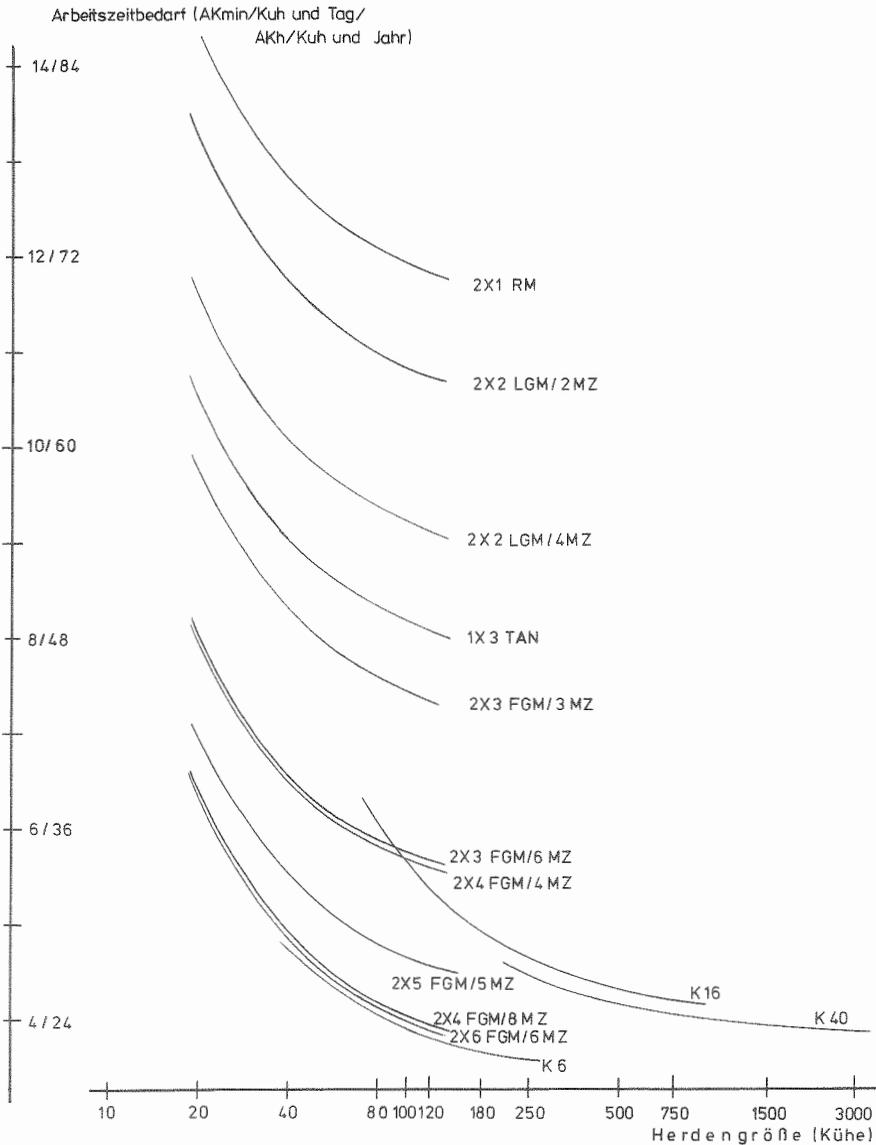
RM = Reihenmelkstand LGM = Längsmelkstand TAN = Tandemmelkstand FGM = Fischgrätenmelkstand
K6 = Melkkarussell mit 6 Buchten K16 = Melkkarussell mit 16 Buchten K40 = Melkkarussell mit 40 Buchten
MZ = Melkzeuge

Darst.19: Arbeitszeitbedarf in Abhängigkeit von Melkstandtyp und Herdengröße (Melkdauer 8 min)



RM = Reihemelkstand LGM = Längsmelkstand TAN = Tandermelkstand FGM = Fischgrätenmelkstand
K6 = Melkkarussell mit 6 Buchten K16 = Melkkarussell mit 16 Buchten K40 = Melkkarussell mit 40 Buchten
MZ = Melkzeuge

Darst.20: Arbeitszeitbedarf in Abhängigkeit von Melkstandtyp und Herdengröße (Melkdauer 10 min)



RM = Reihemelkstand LGM = Längsmelkstand FGM = Fischgrätenmelkstand K6 = Melkkarussell mit 6 Buchten
TAN = Tandemelkstand K16 = Melkkarussell mit 16 Buchten K40 = Melkkarussell mit 40 Buchten MZ = Melkzeuge

Darst. 21: Arbeitszeitbedarf in Abhängigkeit von Melkstand -
typ und Herdengröße (Melkdauer 12 min)

Bemerkenswert ist, daß unter allen berücksichtigten Bedingungen das Melkkarussell mit 6 Buchten den niedrigsten Arbeitszeitbedarf aufweist. Als Grund dafür kann angenommen werden, daß sich hier einerseits der Wegfall des Ein- und Auslassens der Kühe bemerkbar macht, daß außerdem jedoch die Abmessungen der Anlage und die diesem Melkstand zugeordneten Herdengrößen in der Regel noch keinen Personalaufwand für das Bewegen der Kühe in den Melkstand und zurück in den Stall erfordern. Zusätzliche Hilfskräfte für Treibarbeiten würden hier jedoch besonders ins Gewicht fallen.

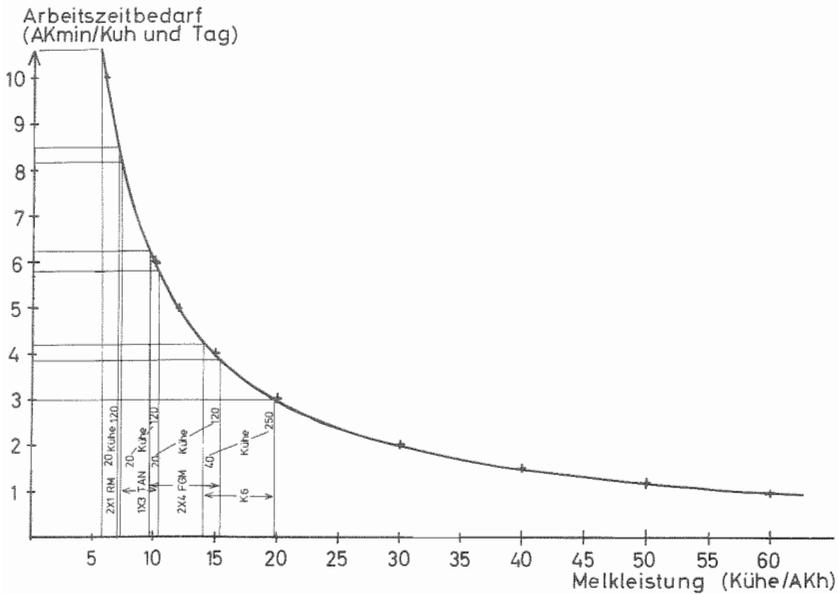
Der Arbeitszeitbedarf der beiden größeren Melkkarusselle verhält sich mit zunehmender Melkdauer günstiger als der von Fischgrätenmelkständen. Das liegt in erster Linie daran, daß in den Melkkarussellen das Ansteigen der Melkdauer durch Verringern des Melkpersonales ausgeglichen werden kann, so daß für die Melker keine Wartezeiten auftreten. Diese Möglichkeit besteht in den Fischgrätenmelkständen nicht, die mit nur einem Melker besetzt sind. Hier treten also mit längerer Melkdauer Wartezeiten auf.

3.4 Die Einsatzbereiche der verschiedenen Melkstandtypen

Arbeitszeitbedarf und Melkeigenschaften der Herde bestimmen nicht alleine die Wahl eines Melkstandes. Weitere wesentliche Gesichtspunkte sind Herdengröße, Melkleistung des Melkstandes je Stunde sowie die täglich für die Milchgewinnung verfügbare Zeitspanne. In konventionell organisierten Betrieben können zwischen zwei und sechs Stunden täglich für die Milchgewinnung eingesetzt werden. Ist Schichtarbeit unbegrenzt möglich, dann bestimmt lediglich der Zeitaufwand für die Wartung der Melkanlage die für das Melken verfügbare Arbeitszeit. Während der für das Melken verfügbaren Zeitspanne muß die Herde zweimal gemolken werden. Außerdem sind die anfallenden Nebenarbeiten zu verrichten.

Die Anzahl der je Arbeitskraft in einer Stunde zu betreuenden Kühe, einschließlich aller für das Melken anfallenden Nebenarbeiten, läßt sich aus

dem Arbeitszeitbedarf je Kuh und Tag errechnen. Dabei ergibt sich zum Beispiel, daß bei einem Arbeitszeitbedarf von 10 AKmin/Kuh und Tag die Melkarbeiten für 6 Kühe in einer AK-Stunde erledigt werden können, und daß einem AK-Bedarf von 4 AKmin/Kuh und Tag eine Anzahl von 15 Kühen/AKh entspricht. Die Darstellung 22 zeigt, daß sich bei der Umrechnung die Ergebnisse in Form einer Hyperbel auftragen lassen. Zur weiteren Erläuterung sind außerdem einige Beispiele für verschiedene Melkstandbauarten eingezeichnet, jeweils bezogen auf eine Melkdauer von 8 Minuten.



RM= Reihenmelkstand

TAN= Tandemmelkstand

FGM=Fischgrätenmelkstand

K 6= Karussellmelkstand mit 6Buchten

Darst.22: Arbeitszeitbedarf und Melkleistung in ausgewählten Melkständen (Melkdauer = 8 min)

Aus der Zahl der je AK-Stunde zu melkenden Kühe ergibt sich unter Berücksichtigung der eingesetzten Arbeitskräfte und der Herdengröße die Zeitspanne, die täglich für die Erledigung der Melkarbeiten notwendig ist. Unterschiede bei an sich gleichen Bedingungen können dadurch hervorgerufen werden, daß für die Nebenarbeiten nur ein Teil des Melkpersonales eingesetzt wird. Dieser Fall kann entweder bei Melkkarussellen mit mehreren Arbeitskräften oder bei mehreren nebeneinander betriebenen oder mit mehreren Arbeitskräften ausgestatteten stationären Melkständen auftreten. In der folgenden Tabelle 28 wird gezeigt, wie die Zahl der zu betreuenden Kühe von der Zeitspanne für die Verrichtung der Melkarbeiten abhängt. Um den Umfang der Tabelle in Grenzen zu halten, und um für jeden Melkstandtyp ein charakteristisches Beispiel zu haben, wurde stets die Melkdauer unterstellt, bei der der Melkstand in den vorausgehenden Tabellen den geringsten Arbeitszeitbedarf aufweist. Bei Melkkarussellen wurden abweichend davon mehrere Beispiele errechnet, um für jede Melkdauer eine Lösung für Großherden zu geben.

Die Berechnungen der Tabelle 28 und der ihr zur Seite gestellten Darstellung 23 erfolgten nach folgender Gleichung:

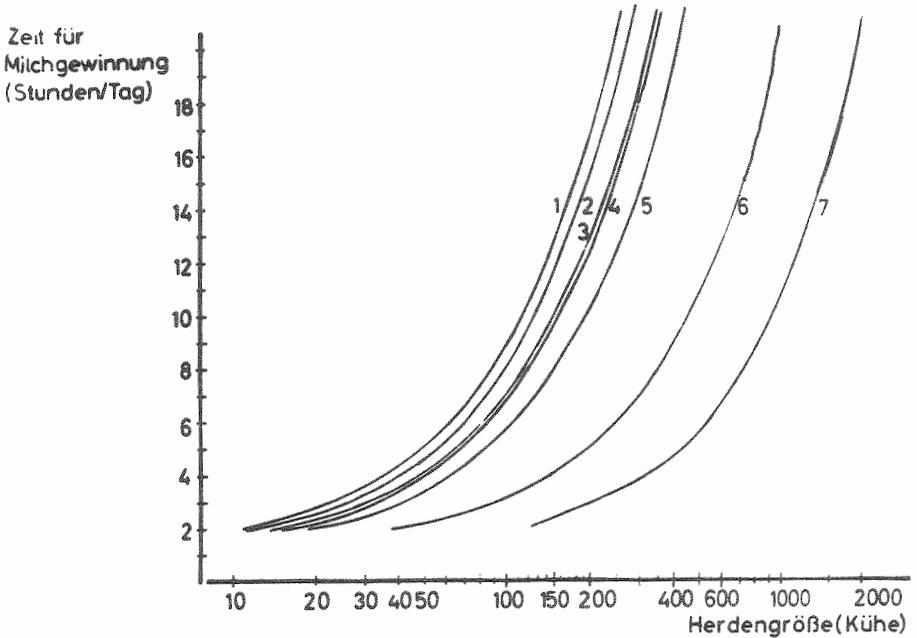
$$N = \frac{T}{2} - \frac{t_{NA}}{AK} \times \frac{AK}{t_{HA}} \times \frac{6}{5} \quad (14) \quad +)$$

Bei der hier genannten Gleichung werden etwaige für das Treiben der Kühe zum Melkstand und zum Stall benötigte Arbeitskräfte nicht berücksichtigt, da sie sich zwar auf den Gesamtarbeitszeitbedarf, nicht aber auf die stündlich durch den Melkstand zu schleusende Anzahl Kühe auswirken.

+) $N \hat{=}$ Anzahl der zu betreuenden Kühe, $T \hat{=}$ zur Milchgewinnung verfügbare Zeitspanne, $t_{HA} \hat{=}$ Arbeitszeitbedarf Hauptarbeiten, $t_{NA} \hat{=}$ Arbeitszeitbedarf Nebenarbeiten, $AK \hat{=}$ Anzahl der Arbeitskräfte

Melkstand- bauart	Zeitspanne für die Milchgewinnung (Stunden/Tag)									
	2	3	4	6	8	10	12	15	18	21
2x1 Reihenmelkst. 1 AK, 4 min Melkd.	11	24	36	62	88	113	139	178	216	254
1x3 Tandemmelkst. 1 AK, 6 min Melkd.	12	26	40	69	97	126	154	196	239	281
2x2 Längsmelkst. 1 AK, 4 min Melkd.	14	31	48	81	115	148	182	232	282	332
2x3 Fischgrätenm. 1 AK, 6 min Melkd.	15	32	49	84	118	153	187	239	290	342
2x4 Fischgrätenm. 1 AK, 8 min Melkd.	15	32	50	84	119	154	189	241	293	345
2x5 Fischgrätenm. 1 AK, 10 min Melkd.	15	32	50	85	120	155	190	242	295	347
2x6 Fischgrätenm. 1 AK, 12 min Melkd.	15	33	50	85	120	156	191	243	296	349
2x2 Längsmelkst. Einzelmelkzeuge 1 AK, 6 min Melkd.	14	31	47	81	114	147	180	230	280	329
2x3 Fischgrätenm. Einzelmelkzeuge 1 AK, 10 min Melkd.	13	27	42	71	101	130	160	204	248	292
2x4 Fischgrätenm. Einzelmelkzeuge 1 AK, 12 min Melkd.	15	32	49	84	119	153	188	240	292	344
Melkkarussell 6 B. 1 AK, 6 und 8 min Melkdauer	19	40	62	105	148	191	235	299	364	429
Melkkarussell 16 B. 4 AK, 6 min Melkd.	83	155	227	371	515	659	803	1019	1235	1451
Melkkarussell 16 B. 3 AK, 8 min Melkd.	44	95	146	248	350	451	553	706	859	1012
Melkkarussell 40 B. 8 AK, 8 min Melkd.	204	334	464	723	982	1242	1501	1891	2280	2669
Melkkarussell 40 B. 6 AK, 10 min Melkd.	138	234	331	524	717	909	1102	1392	1681	1970
Melkkarussell 40 B. 5 AK, 12 min Melkd.	103	181	258	414	570	726	882	1116	1349	1583

Tabelle 28: Herdengröße in Abhängigkeit von der täglichen Zeit für die Milchgewinnung und der Melkstandbauart



1= 2X1 Reihenmelkstand, 2=1X3 Tandemmelkstand, 3=2X2 Längsmelkstand,
4= 2X5 Fischgrätenmelkstand, 5-7= Melkkarussell mit 6, 16, 40 Buchten

Darst.23: Herdengröße in Abhängigkeit von der täglichen Zeit für die Milchgewinnung

Auch wenn in Tabelle 28 die stationären Melkstände durchweg nur mit einer Arbeitskraft besetzt sind, beinhalten die Zeitspannen über etwa 8 Stunden die Notwendigkeit, mehrfachen Personalbesatz für Schichtarbeit bereitzuhalten. Das gleiche gilt für die Melkkarusselle in den entsprechenden Fällen. Darüberhinaus können aus der Tabelle die Herdengrößen für Parallelbetrieb mehrerer Melkstände oder für mit mehreren Arbeitskräften besetzte große Fischgrätenmelkstände durch Multiplikation der entsprechenden Kuhzahlen mit der Anzahl der vorgesehenen Arbeitskräfte entnommen werden. (Beispiel: Zwei 2x4 Fischgrätenmelkstände mit Wechselmelkzeugen, beziehungsweise ein 2x8 Fischgrätenmelkstand mit 2 Melkern, tägliche Melkzeit: 6 Stunden, dazugehörige Herdengröße: $2 \times 84 \text{ Kühe} = 168 \text{ Kühe}$).

Werden Herdengrößen von etwa 120 Tieren überschritten, beziehungsweise sollen bei Schichtbetrieb mehr als 120 Tiere je Schicht gemolken werden, dann ist es zweckmäßig, einen besonderen Treiber vorzusehen, weil sonst das Melkpersonal von den eigentlichen Melkarbeiten abgelenkt würde. Diese Notwendigkeit macht sich durch Ansteigen des Arbeitszeitbedarfes für die Melkarbeiten im ganzen bemerkbar, beeinflusst jedoch nicht, wie bereits gesagt, die Anzahl der zu betreuenden Kühe im Rahmen der möglichen Zeit für die Milchgewinnung.

4. Einflüsse auf den Arbeitszeitbedarf beim Melken in Melkständen

Im vorausgehenden Abschnitt wurde gezeigt, wie der Arbeitszeitbedarf für das Melken in Melkständen vom Umfang der Routinearbeiten und von der Melkdauer der Kühe beeinflusst wird, und wie sich Bauart und Ausstattung der Melkstände darauf auswirken. Sollen Hinweise für eine Senkung des Arbeitszeitbedarfes gefunden werden, so ist es darüberhinaus notwendig, weitere Einflüsse auf den Arbeitszeitbedarf zu suchen.

In der Besprechung der ausgewerteten Literatur wurde bereits darauf hingewiesen, daß der Arbeitszeitbedarf vom Tier, von der Technik und

vom Menschen beeinflußt wird. Die dieser Arbeit zugrunde gelegten Arbeitszeitmessungen ergaben zu dem Bereich "Technik" und zu dem Bereich "Mensch" einige über den reinen Arbeitszeitbedarf hinausgehende Hinweise, die im Folgenden kurz wiedergegeben werden sollen.

4.1 Von der Technik ausgehende Einflüsse

Neben Größe und Bauart des Melkstandes als die offensichtlichsten technischen Einflüsse bestimmen einige weitere Punkte den Arbeitszeitbedarf für das Melken. Es handelt sich hierbei weniger um technische Unterschiede der Melkanlagen als um Unterschiede im Aufbau des Melkstandes, dessen Zuordnung zum Stall und des Stallsystemes insgesamt.

Besonders die Zuordnung des Stalles zum Melkstand belastet den Fortgang der Melkarbeiten, wenn die Wege aus dem Melkstand in den nach dem Melken aufzusuchenden Stallbereich sehr lang sind. Dies ergaben die Zeitmessungen in einem Tandemmelkstand mit sehr langem Gang vom Melkstand in den Liegebereich (etwa 12 m). Der Melker mußte häufig den Melkstand verlassen, um den Gang von Kühen zu befreien, die nachfolgenden Tieren den Weg versperreten. Der Zeitbedarf für das Auslassen der Kühe variierte in diesem Melkstand um etwa 100 % mehr als in den meisten anderen Melkständen. Eine noch größere Streuung ergab sich für das Auslassen in einem 2x5 Fischgrätenmelkstand. Hier lagen die gleichen Verhältnisse wie in dem erwähnten Tandemmelkstand vor. Daraus ist zu folgern, daß im Interesse störungsfrei ablaufender Melkarbeiten die Wege zwischen dem Melkstand und den anderen Stallbereichen möglichst kurz sein sollen.

Einflüsse des Stallsystemes äußern sich vor allem beim Aufwand für die Reinigung des Euters, der in bestimmten Ställen durch Verschmutzung stark ansteigt.

Da der Vorgang Euter reinigen fast immer in das Element "Euter vorbereiten" einbezogen ist, wurde er bei der Auswertung der

Zeitmessungen nicht gesondert aufgeführt. Daher muß aufgrund des Elementes "Euter vorbereiten" versucht werden, Auswirkungen des Stall-systemes auf die Euterverschmutzung zu finden.

Der Vergleich des Arbeitszeitaufwandes für das Element "Euter vorbereiten" in den Ställen mit Festbodenlaufflächen, mit Spaltenbodenlaufflächen, mit Sperrboxen und mit Kurzstand ergibt, daß der Zeitaufwand in den Ställen mit Festbodenlaufflächen um nahezu 10 % über dem in Ställen mit Spaltenbodenlaufflächen liegt.

Der Zeitaufwand für das Reinigen des Melkstandes während des Melkens lag in den Ställen mit Festbodenlaufflächen um das Dreifache höher als in Ställen mit Spaltenbodenlaufflächen. Die Absolutwerte fallen hier mit 1,3 min beziehungsweise 0,41 min je Herde und Tag zwar relativ wenig ins Gewicht, jedoch kann in Verbindung mit dem Arbeitszeitaufwand für das Vorbereiten des Euters der Schluß gezogen werden, daß in Laufställen mit Festbodenlaufflächen durch starke Verschmutzung der Tiere mit erhöhtem Arbeitszeitaufwand für das Melken zu rechnen ist. Daher ist in diesen Ställen für gründliche Entmistung in genügender Häufigkeit zu sorgen.

Die in dieser Arbeit untersuchten Melkstandbauarten können nach der Anordnung der Melkbuchten in zwei Gruppen aufgeteilt werden: in der einen Gruppe sind die Tiere parallel zum Melkflur aufgestellt, in der anderen stehen sie in einem Winkel von etwa 40° dazu, zum Beispiel in den Fischgrätenmelkständen. Dadurch wird der Abstand der Euter voneinander verkürzt, der Melker hat also in Fischgrätenmelkständen kürzere Wege zurückzulegen als in vergleichbaren Melkständen mit parallel zum Melkflur stehenden Kühen. In den Zeitmessungen ergab sich dementsprechend in den Fischgrätenmelkständen ein Weganteil von durchschnittlich 0,04 min/Kuh und Melkzeit, während im Tandemmelkstand dafür im Mittel 0,06 min/Kuh und Melkzeit aufgewendet wurden. Weiterhin konnte festgestellt werden, daß in den Fischgräten-

melkständen der Weg von einem Platz zum nächsten beim Element "Euter vorbereiten" 0,03 min/Kuh und Melkzeit benötigt wurden; dies entspricht einem Anteil von etwa 7,5 % am Gesamtarbeitszeitaufwand für dieses Element. Im Tandemmelkstand wurde dafür nahezu die doppelte Zeit verwendet. Für den Weg durch einen ganzen 2x4 Fischgrätenmelkstand wurden etwa 0,10 min benötigt. Aus dem unterschiedlichen Zeitaufwand für Wege in den gegenübergestellten Melkständen ist zu erkennen, daß der Fischgrätenmelkstand unter diesem Gesichtspunkt tatsächlich überlegen ist. Es ist daher berechtigt, größere Melkstände in Fischgrätenanordnung zu bauen.

Da Melkkaruselle in den Arbeitszeitmessungen nicht untersucht werden konnten, ist zu der Frage der *Wegzeiten in Melkkarusellen* keine durch Zahlen belegbare Aussage zu machen. Aus theoretischen Überlegungen zu dieser Frage ergibt sich, daß beim Durchqueren des ganzen Melkstandes in Melkkarusellen mit 6 Buchten ein Weg von etwa 4 m auftritt, der annähernd den Zeitaufwand erfordert, der für den Weg durch die ganze Länge eines 2x4 Fischgrätenmelkstandes (etwa 4,5 m) erforderlich ist. Dieser Fall tritt bei der Besetzung mit einer Arbeitskraft während einer Melkzeit ein, wenn eine Kuh das Melkzeug abgeworfen hat oder wenn der Fortgang der Melkarbeiten kontrolliert werden soll.

In *größeren* Melkständen mit Arbeitsraum der Melker innerhalb des Melkstandes, zum Beispiel in Melkkarusellen mit 16 Buchten, arbeiten mindestens zwei Arbeitskräfte. Auch hier kann es vorkommen, daß ein Melker quer durch den ganzen Melkstand laufen muß, zum Beispiel wenn eine Kuh mit besonders langer Nachmelkzeit ausgemolken werden muß. Wird unterstellt, daß der Melker hier genauso schnell läuft wie im Fischgrätenmelkstand, daß er also für etwa 5 Meter 0,10 min benötigt, dann nimmt dieser Weg bei einem Durchmesser von etwa 10 Meter ungefähr 0,20 min in Anspruch.

Erheblich ungünstiger als in den eben beschriebenen Fällen sind die Verhältnisse in Melkkarussellen mit 40 Plätzen und einem außerhalb des Melkkarusselles angeordneten Arbeitsraum. Da die Buchten hier fischgrätenartig angeordnet sind, ergibt sich ein Euterabstand von etwa einem Meter. Daraus resultiert für einen Weg um den halben Melkstand herum eine Strecke von mindestens zwanzig Metern. Diese Strecke entspricht unter den vorher genannten Bedingungen einem Zeitaufwand von 0,40 min. Tatsächlich dürfte dieser Weg noch länger dauern, da der Melker beim Gehen einen angemessenen Abstand vom Melkstand einhalten muß, wodurch sich die Strecke weiter verlängert. Günstiger sind daher die Melkstände mit einem innerhalb der Buchten angeordneten Arbeitsplatz. Hier ist es nicht notwendig, um den Melkstand herumzulaufen, sondern die Wege können quer durch den Melkstand führen, soweit es die Installationen im Zentrum der Anlage erlauben. Hierbei treten Wege von etwa 13 Metern auf, die in 0,26 min zurückzulegen sind.

4.2 Vom Menschen ausgehende Einflüsse

Die im Rahmen dieses Abschnittes zu besprechenden Einflüsse des Menschen auf den Arbeitszeitbedarf betreffen in erster Linie Fragen der *A r b e i t s o r g a n i s a t i o n*. Sie wirken sich im Zeitaufwand für bestimmte Routinearbeiten in unterschiedlichen Melkstandgrößen aus.

Die Gegenüberstellung des Zeitaufwandes für das Element *E u t e r v o r b e r e i t e n* mit der Anzahl der Melkbuchten ergibt zum Beispiel in den untersuchten Melkständen die Tendenz, daß mit *a b n e h m e n d e r A n z a h l* der Melkbuchten der *A r b e i t s z e i t a u f w a n d* für dieses Element *a n s t e i g t* (Korrelationsfaktor $r = -0,54$). Die gleiche Abhängigkeit kommt in viel stärkerem Maße beim Vergleich des Arbeitszeitaufwandes für das Element *N a c h m e l k e n* mit der Melkstandgröße zum Ausdruck. Hier nimmt der Korrelationsfaktor den Wert $r = -0,75$ an. Das bedeutet, daß bei dem Übergang von einem großen Melkstand auf einen Melkstand mit weniger Buchten die

zur Verfügung stehende Zeit zunächst zu gründlicherer Arbeit ausgenutzt wird. Bei noch kleineren Melkständen dienen die verschiedenen Arbeitsgänge in zunehmendem Maße als Beschäftigung und werden unnötig in die Länge gezogen. Da auf diese Weise die sonst auftretenden Wartezeiten verdeckt werden, bleibt der effektive Arbeitszeitbedarf dadurch unbeeinflusst. Die unnötige **A u s d e h n u n g** bestimmter Arbeitsgänge, wie Anrüsten oder Nachmelken, kann jedoch zur **G e w ö h n u n g** der Kühe führen. Diese macht sich bei einem durch Urlaub oder Krankheit verursachten Personalwechsel durch zögernde Milchabgabe bemerkbar. Auf der anderen Seite ist bei Übergang von kleinen zu größeren Melkständen zunächst eine tatsächliche **A r b e i t s e i n s p a r u n g** zu erwarten. Deren **G r e n z e** ist dann erreicht, wenn durch noch weitere Verkürzung des Arbeitsganges dessen Ziel, zum Beispiel die ordnungsgemäße Gewinnung des Nachmelkes, nicht mehr sichergestellt ist.

Bei einzelnen **A r b e i t s g ä n g e n** besteht die Tendenz, sie **v o l l k o m m e n w e g z u l a s s e n**. Ein Beispiel dafür ist das Element "Euterkontrolle", welches in kleineren Melkständen bis hinauf zum 2x3 Fischgrätenmelkstand fast regelmäßig anzutreffen ist. In 2x4 Fischgrätenmelkständen und in noch größeren Ausführungen, vor allem jedoch in Melkkarussellen wird sie in der Praxis nicht regelmäßig, sondern nur bei bestimmten Kühen vorgenommen. Die Einsparungen an Arbeitszeit durch den Wegfall der Euterkontrolle betragen je nach Melkstandbauart zwischen 10 und 14 % der eigentlichen Melkarbeiten. In Melkständen, die mit mehreren Arbeitskräften besetzt sind, besonders in Melkkarussellen, kann sich das Entfallen eines Arbeitsganges unter Umständen besonders vorteilhaft auf den Arbeitszeitbedarf auswirken, wenn dadurch eine Arbeitskraft überflüssig wird.

5. Zusammenfassung

Die Milchviehhaltung wird mehr als andere Zweige der Rindviehhaltung mit **A r b e i t s k o s t e n** belastet, die in erster Linie durch die **M i l c h g e w i n n u n g** verursacht werden. Die Senkung des Arbeitszeitbedarfes in diesem Bereich ist also als wichtiges Hilfsmittel zur Sicherung der Rentabilität des Betriebszweiges Milchviehhaltung anzusehen.

Aufbauend auf dem Stand der Entwicklung in der Literatur wird in dieser Arbeit mit Hilfe von **A r b e i t s z e i t m e s s u n g e n** in praktischen Betrieben der Arbeitsablauf beim Melken in **M e l k s t ä n d e n** analysiert. Darüberhinaus werden **K e n n w e r t e** zur Beurteilung von Arbeitsqualität und Arbeitsorganisation gesucht. Schließlich wird aufgrund der Ergebnisse der Zeitmessungen, ergänzt durch der Literatur entnommene Werte, der **A r b e i t s z e i t b e d a r f** verschiedener Melkstandbauarten errechnet. Die Erörterung einiger **E i n f l ü s s e** von Technik und Mensch auf den Arbeitszeitbedarf rundet die Ausführungen ab.

Die wichtigsten **E r g e b n i s s e** der Arbeit lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Untersuchungen erfolgten in vier **M e l k s t a n d b a u a r t e n**, in Reihenmelkständen und Tandemmelkständen (Einzelmelkstände), in Längsmelkständen und Fischgrätenmelkständen unterschiedlicher Abmessungen (Gruppenmelkstände). Bei der Berechnung des Arbeitszeitbedarfes wurden außerdem noch verschiedene Melkarusselle berücksichtigt (nach Literaturangaben). Die **M e l k a r b e i t e n** wurden in Hauptarbeiten (eigentliche Arbeiten zur Milchgewinnung) und in Nebenarbeiten (Reinigung, Milchpflege usw.) unterteilt.

Die Auswertung der Zeitmessungen ergab als Summe der Elemente der **H a u p t a r b e i t e n** 3,09 min/Kuh und Melkzeit in den untersuchten Einzelmelkständen und 1,90 min/Kuh und Melkzeit in den untersuchten

Gruppenmelkständen. Für die ~~Nebenarbeiten~~^{Melk} wurden 34,28 min/~~Kuh~~ und Melkzeit aufgewendet. Allein 45,07 % dieses Betrages entfallen auf die Arbeiten zur Reinigung milchführender Teile.

Zur Beurteilung des Arbeitsablaufes in Melkständen wurden Kennzahlen für die Arbeitsqualität und die Organisation des Arbeitsablaufes gesucht. Als Merkmal der Arbeitsqualität dient die Gleichmäßigkeit der Durchführung des Arbeitsganges "Umsetzen der Melkzeuge". Die Überprüfung der Einflüsse auf dieses Merkmal ergab, daß sich weder die technische Gestaltung des Melkstandes noch die Arbeitsgeschwindigkeit darauf auswirken. Es kann also für den vorgesehnen Zweck verwendet werden.

Die Gestaltung des Arbeitsablaufes wurde anhand der Wartezeit zwischen Euter vorbereiten und Ansetzen des Melkzeuges überprüft. Die Untersuchung der Einflüsse auf dieses Merkmal ergab, daß sich der Korrelationsfaktor zwischen der Wartezeit "Euter vorbereiten" - "Melkzeug ansetzen" und der Reihenfolge des Ansetzens der Melkzeuge als Kennwert dafür verwenden läßt, inwieweit der Melker den Arbeitsablauf unter Berücksichtigung physiologischer Bedingungen gestaltet.

Der Einfluß unterschiedlicher Melkdauer verschiedener Herden auf den Arbeitszeitbedarf kann durch entsprechende Ausstattung der Melkstände mit Melkzeugen ausgeglichen werden. Dadurch lassen sich Blindmelkzeiten (zu viele Melkzeuge) und Wartezeiten (zu wenige Melkzeuge) bis auf einen Rest vermeiden, der durch vom Herdendurchschnitt abweichende Melkeigenschaften einzelner Kühe verursacht wird.

Die für die verschiedenen Melkstände zutreffende Melkdauer, in deren Rahmen die genannten Bedingungen erfüllt werden (spezifische Melkdauer), reicht von 2,93 min beim 2x1 Reihenmelkstand bis über 12 min bei 2x5 und 2x6 Fischgrätenmelkständen mit einem Melkzeug je Bucht (Einzelmelkzeuge). Im Bereich der spezifischen Melkdauer wird der niedrigst mögliche Arbeitszeitbedarf für die Hauptarbei-

t e n erreicht. Er beträgt 2,28 AKmin/Kuh und Melkzeit für Einzelmelkstände mit Kraftfuttergabe von Hand, 2,06 AKmin/Kuh und Melkzeit für Gruppenmelkstände mit Wechselmelkzeugen und mit Kraftfuttergabe von Hand und 1,95 AKmin/Kuh und Melkzeit für Gruppenmelkstände mit Wechselmelkzeugen und mechanischer Kraftfutternvorlage. Für Melkkarusselle beträgt er 1,66 min/Kuh und Melkzeit, da hier der Zeitbedarf für Ein- und Auslassen sowie für Kraftfuttergabe entfallen kann.

Die spezifische Melkdauer bestimmt den E i n s a t z b e r e i c h der verschiedenen Melkstandbauarten in Abhängigkeit von den Melkeigenschaften der Herde. So kommt zum Beispiel für eine Melkdauer von 4 min/Kuh der 2x1 Reihenmelkstand und der 2x2 Längsmelkstand mit einem Melkzeug für zwei Buchten (Wechselmelkzeuge) in Betracht. Für eine Melkdauer von 6 min kann der 2x3 Fischgrätenmelkstand mit Wechselmelkzeugen und der 2x2 Längsmelkstand mit Einzelmelkzeugen eingesetzt werden. Ab einer Melkdauer von 8 min ist der 2x4 Fischgrätenmelkstand mit Wechselmelkzeugen und ab 10 min Melkdauer sind 2x5 Fischgrätenmelkstand mit Wechselmelkzeugen sowie 2x3 Fischgrätenmelkstand mit Einzelmelkzeugen anwendbar. Bei 12 min Melkdauer ist schließlich auch der 2x6 Fischgrätenmelkstand mit Wechselmelkzeugen und der 2x4 Fischgrätenmelkstand mit Einzelmelkzeugen einzusetzen. Melkkarusselle können durch entsprechenden Arbeitskräftebesatz an jede Melkdauer angepaßt werden.

Als Arbeitszeitbedarf für die N e b e n a r b e i t e n wurden für die Errechnung des Gesamtarbeitszeitbedarfes 34,28 AKmin/Herde und Melkzeit für starre Melkstände und Melkkarusselle mit 6 Buchten sowie 102,45 AKmin/Herde und Melkzeit für größere Melkkarusselle eingesetzt. Die Berechnung des G e s a m t a r b e i t s z e i t b e d a r f e s ergab, daß der 2x1 Reihenmelkstand und der 2x2 Längsmelkstand mit Wechselmelkzeugen den höchsten Arbeitszeitbedarf aufweisen; 2x4 bis 2x6 Fischgrätenmelkstände liegen zusammen mit den Melkkarussellen in der Gruppe

mit dem niedrigsten Arbeitszeitbedarf. Den geringsten Arbeitszeitbedarf weist unter allen berücksichtigten Bedingungen das Melkkarussell mit 6 Buchten auf, wenn kein Hilfspersonal zum Eintreiben der Tiere benötigt wird. Dies wirkt sich so aus, daß eine Arbeitskraft, die ausschließlich für Milchgewinnung und Milchpflege acht Stunden täglich zur Verfügung hat, in Verbindung mit einem 2x4 Fischgrätenmelkstand mit Wechselmelkzeugen eine Herde von 119 Kühen und mit einem Melkkarussell mit 6 Buchten 148 Kühe betreuen kann. Dabei sind trockenstehende Tiere mit einem Sechstel der Gesamtherde berücksichtigt.

Die Zeitmessungen gaben schließlich Hinweise darauf, daß der Arbeitszeitbedarf beim Melken durch kurze Wege vom und zum Melkstand, durch Sauberhalten des Liege- und Laufbereiches im Stall und durch kurze Wege innerhalb des Melkstandes für den Melker niedrig gehalten werden kann. Darüber hinaus zeigte sich, daß der in kleineren Melkständen erhöhte Arbeitszeitbedarf nicht objektiv begründet ist, sondern durch unnötig ausgedehnte Arbeitsgänge entsteht, die verdeckte Wartezeiten darstellen. Umgekehrt besteht in größeren Melkständen die Tendenz, einzelne Arbeitsgänge wegzulassen. Durch Einsparen der Euterkontrolle ist so eine Senkung des Arbeitszeitbedarfes für die Hauptarbeiten beim Melken um 10 bis 14 % möglich. In Melkkarussellen kann durch diese Maßnahme unter Umständen eine Arbeitskraft überflüssig werden. Dieser Weg ist jedoch ohne Übernahme der betroffenen Arbeit durch die Technik als fragwürdig anzusehen, da hierdurch die Eutergesundheit in Gefahr geraten kann.

Summary

In the present study milking work sequence is examined by means of time recording carried out on farms with different milking parlour systems. The time required for milking in the various types of milking parlours is calculated on the basis of these time records supplemented with bibliographical data. In addition, standards for evaluating the quality and organization of work are searched for.

The regularity in carrying out the operation "transfer cluster" is examined as a characteristic of work quality. It is suitable for the purpose assigned for since neither the technical design nor the milker's working speed has any bearing upon this characteristic.

The organization of the milking routine is examined on the basis of the time elapsed between the end of the operation "udder preparation" and the beginning of the operation "teat cup application". It appears that the correlation between this "waiting period" and the sequence of applying the teat cups allows an assertion on to which extent the milker organizes the work sequence in accordance with physiology of milking. The working time required for milking is subdivided in primary and secondary operations. While primary operations, thus the actual milking operations, are affected by the type of the milking parlour, secondary operations are first of all influenced by the herd size but also by the technical equipment of the milking parlour.

The study reveals that in conventional milking parlours the working time required for the primary operations is of the order of 2.0 man-work-min. per cow and milking time. Variations from this are caused by the technique of feeding concentrates and by the relation between the number of stand-

ings and that of milking units, relation which has repercussions upon the time required for transferring the teat cups.

The working time required for the primary operations in rotating parlours goes down to approximately 1.7 man-work-min. per cow and milking time because the times for letting the animals in and out can be suppressed and possibly concentrate feeding as well. On the other hand the working time required may increase due to the auxiliary personnel needed for driving the animals into the parlour.

The study moreover provides criteria for adapting the number of milking units to the milking properties of the herd, and mentions some factors of technical and human order bearing on the working time requirement.

Résumé

L'étude présente analyse le déroulement des opérations consacrées à la traite, au moyen de relèvements du temps de travail effectués dans des exploitations agricoles avec salles de traite de type différent. Le temps de travail nécessaire pour la traite dans des différents types de salles de traite est calculé sur la base des résultats des temps observés qui ont été complétés par des données bibliographiques. De plus, l'auteur a recherché des coefficients d'appréciation de la qualité et de l'organisation de travail.

La régularité de l'exécution de l'opération "transposition des gobelets" est examinée en tant que caractéristique de la qualité de travail. Elle se prête au but prévu puisqu'elle n'est fonction ni de l'installation technique de la salle de traite ni de la vitesse de travail du vacher.

L'organisation du déroulement du travail est examiné au moyen de l'espace de temps entre la terminaison de l'opération "préparation de la mamelle" et le commencement de l'opération "pose des gobelets". Il en résulte que la corrélation entre ce "temps d'attente" et la "séquence des poses" permet de juger dans quelle mesure le vacher organise le déroulement du travail selon les exigences de la physiologie de la traite.

Le temps de travail nécessaire pour la traite est subdivisé en opérations principales et secondaires. Tandis que les opérations principales, donc celles de la traite proprement dite, sont fonction du type de la salle de traite, les opérations secondaires sont influencées surtout par l'effectif du troupeau mais aussi par l'équipement technique des salles de traite.

L'étude révèle que, en salles de traite conventionnelles, le temps de travail nécessaire pour les opérations principales est de l'ordre de 2,0 UMOmin. par vache et temps de traite. Des variations de cette valeur

sont causées par la technique par laquelle les aliments concentrés sont mis en place et par la relation entre le nombre des places de traite et celui des trayeuses, relation qui se répercute sur le temps nécessaire pour transposer les gobelets.

En ce qui concerne les salles traite tournantes (carrousel), le temps de travail nécessaire pour les opérations principales diminue à environ 1,7 UMOMin. par vache et temps de traite en conséquence de la suppression des temps nécessaires pour l'entrée et la sortie des animaux ainsi que possiblement de la mise en place des aliments concentrés. De l'autre côté, il peut augmenter en conséquence du personnel auxiliaire nécessaire pour amener les animaux.

L'étude fournit en outre des critères d'adaptation du nombre des trayeuses aux propriétés de traite du troupeau et mentionne quelques facteurs d'ordre humain et technique agissant sur le besoin en temps de travail.

6. Literaturverzeichnis

- (1) Andreae, U. : Untersuchungen über die Melkbarkeit der Euterviertel
Dissertation Göttingen 1954
- (2) Andreae, U. : Persönliche Mitteilung, August 1970
- (3) Bogner, H. und Mitarbeiter: Das Rind
DLG-Verlag, Frankfurt 1968
- (4) Bruss, H. : Transistorschaltungen für die Modellfernsteuerung
Radio-Praktiker-Bücherei, Franzis-Verlag, München, 5. Aufl. 1967
- (5) Bruss, H. : Proportional-Steuerung
Verlag Frech, Stuttgart-Botnang, 2. Aufl.
- (6) Büenfeld, V. : Hohe Milchleistungen wollen erfüllt sein
Landw. Wochenblatt Westfalen-Lippe 128, H. 3, Münster 1971
- (7) Busilow, J. : Organisation und Normung der mechanisierten Arbeiten in der Milchwirtschaft
Comptes-Rendus du XIII^e Congrès International pour l'Organisation Scientifique du Travail en Agriculture, Bruxelles 1966
- (8) Eichhorn, H. /H. Hecht: Aufbereitung und Vorlage von Kraftfutter in Rindviehställen
Landtechnik 23, S. 767, München 1968
- (9) Groffmann, H. : Wirtschaftliche Einsatzbereiche arbeitssparender Verfahren in der Milcherzeugung
KTL-Berichte über Landtechnik H. 98, H. Neureuter Verlag, Wolfratshausen 1966
- (10) Haase/Böhrrs: 11 Verfahren des Arbeits- und Zeitstudiums im Wirksamkeits-Vergleich
Arbeitskundliche Mitteilungen für den chemischen Betrieb, Folge 14, Heidelberg, Mai 1962
- (11) Haiger, A. : Biometrische Methoden in der Tierproduktion
Österreichischer Agrarverlag, Wien 1966

- (12) Hammer, W.: Arbeitsbedarf der Rindviehhaltung
Landwirtschaft, angewandte Wissen-
schaft, Nr. 61, 1957, Landwirtschafts-
verlag GmbH, Hiltrup
- (13) Hesselbach, J.: Arbeitstechnik und Arbeitsverfahren
der Milchgewinnung im landwirtschaft-
lichen Betrieb
Landarbeit und Technik, H. 30, 1963,
Parey Verlag, Hamburg und Berlin
- (14) Krause, V.: Anleitung für Zeitstudien in der Land-
wirtschaft
Landarbeit und Technik, H. 34, 1964,
Parey Verlag, Hamburg und Berlin
- (15) Martinot, M.R.: Enquête Internationale sur les Charges
de Main-d'oeuvre dans les Étables de
Vaches Laitières Rapport Final de
Synthèse, Paris 1966
- (16) Mudra, A.: Statistische Methoden für landwirtschaft-
liche Versuche
Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 1958
- (17) Nord, O.: Zeitmessung mit dem Tonbandgerät
Landarbeit und Technik, H. 35, 1968
Parey Verlag, Hamburg und Berlin
- (18) Ordolff, D.: Aufzeichnung von Arbeitsabläufen auf
Magnetband mit Hilfe von Tonfrequenz-
signalen
VII. Kongreß der Commission Inter-
nationale du Génie Rural, Baden-Baden
1969, Dok. 2
- (19) Piel-Desruisseaux, J.: L'Organisation du Travail de Traitement des
Vaches
Annales de la Nutrition et de l'Alimenta-
tion 1966, Vol. XX, N° 6
- (20) Piel-Desruisseaux, J. /
B. Bertolus: Temps de Travail en Salles de Traitement
Institut National de la Recherche Agro-
nomique, Paris 1966
- (21) Rabold, K.: Milking Performance and Technique of
Assessment
Proceedings of the Symposium on Machine
Milking, 1968, NIRD, Shinfield, Reading

- (22) Rabold, K. :
Hinweise zur optimalen Gestaltung von Melkeinrichtungen in landwirtschaftlichen Betrieben
Ref. Symposium "Biological, technological and social economic Problems related to Housings and Mechanisation in modern zootechnology", Mailand 1970
- (23) Rabold, K. :
Untersuchungen an Milchkühen über die Wirkungen der Faktoren Pulsfrequenz, Pulsverhältnis und Melkvakuum beim maschinellen Melken auf Melkarbeit und Melkmale der Melkbarkeit
Habilitationsschrift, Hohenheim 1967
- (24) Rabold, K. /M. Mayntz/
P. Brösamle:
Über den Einfluß der Variation von Melkbarkeitsmerkmalen auf das Melkgeschehen
Tierzüchter, H. 1, 23, Hannover 1971
- (25) Rühmann, H. /H. Schurig:
Die Dosierung von Kraftfutter im Melkstand
Landtechnik 20, S. 270, München 1965
- (26) Rüprich, W. :
Der Arbeitszeitbedarf für die Milchviehhaltung in Abhängigkeit von Stallform, Mechanisierung und Herdengröße
VII. Kongreß der Commission Internationale du Génie Rural, Baden-Baden 1969, Dok. 2
- (27) Schleitzer, G. :
Der Einsatz des Karussellmelkstandes in großen Milchviehanlagen
Deutsche Agrartechnik 19, H. 7, S. 304, Berlin 1969
- (28) Schön, H. /C. L. Pen:
Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen über Melkarbeit und Melktechnik in Milchviehlaufställen
Manuskript, Institut für Landtechnik, Gießen 1968
- (29) Schön, H. /C. L. Pen:
Arbeitswirtschaftliche Verbesserungen bei den Melkarbeiten
Landtechnik 24, H. 9, München 1969
- (30) Versbach, M. :
Technik und Verfahren der Einzeltierfütterung im Rindviehlaufstall
KTBL-Berichte über Landtechnik, H. 139, Wolfratshausen 1970

- (31) Vogt, C. /W. Nordhausen: Beobachtungen an Laufhofställen mit Selbstfütterung von Milchvieh
KTBL-Berichte über Landtechnik, H. 101, Wolfratshausen 1966
- (32) Walser, K.: Melkmaschine und Mastitis
Parey Verlag, Hamburg und Berlin, 1966
- (33) Wenner, H. L. /H. Schön: Der Einsatz der Technik in größeren Milchviehbeständen
Landtechnik 25, S. 724, München 1970
- (34) -- KTBL-Taschenbuch für Arbeitswirtschaft
Landwirtschaftsverlag GmbH, Hilstrup, 1969
- (35) -- Temps de Travaux dans les Ateliers de Production Laitière
IGER, Paris 1970
- (36) -- Probleme der Melkarbeit
Niederschrift eines KTL-Gespräches, unveröffentlichtes Manuskript, Frankfurt 1968
- (37) -- Firmenprospekt, Melotte S. A., Gembloux, 1970

7.1 Tabelle 7

Melkstand- bauart	Euter vorbereiten				Melkzeug umsetzen				Melkzeug abnehmen				Nachmelken				Einlassen				Auslassen						
	n	\bar{x}	s	s%	n	\bar{x}	s	s%	n	\bar{x}	s	s%	n	\bar{x}	s	s%	n	\bar{x}	s	s%	n	\bar{x}	s	s%			
2x3 Fischgräten- melkstand	71	0,37	22,16	60,24	59	0,20	6,02	29,81					65	0,45	30,88	68,33	21	0,73	20,84	28,46	22	0,45	22,49	50,03			
2x4 Fischgräten- melkstand	232	0,51	24,95	49,08	200	0,30	11,40	37,51					211	0,46	29,13	63,42	56	0,68	51,05	75,06	46	0,56	25,99	46,83			
2x5 Fischgräten- melkstand	144	0,24	12,80	52,99	150	0,29	9,41	32,17					131	0,53	28,72	53,74	26	1,36	40,81	30,08	24	0,49	53,17	108,32			
2x6 Fischgräten- melkstand	58	0,26	12,21	47,42	42	0,20	4,56	22,62	41	0,06	4,21	75,26	45	0,80	68,58	85,51	11	0,77	21,96	28,24	8	0,42	19,79	46,70			
2x2 Längs- melkstand	44	0,66	33,97	51,21	2 Melkzeuge	32	0,29	7,19	25,05	4 Melkzeuge	17	0,09	6,70	71,65	Euterkontrolle	37	0,10	2,96	30,19	12	0,31	18,22	59,24	13	0,38	19,00	50,11
					4 Melkzeuge	20	0,22	5,37	24,09						Euterkontrolle	39	0,14	6,69	88,05								
1x3 Tandem- melkstand	39	0,35	11,86	34,11	37	0,26	7,93	30,53	44	0,07	3,35	46,19	42	1,11	56,40	50,69	39	0,31	16,70	54,05	29	0,12	11,73	100,34			
2x1 Reihen- melkstand	12	1,67	63,65	38,23	17	0,39	15,80	40,65					Euterkontrolle	39	0,14	6,69	48,31	38	0,06	2,99	46,26	16	0,21	9,50	45,24		
													Euterkontrolle	11	0,22	7,69	35,08	Kraftfutter	20	0,12	4,64					37,87	
Fischgrätenmelk- stände insgesamt	505	0,35			409	0,28	10,79	37,93					452	0,51	36,56	71,13	113	0,86	50,16	58,47	99	0,51	33,67	66,46			
Gruppenmelk- stände insgesamt	547	0,41	25,93	63,84									502	0,58	48,49	83,33	126	0,81	50,67	62,94	113	0,49	32,51	66,09			
Einzelmelkstände insgesamt	51	0,66	65,00	98,67									53	1,26	72,33	57,21	49	0,33	20,45	61,59	45	0,15	11,77	78,50			
Melkstände insgesamt	598	0,43	31,91	74,62	98	0,23	7,72	33,98	131	0,12	11,27	95,64	556	0,65	54,96	85,06											
Verschiedene Arbeitsgänge	Kraftfutter v. Hand				Kraftf. d. Seilzug				Kraftf. autom.				Euterkontrolle ins.				Recorder entl.										
	61	0,14	7,16	49,73	71	0,08	3,86	49,53	21	0,13	9,23	72,04	179	0,23	21,89	94,91	14	0,28	25,22	90,08							

Zeichenerklärung: $n \hat{=}$ Anzahl der Einzelwerte, $\bar{x} \hat{=}$ Mittelwert (min), $s \hat{=}$ Standardabweichung (\pm min)
 $s\% \hat{=}$ Variationskoeffizient (%)

Tabelle 7: Zusammenstellung der Messwerte aus den Zeitmessungen

7.2 Arbeitsweise und Aufbau der elektronischen Geräte für die Zeitmessungen und deren Auswertung

In Abschnitt 2.1 wurde bereits über die für die Zeitmessungen eingesetzten Geräte berichtet, soweit es für das Verständnis und als Begründung der angewandten Zeitmessmethode Voraussetzung ist. In diesem Abschnitt soll der prinzipielle Aufbau und das Zusammenwirken der Funktionsgruppen des Zeitmessgerätes beschrieben werden. Auf die Darstellung von Prinzipschaltbildern und die Dimensionierung der verwendeten Bauteile kann hierbei verzichtet werden, da in der einschlägigen Fachliteratur für jeden Baustein mehrere Beispiele genannt werden.

7.2.1 A n o r d n u n g z u r A u f z e i c h n u n g v o n A r b e i t s - a b l ä u f e n

7.2.1.1 Zweispurige Aufzeichnung

Die Untergliederung der bei der Zeitmessung gewonnenen Informationen in zwei voneinander unabhängige Teilinformationen erfordert die Aufzeichnung auf zwei voneinander getrennten Übertragungswegen. Dafür wurde zunächst ein Magnetbandgerät mit paralleler Aufzeichnung der beiden Kanäle auf zwei Spuren verwendet. Die Tongeneratoren, welche die dem Arbeitsablauf analogen Tonfrequenzen erzeugen, wurden in zwei Gruppen aufgeteilt und je einem Kanal des Magnetbandgerätes zugeordnet. Die Speisenspannung der Tongeneratoren wurde über ein Stabilisierungsglied aus Trockenbatterien bezogen.

7.2.1.2 Einspurige Aufzeichnung

Wie bei der zweispurigen Aufzeichnung sind bei der einspurigen Aufzeichnung den Informationen bestimmte Frequenzen zugeordnet. Im vorliegenden Falle wurden sie auch von den gleichen Tongeneratoren erzeugt. Bei der einspurigen Aufzeichnung können beide Teilinformationen nicht simultan aufgezeichnet werden, sondern es ist erforderlich, sie zeitlich zu

staffeln. Dies geschieht durch Schalter, die die beiden Informationsteile in rascher Folge abwechselnd zur Aufzeichnung freigeben. Ein Bezugssignal, das in gleichem Rhythmus wie die Teilinformationen aufgezeichnet wird, erlaubt deren Identifizierung. Als Bezugssignal dient eine Frequenz, die an keiner anderen Stelle der Aufzeichnung verwendet wird. Sie wird auf einem dritten Kanal neben den beiden Informationskanälen übertragen. Ein vollständiger Informationszug besteht also aus dem Bezugssignal, dem daran anschließenden Signal der ersten Teilinformation und dem abschließenden Signal der zweiten Teilinformation. Darauf folgt eine Pause bis zum erneuten Erscheinen des Bezugssignales. Im Interesse guter Auflösung der aufzuzeichnenden Vorgänge muß die Dauer eines Informationszuges möglichst gering sein. Sie muß jedoch so groß sein, daß die auswertenden Schaltstufen noch sicher ansprechen. Diese benötigen dazu etwa zehn volle Wellenzüge eines Signales. Die Dauer eines Informationszuges richtet sich also nach der niedrigsten übertragenen Frequenz. In dem vorliegenden Falle lag diese bei etwa 400 Hz, die Dauer eines Informationszuges betrug daher etwa 0,06 Sekunden.

Die Schalterkette zur Umschaltung der Signalwege ist aus folgenden Teilen aufgebaut: Ein Impulsgenerator löst durch eine Sägezahnspannung die Informationszüge aus, indem er die erste von drei monostabilen Kippstufen aktiviert. Diese öffnet beim Übergang in ihren metastabilen Zustand ein elektronisches Tor, über welches das Bezugssignal zur Aufzeichnung freigegeben wird. Nach Ablauf der eingestellten Übertragungsdauer kippt die Stufe in ihren stabilen Zustand zurück. Dabei erzeugt sie einen nadelförmigen Impuls, der die zweite monostabile Kippstufe ansteuert. Über ein dieser nachgeschaltetes Tor kommt nun die erste Teilinformation zur Aufzeichnung. Am Ende der Übertragungszeit wird durch den gleichen Vorgang die Aufzeichnung der zweiten Teilinformation veranlaßt. Damit ist ein Informationszug abgeschlossen. Die Haltezeit der Kippstufe, die dem Bezugssignal zugeordnet ist, kann kürzer sein als die der übrigen beiden Stufen, da hier nur eine einzige relativ hohe Frequenz übertragen werden muß.

Dies verkürzt die Dauer eines Informationszuges und erhöht die Auflösung kurzer Vorgänge.

7.2.2 Anordnung zur Trennung und Identifizierung der auf Band aufgezeichneten Informationen

7.2.2.1 Aufgaben dieser Baugruppe

Die Aufzeichnung des Arbeitsablaufes besteht aus einem Gemisch mehrerer Tonfrequenzen, das auf die zwei Spuren des Bandes beziehungsweise auf zwei Positionen innerhalb eines Informationszuges verteilt ist. Zur Auswertung der Aufzeichnungen ist es erforderlich, diese Informationen zu erkennen und in eine Form zu bringen, die den Anforderungen der weiteren Verarbeitung angepaßt ist.

7.2.2.2 Arbeitsprinzip der Baugruppe

Für die Trennung und Identifizierung der durch verschiedene Frequenzen symbolisierten Informationen ist eine Anordnung notwendig, deren elektrische Werte frequenzabhängig sind. Schwingkreise erfüllen diese Forderung. Daher wurde für das beschriebene Gerät eine Schaltung aus der Modellbautechnik (4, 5) verwendet, die mit einem Schwingkreis aus parallel geschalteter Induktivität und Kapazität ausgerüstet ist. Dessen elektrischer Widerstand erhöht sich sehr stark beim Anliegen seiner Resonanzfrequenz. Der Schwingkreis liegt in der verwendeten Schaltung im Gegenkopplungszweig eines Verstärkers, wo er im Normalfalle einen niedrigen Widerstand darstellt. Dadurch wird die Verstärkung eintreffender Signale sehr niedrig gehalten. Beim Anliegen der Resonanzfrequenz erhöht sich der Widerstand, die Verstärkung steigt an und reicht aus, ein Relais zum Ansprechen zu bringen. Mit Hilfe dieses Relais können weitere Geräte für die Auswertung der aufgezeichneten Abläufe gesteuert werden.

7.2.2.3 Aufbau bei zweispuriger Aufzeichnung des Arbeitsablaufes

Bei der zweispurigen Aufzeichnung des Arbeitsablaufes ist jeder Spur des Magnetbandes eine Gruppe der eben beschriebenen Schaltstufen zugeordnet. Die Resonanzfrequenzen ihrer Schwingkreise entsprechen den Frequenzen der Tongeneratoren. Durch die ansprechenden Relais ist eine eindeutige Identifikation der aufgezeichneten Informationen möglich.

Da die Trennschärfe der verwendeten Schaltung relativ gering ist, darf die Empfindlichkeit für die eintreffenden Signale gerade so hoch eingestellt werden, daß die Resonanzfrequenz mit Sicherheit zum Ansprechen des Relais führt. Bei zu hoher Empfindlichkeit ist mit gleichzeitigem Ansprechen von mehreren Stufen zu rechnen. Dadurch wird eine sinnvolle Auswertung der Aufzeichnungen unmöglich. Daher ist es außerdem notwendig, die Schaltstufen mit konstanter Speisespannung zu versorgen. Die Signalspannung des Bandgerätes muß ebenfalls konstant gehalten werden.

Eventuell erforderliche logische Verknüpfungen der aufgezeichneten Informationen sind durch Serien- oder Parallelschaltung der entsprechenden Relaiskontakte möglich. Mit Hilfe unterschiedlich beschalteter Steckerleisten ist die gewünschte Verbindung jederzeit schnell herzustellen.

7.2.2.4 Aufbau bei einspuriger Aufzeichnung des Arbeitsablaufes

Zur Auswertung von einspurig im Zeitmultiplexverfahren aufgezeichneten Arbeitsabläufen wurde das im vorausgegangenen Absatz beschriebene Grundgerät durch einen Vorsatz erweitert, welcher die auf Band aufgezeichneten Signale im richtigen Takt auf die beiden Gruppen der Schaltstufen verteilt.

Dieser Vorsatz besteht aus zwei monostabilen Kippstufen mit der gleichen Haltezeit wie die entsprechenden Stufen im Multiplexgeber. Zur Steuerung der Kippstufen im Auswertungsteil dient ein Impuls, der mit Hilfe des Bezugssignales erzeugt wird.

Die erste Kippstufe leitet das unmittelbar nach dem Bezugssignal übertragene Signal an die erste Gruppe der Schaltstufen. Beim Zurückkippen in den stabilen Zustand gibt sie einen Impuls an die zweite Kippstufe, die das nun folgende Signal an die entsprechende Gruppe der Schaltstufen weiterleitet.

Um Unterschiede in der Signalspannung und Verzerrungen zu beseitigen, die durch die Aufzeichnung und Wiedergabe vom Magnetband herrühren, ist dem Eingang dieser Baugruppe ein Verstärker mit Begrenzerstufe vorgeschaltet, welcher einwandfrei auswertbare Signale zur Verfügung stellt.

Die Schaltstufen werden bei dieser Anordnung nicht kontinuierlich angesteuert. Daher muß Vorsorge gegen Relaisflattern im Takt der Umschaltungen getroffen werden. Zu diesem Zwecke wird die Kapazität des in jeder Schaltstufe befindlichen Rückkopplungskondensators vergrößert.

7.2.3 Ü b e r s e t z u n g d e r B a n d a u f z e i c h n u n g i n D i a g r a m m e u n d n u m e r i s c h e W e r t e

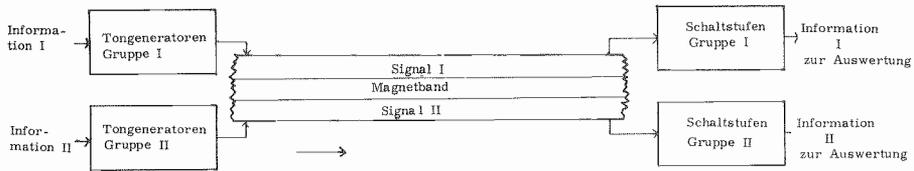
7.2.3.1 Anfertigung von Diagrammen

Um einen optischen Überblick über die aufgezeichneten Arbeitsabläufe zu erhalten, der bereits eine qualitative Beurteilung der erfaßten Vorgänge erlaubt, wurde an die Ausgänge der Schaltstufen ein Mehrkanal-Lichtstrahloszillograph angeschlossen, der auf UV-empfindlichem Registrierpapier eine Darstellung des Arbeitsablaufes lieferte. Die aufzuzeichnenden Informationen wurden in geeigneter Weise auf die vorhandenen acht Kanäle verteilt. Dabei entfielen bis zu 12 Informationen auf einen Kanal. Als Zeitmaßstab diente der Vorschub des Registrierpapiers. Die Amplitude der Auslenkung des Lichtstrahles der Kanäle diente zur Identifizierung der verschiedenen Informationen.

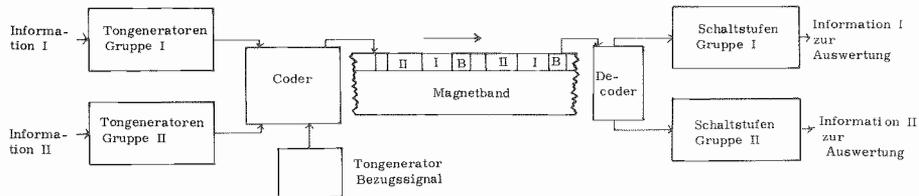
7.2.3.2 Übersetzung der Aufzeichnungen in numerische Werte

Die Aufzeichnungen des Lichtstrahloszillographen dienten als Ausgangsmaterial für die Übertragung der Aufzeichnungen in numerische Werte. Dazu wurde ein Maßstab durch Markierungen im rechten Winkel zur Meßkante, die den verschiedenen Arbeitsgängen entsprachen, in eine Lehre umgewandelt, die in einem Arbeitsgang das Erkennen der gerade vorliegenden Information und das Ablesen der zugehörigen Dauer in Form eines Längenmaßes zuließ. Die Umrechnung vom Längen- zum Zeitmaß erfolgte entweder mit dem Rechenschieber oder mit einem entsprechend programmierten elektronischen Tischrechner, der dann gleich die Weiterverarbeitung des eingegebenen Wertes vornahm.

Darüber hinaus ist unter Verwendung eines Analog-Digital-Wandlers die direkte Eingabe der Bandaufzeichnungen in einen programmierbaren Tischrechner möglich.



Version a) : zweikanalige Aufzeichnung



Version b): einkanalige Aufzeichnung

Abb. 3: Baugruppen des Zeitmessgerätes

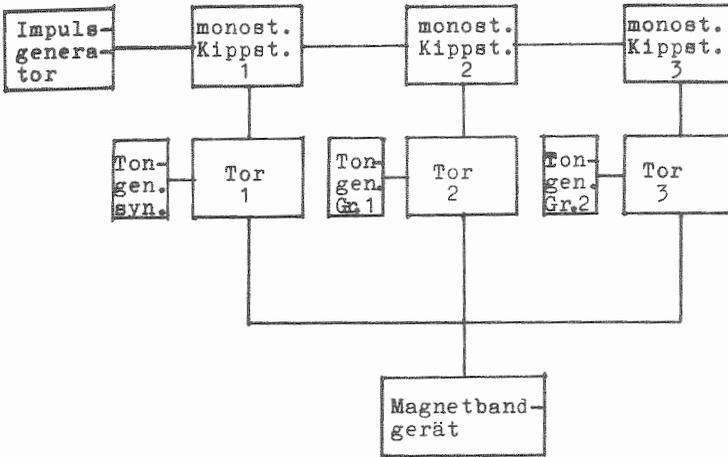


Abb. 4: Funktionsschema der Anordnung zur Aufzeichnung im Zeitmultiplexverfahren

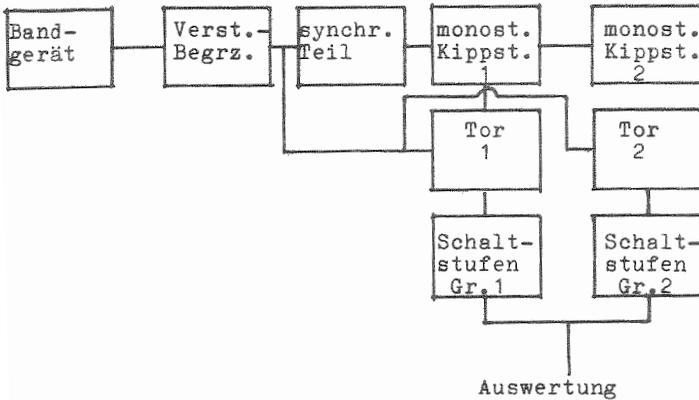


Abb. 5: Funktionsschema der Anordnung zur Auswertung der Aufzeichnungen im Zeitmultiplexverfahren

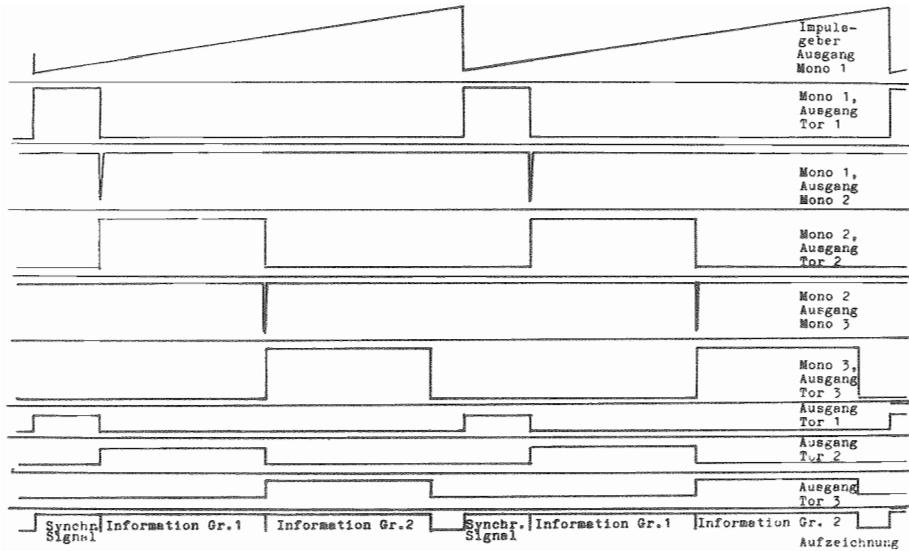


Abb. 6: Signalverlauf bei Aufzeichnung im Zeitmultiplexverfahren (nicht maßstäblich)

Abschließend möchte ich Herrn Professor Dr. H.L. Wenner für die Überlassung des Themas und für seine Hilfsbereitschaft bei der Fertigstellung der Arbeit danken.

Mein Dank gilt darüberhinaus den Betriebsleitern und den Mitarbeitern der Institute für Landtechnik in Gießen und in Weihenstephan, die die Durchführung der Zeitmessungen ermöglichten und mich bei der Auswertung unterstützten.

Nicht zuletzt sei dem Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., im besonderen Herrn Dr. Mölbert, für die Förderung der Arbeit gedankt.