

Beitrag zur Automatisierung des Melkprozesses

Prof. Dr. sc. E. Thum, KDT, Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin

Die zurückliegende Entwicklung der maschinellen Milchgewinnung hat zu einigen typischen Grundlösungen von Melkverfahren geführt, die sich international bewährt haben. Das Grundverfahren des Milchentzugs ist dabei unverändert geblieben. Vor etwa zehn Jahren wurde mit dem bekannten Physiomatic-Melksystem in der DDR die erste Stufe der Automatisierung eingeleitet. International ist die Vielfalt von Automatisierungslösungen inzwischen stark angewachsen, wobei jedoch die damit beabsichtigten Effekte nicht immer belegbar sind.

Die Auffassungen zur Vervollkommnung der Mechanisierung und Automatisierung der maschinellen Milchgewinnung weichen z.T. erheblich voneinander ab. Die Frage, ob unter vergleichbaren Bedingungen dem Melkkarussell oder dem Fischgrätenmelkstand der Vorzug zu geben ist, wurde ebenfalls zu einem Objekt anhaltenden Meinungsstreits.

Anliegen dieses Beitrages ist es, mit einer globalen modellartigen Betrachtung der Milchgewinnung die Notwendigkeit eines komplexen Herangehens an die Bewertung von Versuchsergebnissen und an die Konzipierung von Entwicklungsaufgaben herauszustellen. Praxisorientierte Beispiele sollen die Überlegungen ergänzen.

Bild 1 zeigt eine Übersicht über ausgewählte Faktoren, die in verschiedener Wechselbeziehung letztlich die technologischen und biologischen Ergebnisparameter beeinflussen. Die Unvollständigkeit dieser Gesamtübersicht wird aus Bild 2 erkennbar, in dem allein die den unmittelbaren Milchentzug betreffenden Ursache-Wirkung-Beziehungen herausgehoben sind. Hieraus wird auch die Breite der technisch-technologischen Variierbarkeit des Melkprozesses ersichtlich. Die Veränderung nur einer einzelnen Eingangsgröße hat meist Auswirkungen auf mehrere Ausgangsparameter.

Aus den beiden Darstellungen wird deutlich, daß eine rationelle Weiterentwicklung der maschinellen Milchgewinnung künftig in wachsendem Maß die Anwendung von Methoden der Modellierung und Optimierung erfordert. Mit dem gleichen Aspekt müssen u. a. die Zielstellungen sowohl für technisch-technologische als auch für züchterische Aufgaben aufeinander abgestimmt sein.

Unter dem Blickwinkel der Komplexbetrachtung bedürfen extrem positiv von Erfahrungswerten abweichende Forschungsergebnisse oder Prospektangaben zur maschinellen Milchgewinnung einer kritischen Prüfung. Sie beruhen oft mit z. T. isolierter Heraushebung von Einzelercheinungen auf einer bestimmten Konstellation von Mensch—Tier—Maschine, die sich als praktisches Verfahren nicht realisieren läßt bzw. weitere gestellte Anforderungen an das Gesamtverfahren vernachlässigt. Es spricht z. B. beim unmittelbaren Milchentzug für die Stabilität einzuhaltender technischer Kenngrößen, wenn man nach zeitweilig stärkerer Abweichung von Erfahrungswerten wieder in einen engeren Toleranzbereich zurückkehrt (Melkvakuum, Pulsationsfrequenz). In gleicher Weise wurden Tendenzen des Weglassens von Bearbeitungsgängen wieder korrigiert. Melktechnische Untersuchungen können zur

gleichen Fragestellung unter sonst gleichen Versuchsbedingungen allein in Abhängigkeit von der Versuchsdauer im Ergebnis zu unterschiedlichen Aussagen führen. Dies beruht darauf, daß von der Melkmaschine u. a. auch Einflüsse auf die Kuh ausgehen, die biologisch-physiologisch längerfristig wirksam sind. In solchen Fällen läßt sich der Gesamteffekt einer melktechnischen Veränderung nur durch Untersuchungen über ganze Laktationen und bei verschiedenem Laktationsstand ermitteln.

Mit nicht seltener Widersprüchlichkeit gab es z. B. Vorstellungen zum Unterlassen der Stimu-

lation begrenzt auf ein frühes oder ein späteres Laktationsstadium, um auf diese Weise ohne andere Nachteile den Aufwand an Bearbeitungszeit zu senken. Von verschiedenen Autoren [1] werden jedoch die dadurch über die gesamte Laktation eintretenden Milchertragsminderungen mit 5 bis 12 % angegeben. Deshalb ist ausdrücklich anzuraten, die im Physiomatic-Melksystem automatisierte Stimulation nach dem Druckluftverfahren über die gesamte Laktation in Funktion zu lassen. Während der Stimulationsphase ist zwar der Milchfluß um etwa ein Drittel herabgesetzt, aber auf die Gesamtmelkdauer hat dies kaum eine nennens-

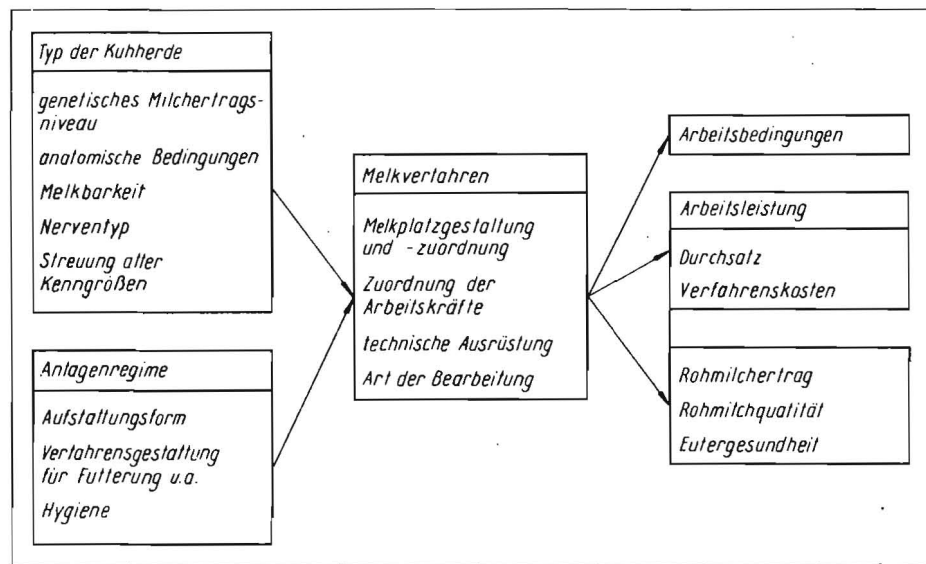
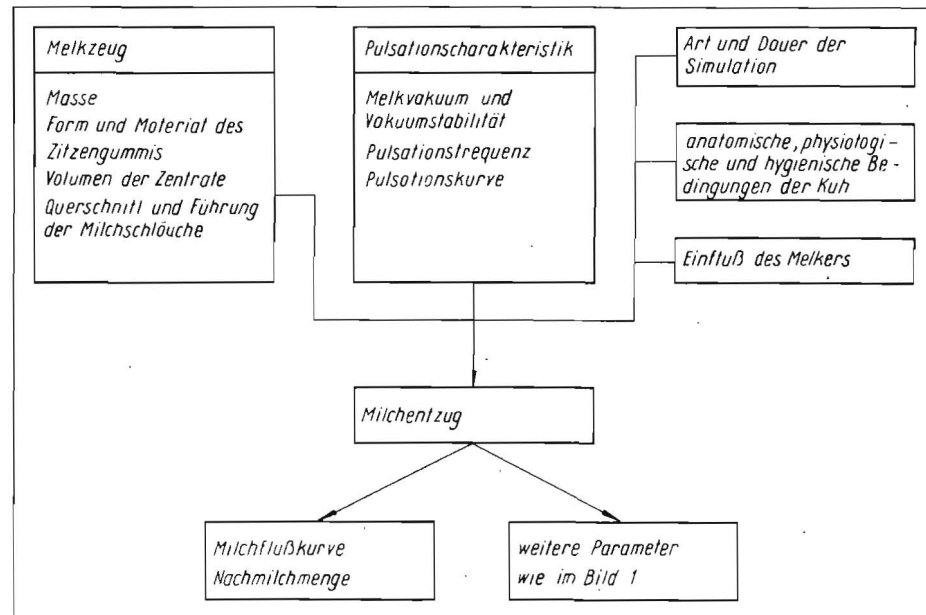


Bild 1. Überblick über ausgewählte Bedingungen der Milchproduktion im Einfluß auf technologische und biologische Ausgangskenngrößen der Milchgewinnung

Bild 2. Einflußfaktoren mit unmittelbarer Wirkung auf den Milchentzug



werte Auswirkung. Nach jüngeren Untersuchungen von Moritz [2] führt die Stimulation offenbar zu einem ausgleichend verstärkten Milchfluß in der anschließenden eigentlichen Melkphase.

Für die künftige Forschung und Entwicklung muß vorerst unterstellt werden, daß keiner der für das standardisierte Melkverfahren vorgegebenen Bearbeitungsgänge entfallen kann. Mit dem Physiomatic-Melksystem der ersten Generation sind vier Teiloperationen mechanisiert bzw. automatisiert, während sieben Bearbeitungsgänge noch Handarbeit erfordern. Es ist zu prüfen, ob sich für die weitere Mechanisierung und Automatisierung neben der Suche nach Lösungen im Detail grundsätzliche Orientierungen abzeichnen.

Ohne Zweifel werden z. B. im Vergleich zur automatisierten Druckluftstimulation die nächsten Automatisierungsschritte mit wachsendem Kompliziertheitsgrad zunehmende Investitionsaufwendungen nach sich ziehen. Zipper u. a. [3] haben kalkulativer untersucht, um welchen Betrag sich die Investitionen für Ausrüstungen der Melktechnik erhöhen dürfen, wenn dadurch bei Verfahrenskostengleichheit (je kg Milch) zu einem gegebenen Standard in den Kenngrößen Durchsatz, Arbeitsleistung oder Milchertrag ein bestimmter Anstieg eintritt. Als Beispiel wurde angeführt, daß bezogen auf einen Durchsatz von 7 Kühen/h je Melkplatz, eine Arbeitsleistung von 50 Kühen/AKh sowie weitere näher definierte Bedingungen allein eine technisch bedingte Ertragssteigerung von 100 kg Milch je Kuh und Jahr Mehrinvestitionen von 26000 M je Melkplatz zuläßt. Diese ausgewählte Relation deutet auf einen nicht unbedeutlichen Spielraum für neue melktechnische Lösungen hin.

Im grundsätzlichen Streben nach Beschränkung der Investitionskosten je Melkplatz bedarf die Gestaltung des Melkverfahrens nach dem Prinzip der Fließbandarbeit weiterreichender Überlegungen. Ausgehend von Voraussetzungen der industriemäßigen Milchproduktion und in der DDR betriebenen Melkanlagen mit

Physiomatic-Melksystem stehen die investitionsbedingten Kosten für die melktechnische Ausrüstung je Melkplatz im Vergleich von Fischgrätenmelkstand zu Melkkarussell in einem Verhältnis von etwa 1:1,7. Die höhere Belastung des Melkkarussells resultiert daraus, daß die Melkplätze beider Anlagen beim gegenwärtigen Stand überwiegend die gleiche Ausrüstung für den Milchentzug erfordern, im Melkkarussell jedoch zusätzliche Investitionen entstehen, die sich vorrangig aus der Bewegung des Melkplatzes ergeben. Je mehr Bearbeitungsgänge mit relativ kurzer Bearbeitungszeit durch eine stationäre Automatisierungseinrichtung realisiert und technologisch in eine Fließbandarbeit eingeordnet werden, um so mehr verschiebt sich die Investitionsrelation zugunsten dieses Verfahrens.

Im Bild 3 sind mit den nicht umrahmten Arbeitsgängen diejenigen gekennzeichnet, die in automatisierter Ausführung für eine Fließbandarbeit im strengeren Sinn, d. h. in der Kombination von stationärer Automatisierungseinrichtung und bewegter Kuh, in Frage kommen könnten. Zugleich wurden mögliche Signalwege angedeutet. Ohne Zweifel gilt es dabei, das schwierige Problem der Kopplung von stationärem und mobilem Teilsystem zu lösen. Möglicherweise begünstigt es die Anwendung der Mikroelektronik, die heute noch sehr kompliziert erscheinenden Automatisierungsaufgaben dieser Art zu bewältigen.

Aus den nur grob skizzierten Darlegungen ergibt sich die Schlußfolgerung, daß in perspektivischer Sicht die Melkverfahren mit dem Charakter von Fließbandarbeit in die Entwicklungskonzeptionen voll mit einzubeziehen sind, zumal sich die damit verbundenen Vorteile nicht nur auf den angesprochenen Problembereich beschränken.

Dieser in die Zukunft gerichtete Blick darf nicht davon ablenken, auch nach Wegen für die Teilautomatisierung der überwiegenden Anzahl von Stallmelkanlagen zu suchen. Erste Schritte dazu sind eingeleitet.

Zu den in der Praxis z. Z. noch nicht oder nur

teilweise mechanisierten Bearbeitungsgängen der maschinellen Milchgewinnung zählt das Nachmelken, das bei herkömmlicher Ausführung 30 bis 50 % der Gesamtbearbeitungszeit beansprucht. Über einen beschrifteten Weg zur Lösung einer Automatisierung dieses Bearbeitungsgangs wurde wiederholt berichtet [4]. In Verbindung mit einer automatisierten Melkzeugabnahme kann durch das automatisierte Nachmelken die Bearbeitungszeit je Kuh und Gemelk um etwa 1 min (40 bis 60 % der Gesamtbearbeitungszeit) gesenkt werden. Die Ergebnisse der erfolgreichen Erprobung begründen die Forderung nach baldmöglichster Einführung des automatisierten Nachmelkens in die Praxis.

Von besonderer Bedeutung ist die Komplexbetrachtung der Mechanisierung und Automatisierung des Melkprozesses in bezug auf den Bearbeitungsgang Euterreinigung.

Alle Bemühungen zur Mechanisierung der Euterreinigung blieben bisher ohne befriedigenden Erfolg. Ein Unterlassen der Reinigung würde selbst unter relativ günstigen Bedingungen gegenüber dem Melken am gereinigten Euter zu einer mindestens zehnfachen Schmutzbelastung der Rohmilch führen. Zur Sicherung der geforderten Rohmilchqualität ist die Euterreinigung unerlässlich [5].

Die notwendige Reinigungszeit steht in einem unmittelbaren Zusammenhang mit der Euterverschmutzung, und diese wird wiederum sehr entscheidend durch die Aufstallungsform beeinflusst (Bild 4). Die in zehn Milchviehanlagen unter Einbeziehung typischer Aufstallungsformen ermittelte Euterverschmutzung liegt in einer Streubreite von 22 % des Boniturbereichs (0 visuell rein, 4 stark verschmutzt) [6]. Im Vergleich zur günstigsten Aufstallungsform beträgt die höchste Verschmutzung 165 %. Die Reinigungszeiten differieren in den Extremen um 18 AKs je Gemelk. Die Beziehung zwischen Euterverschmutzung und notwendigem Reinigungsaufwand ist aus den Praxiswerten nicht exakt bestimmbar, da

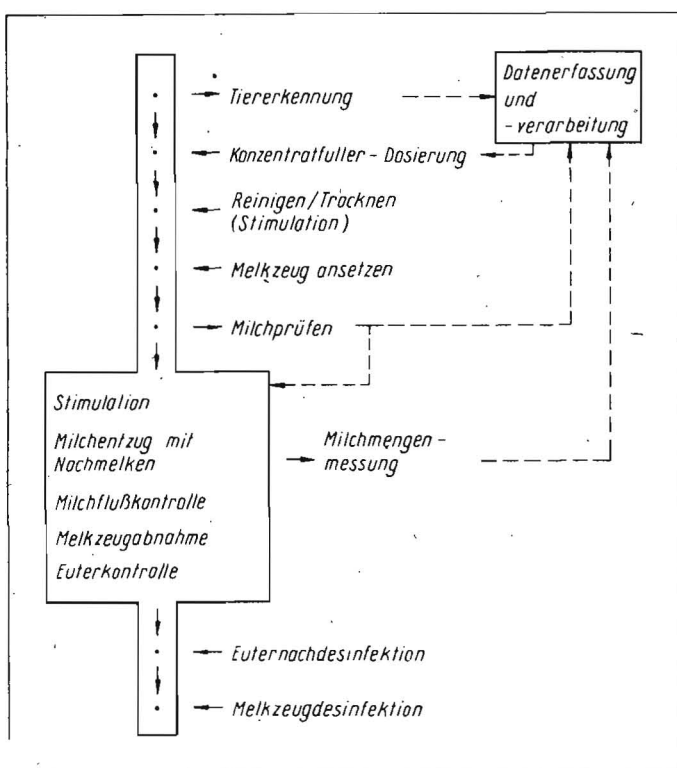
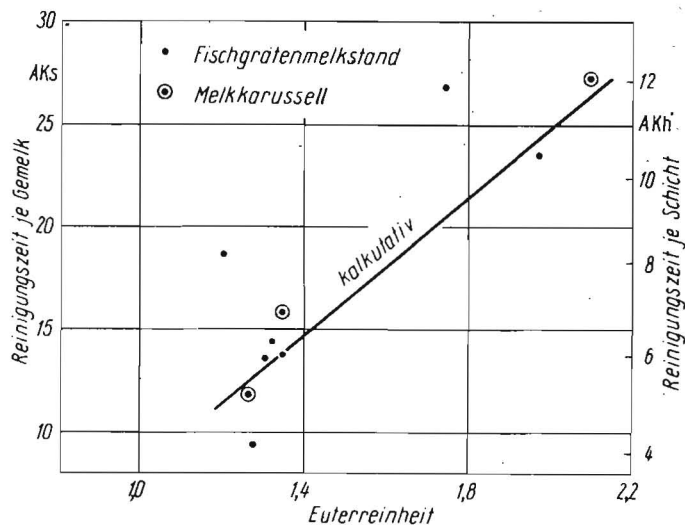


Bild 3. Fließbandarbeit beim Melkprozeß mit Bearbeitungsgängen, deren stationäre Automatisierung möglich erscheint (nicht umrahmt); Erläuterung im Text

Bild 4. Abhängigkeit der Reinigungszeit von der Euterreinheit vor der Reinigung; AKh bezogen auf Milchviehanlage mit 2000 Tierplätzen Euterreinheit: 0 (visuell sauber) bis 4 (stark verschmutzt)



die Reinigung unterschiedlich und nicht bis zur gleichen Endreinheit ausgeführt wurde. Die im Bild 4 dargestellte Kurve beruht auf kalkulativer Basis. In Abhängigkeit von der Euterver-schmutzung findet man damit an der rechten Skala den Arbeitszeitbedarf je Schicht, bezogen auf eine Milchviehanlage mit 2000 Tierplätzen.

Nach den ermittelten Ergebnissen steht eine reinheitsgünstige Aufstallungsform im Widerspruch zu dem mit der teilautomatisierten Milchgewinnung erzielten Fortschritt, weil dadurch die Arbeitsbedingungen, die technologischen Kennwerte und auch die Rohmilchqualität erheblich beeinträchtigt werden können. Da die Dauerbelastung des Melkers im direkten Kontakt mit Wasser, Desinfektionsmittel und keimbehaftetem Schmutz gesundheitlich nicht unbedenklich ist, muß durch zweckentsprechende Aufstallungsformen von vornherein jede Möglichkeit zur Senkung des Reinigungszeitbedarfs ausgeschöpft werden. Die Erfüllung dieser Forderung — soviel läßt sich im Ergebnis bisheriger Untersuchungen

feststellen — gilt auch als Voraussetzung für eine Mechanisierung der Euterreinigung.

Die letzten Ausführungen sollen herausstellen, daß konzeptionell in die Weiterentwicklung der maschinellen Milchgewinnung die Vervollkommnung auch derjenigen Bearbeitungsgänge einzubeziehen ist, deren Mechanisierung und Automatisierung z. Z. noch nicht in Aussicht steht. Zugleich sollte deutlich gemacht werden, daß die Suche nach neuen Lösungen der Mechanisierung und Automatisierung in diesem Abschnitt durch eine zweckentsprechende Gestaltung des Gesamtverfahrens unterstützt werden muß.

Zusammenfassung

Die Weiterentwicklung der Mechanisierung und Automatisierung der Milchgewinnung erfordert die komplexe Betrachtung einer Vielzahl von Faktoren, deren Wechselbeziehungen sich über den Melkprozeß im engeren Sinne hinaus auf das Gesamtverfahren der Milchproduktion erstrecken. Mit ausgewählten Beispielen wurde begründet, daß für die rationelle Lösung

künftiger Mechanisierungsaufgaben die Anwendung von Methoden der Modellierung und Optimierung unerlässlich ist.

Literatur

- [1] Tröger, F.: Der Milchejektionsreflex der Kuh. Karl-Marx-Universität Leipzig, Dissertation B 1978.
- [2] Moritz, P.: Untersuchungen zum Einfluß der Stimulation auf die Melkzeit. Karl-Marx-Universität Leipzig 1978 (unveröffentlicht).
- [3] Zipper, J., u. a.: Untersuchungen über technologische Grundlagen und Bewertungsmaßstäbe zur Optimierung automatisierter Milchgewinnungsanlagen. VEB Kombinat Impulsa Elsterwerda, Forschungsabschlußbericht 1973.
- [4] Kohlschmidt, D., u. a.: Ergebnisse der Erprobung automatischer Nachmelkvorrichtungen unter Praxisbedingungen. agrartechnik 28 (1978) H. 11, S. 485—488.
- [5] Voigt, J.: Methodologische Untersuchungen zur Euterreinigung. Karl-Marx-Universität Leipzig, Forschungsberichte 1978 (unveröffentlicht).
- [6] Uhmann, F., u. a.: Einfluß der Aufstallungsform für Milchkühe auf die Reinheit und den Zeitaufwand für die Reinigung des Euters. agrartechnik 27 (1977) H. 11, S. 486—488. A 2247

Zur Bewertung der Melkarbeit

Prof. Dr. I. Mikecz, Agrarwissenschaftliche Universität Gödöllő, Ungarische VR

Für die Entwicklung der Mechanisierung der Melkarbeit ist im letzten Jahrzehnt charakteristisch, daß die Melkmaschinen durch strömungstechnische Verbesserungen bzw. durch Automatisierung den technisch-physiologischen Erfordernissen besser entsprechen. Dadurch erhöhte sich auch die Arbeitsproduktivität bedeutend.

Ein Melker kann z. B. im Fischgrätenmelkstand je Stunde etwa 60 bis 70 Kühe, im größeren Karussell-Melkstand 80 bis 100 Kühe melken. Es entsteht die Frage, ob das die obere Grenze der Leistung ist oder noch Reserven vorhanden sind. Die ökonomischen Probleme sollen bei dieser Frage betrachtet werden.

Bei leistungsfähigen Kuhbeständen ist der Einsatz von Groß-Melkanlagen wirtschaftlich. Dem Melker erwachsen daraus folgende Aufgaben:

- die Melkarbeit so zu verrichten, daß Milch von tadelloser Qualität gewonnen wird
- dafür zu sorgen, daß der Viehbestand sein Produktionspotential ausschöpft.

Besonders die letzte Aufgabe verlangt vom Melker geeignete Charakterzüge und eine gute

Beobachtungsgabe, die für das Sammeln zuverlässiger Informationen über den Tierbestand unerlässlich ist. Die kleinsten Veränderungen z. B. am Euter sowie am gesamten tierischen Organismus oder am Verhalten der Tiere müssen bemerkt werden. Davon hängen ganz wesentlich die Sicherheit und die Wirtschaftlichkeit der Produktion ab.

Deshalb wird immer größere Aufmerksamkeit auf die Kontrolle des Viehbestandes gerichtet und nicht nur nach der Steigerung der Arbeitsproduktivität gestrebt. Immer wichtiger wird die Frage, wie z. B. der Melker in den Melkständen bei hoher Arbeitsintensität diesen Erfordernissen entsprechen kann.

Dazu begannen Untersuchungen an der Agrarwissenschaftlichen Universität Gödöllő.

Die physische und psychische Belastung der Melker charakterisiert die Veränderung der Pulszahl bzw. deren numerische Werte. Die Angaben können telemetrisch festgestellt werden. Diese Methode wurde im Sportgesundheitswesen, aber auch bei der Feststellung der Beanspruchung von Kraftfahrern eingesetzt.

Es wurden die Veränderungen der Beinmuskulaturkraft des Melkers während der Melkarbeit mit Hilfe entsprechender Meßapparate für die Charakterisierung der physischen Ermüdung gemessen. Die Veränderungen der Konzentration bzw. der Aufmerksamkeit des Melkers wurden nach der in der Praxis des Sportgesundheitswesens ausgearbeiteten Methode geprüft.

Gemessen wurden Häufigkeitswerte der Pulszahlen. Aufgrund der Häufigkeitsmaxima ist zu bemerken, daß z. B. bei der Melkarbeit am Nachmittag bei den Melkern größere Belastungen verursacht wurden. Das scheint natürlich, weil im zweiten Teil des Tages mit größerer Müdigkeit gerechnet werden muß.

Die Aufmerksamkeit bzw. Konzentrationsfähigkeit zeigte während der Melkarbeit keine wesentlichen Veränderungen.

Es ist abzuleiten, daß diese Methode den speziellen Aufgaben entsprechend weiter entwickelt werden sollte. So kann z. B. die Lösung von Testaufgaben während der Melkarbeit in Frage kommen, aus denen zuverlässige Schlußfolgerungen abgeleitet werden können. A 2245

Folgende Fachzeitschriften des Maschinenbaus erscheinen im VEB Verlag Technik:

agrartechnik; Die Eisenbahntechnik; die Technik; Feingerätetechnik; Fertigungstechnik und Betrieb; Hebezeuge und Fördermittel; Kraftfahrzeugtechnik; Luft- und Kältetechnik; Maschinenbautechnik; Metallverarbeitung; Schmierungstechnik; Schweißtechnik; Seewirtschaft