

Beitrag zur Weiterentwicklung der maschinellen Milchgewinnung¹⁾

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

Die Einführung der Melkmaschine bedeutete zugleich für die Gesamtheit der Milchproduktion den Beginn einer umfassenderen und qualitativ neuen Stufe der Mechanisierung. Die auf dem Gebiet der maschinellen Milchgewinnung bis heute erzielten technologisch-technischen Fortschritte sind im wesentlichen durch den etappenweisen Übergang von der Kannenmelkanlage zur Rohrmelkanlage und zum Melkstand, durch die schrittweise Mechanisierung einzelner Bearbeitungsgänge sowie durch die Einleitung der Automatisierungsphase gekennzeichnet.

Als Ergebnis intensivierter Forschung und Entwicklung stellt der VEB Kombinat Impulsa gegenwärtig eine melktechnische Ausrüstung zur Verfügung, die den Anforderungen der sozialistischen Landwirtschaft der DDR in hohem Maß gerecht wird. Die unterschiedliche Kombinierbarkeit der auf Standardisierung ausgerichteten Baugruppen ermöglicht, daß neben der vollen Ausschöpfung des technischen Höchststandes in den industriemäßigen Großanlagen der Milchproduktion auch bei der Nutzung der Rekonstruktion älterer Stallanlagen wesentliche Verbesserungen in der maschinellen Milchgewinnung auf rationelle Weise wirksam werden können. Das entwickelte Impulsa-Physiomatic-Melksystem bestimmt mit den Weltstand auf dem Gebiet des teilautomatisierten Melkens.

1. Aufgabenstellung

Aufgrund der unterschiedlichen Produktionsbedingungen werden in bezug auf das Gesamtverfahren sowohl das Melken im Stall (Rohrmelkanlage) als auch das Melken im Melkstand (Fischgrätenmelkstand, Melkkarussell) in nächster Zukunft noch gleichermaßen Bedeutung haben. Im begrenzten Rahmen dieses Beitrags sollen vorrangig einige Entwicklungsaspekte zum Melken im Melkstand behandelt werden, die sich auf den Melkprozeß im engeren Sinne konzentrieren, d. h. auf unmittelbar am Euter zu verrichtende Bearbeitungsgänge der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des Milchentzugs.

Der Umfang der für eine weitreichende Mechanisierung und Automatisierung des Melkprozesses noch zu leistenden Forschung und Entwicklung wird durch eine globale Analyse der gegenwärtig fortgeschrittensten Form der praktisch realisierten maschinellen Milchgewinnung deutlich. Von den durch den Standard „Melken“ (TGL 22257) vorgegebenen neun Bearbeitungsgängen sind erst drei vollständig mechanisiert und durch Automatisierung miteinander verknüpft (Stimulieren, Milchentzug, Feststellen des Milchfließendes). Für zwei weitere Bearbeitungsgänge ist die Handarbeit durch den Einsatz von Arbeitsmitteln erleichtert (Euterreinigen, Nachmelken mit Maschine), während vier Bearbeitungsgänge von der Mechanisierung fast völlig unberührt sind (Vormelken bzw. Milchprüfen, Ansetzen des Melkzeugs, Abnahme des Melkzeugs, Euterkontrolle). Eine Abschätzung der künftigen Entwicklung der maschinellen Milchgewinnung und der möglichen Senkung des Bedarfs an direkter Bearbeitungszeit (lebendige

Arbeit) je Melkakt wird im Bild 1 dargestellt [1].

Für die Vervollkommnung der maschinellen Milchgewinnung sind neben allgemeingültigen Forderungen folgende Grundorientierungen hervorzuheben:

- Die Vorgaben des Standards „Melken“ sind im Grundanliegen zu beachten. Im Hinblick auf weitere Mechanisierungsfortschritte ist jedoch eine teilweise Abänderung des Standards zu erwägen (z. B. Reihenfolge der Bearbeitungsgänge).
- Die Funktion der Melkmaschine löst im direkten Kontakt mit dem Euter in der Kuh biologische Reaktionen aus. Die Beschleunigung der technisch-technologischen Entwicklung in der Milchgewinnung setzt voraus, daß die Kenntnisse über die technisch-biologischen Wechselbeziehungen durch intensivierte veterinärmedizinische Untersuchungen erweitert werden.
- Die Arbeitsbedingungen müssen unter Berücksichtigung neuer Aspekte verbessert werden. Bei fortschreitender Automatisierung speziell im Melkstand dürfen der Zwang zu hoher Anlagenausnutzung mit entsprechend langer Schichtdauer sowie die Arbeitsplatzspezialisierung mit auf gegebener Stufe nur begrenzt ausschaltbarer einseitiger Dauerbelastung nicht zu negativen Auswirkungen (Monotonie, Schäden durch Kontakt mit Wasser und Desinfektionsmitteln) führen.
- Bezüglich der technologischen Kenngrößen ist insbesondere auf eine weitere Erhöhung der Arbeitsleistung (gemolkene Kühe je

AK·h) und des Durchsatzes (stündlich gemolkene Kühe je Melkplatz) Einfluß zu nehmen. Das erfordert nicht nur die Minderung direkter Bearbeitungszeit, sondern auch eine Senkung der Warte- und Wegezeiten, die nach Untersuchungen in Melkständen 33 bis 51 % betragen [2].

Ein generelles Problem bei der Mechanisierung der Milchgewinnung ist die Variation der Eigenschaften der Kühe als Bearbeitungsgegenstand (Tafel 1). Die große Variationsbreite ergibt sich aus typischen Unterschieden zwischen verschiedenen Kühen, aus den Veränderungen der Eigenschaften der Einzelkuh in Abhängigkeit von Laktation und Laktationsmonat sowie durch tägliche Schwankungen, die aus einer Vielzahl von Einflußfaktoren resultieren können.

Im folgenden sollen in groben Zügen nach Bearbeitungsgängen untergliedert Stand und Probleme der Weiterentwicklung der maschinellen Milchgewinnung dargelegt werden.

2. Einschätzung zur Mechanisierung und Automatisierung einzelner Bearbeitungsgänge

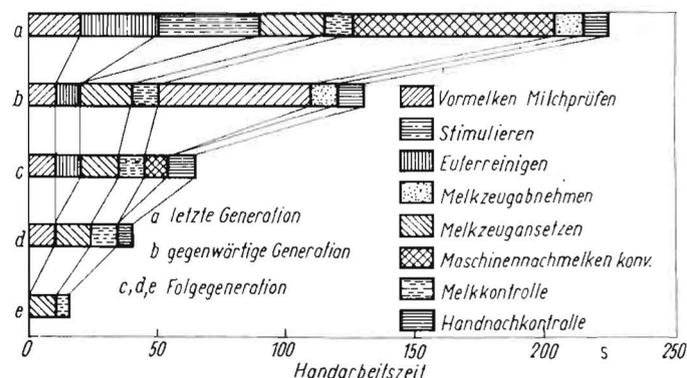
2.1. Vormelken

Das unbedingt notwendige, gegenwärtig als erster Bearbeitungsgang des gesamten Melkprozesses festgelegte Vormelken dient der visuellen Prüfung der Milch auf ihre Verkehrsfähigkeit, zugleich der Eutergesundheitskontrolle sowie auch der Absonderung der mit Keimen angereicherten Anfangsmilch vom

Tafel 1
Mittelwerte und Variationsbreiten ausgewählter Einflußfaktoren beim Melkprozeß

Einflußfaktor		Variationsbreite	Mittelwert
Euterhöhe von der Standfläche	cm	37...66	53,30
Zitzenlänge	cm	4...13	6,10
Zitzendurchmesser	cm	1,9...4,1	2,60
Maschinenhauptmelkzeit	min	1,25...17,10	3,47
mittlerer Milchfluß	kg/min	0,5...2,6	1,03
Nachmilchmenge	kg	0...2,75	0,46
Latenzzeit des Milchejektionsreflexes	min	0,60...1,75	1,01
Euterreinheit vor Reinigung			
(0 visuell rein, 4 stark verschmutzt)		0,8...4,0	1,80

Bild 1
Entwicklung des Arbeitszeitbedarfs für das maschinelle Melken



übrigen Gemelk. Zur Zeit erfolgt die Prüfung auf abnorme Milchveränderungen visuell auf einer mit kontrastwirksamer Farbgebung versehenen Prüffläche.

Für die Mechanisierung der Milchprüfung wurde u. a. die Anwendung meßtechnischer Verfahren zur Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit, der Viskosität sowie von optischen Größen erwogen. Jedes beliebige Ursprungssignal ließe sich vorzugsweise in ein elektrisches Signal umwandeln und dieses außer zur Steuerung von Meß- und Folgeoperationen für die automatische Datenerfassung zum Zweck der Eutergesundheitsüberwachung nutzbar machen. Die notwendige Meßstelle müßte in das herkömmliche Melkzeug eingeordnet werden, um auf eine gesonderte Milchentzugsvorrichtung verzichten zu können. Um außerdem ein zweimaliges Ansetzen des Melkzeugs auszuschließen, ist die Euterreinigung dem Vormelken vorzuschalten. Inwieweit die Intensität einer vorausgehenden mechanischen Beanspruchung beim Euterreinigen begrenzt werden muß, um durch die mögliche Bewegung der Milch in die Feststellbarkeit abnormer Milchveränderungen nicht einzuschränken, und wie die Hygieneanforderungen insbesondere hinsichtlich der Verhinderung einer Keimanreicherung in der Sammelmilch gesichert werden können, ist durch weitere Untersuchungen zu klären.

Für die mechanisierte Vormelkprobe ist das Prinzip der elektrischen Leitfähigkeit technisch am weitesten entwickelt worden [3]. Trotz der technischen Realisierbarkeit des Verfahrens, das eine Leitfähigkeitsmessung der Anfangsmilch einer jeden Zitze erfordert, zeichnet sich seine praktische Anwendung noch nicht ab, da die elektrische Leitfähigkeit der Milch keine ausreichenden Rückschlüsse auf die interessierenden Milcheigenschaften bzw. auf die Eutergesundheit gewährleistet.

2.2. Euterreinigen

Vor dem Ansetzen des Melkzeugs soll das Euter visuell rein und frei von Tropfnässe sein. Eigene Untersuchungen [4] haben ergeben, daß bei der herkömmlichen Euterreinigung die erzielte Reinheit an der Zitzenspitze am wenigsten befriedigt, die Spülwirkung der Milch beim Melkvorgang noch eine deutliche Nachreinigung vollzieht, wodurch aber auch die Rohmilchqualität beeinträchtigt wird (Bild 2).

Beim Melkpersonal festgestellte Hautschädigungen durch länger anhaltenden Kontakt mit Wasser, Desinfektionsmittel und Gummi, der hohe physische Aufwand und subjektive Einflüsse auf die erreichbare Euterreinheit lassen die Mechanisierung der Euterreinigung dringlich erscheinen. Der Schwierigkeitsgrad dieser Aufgabe ist daran erkennbar, daß keine der international bekannten vielfältigen technischen Lösungen den Anforderungen voll gerecht wird und sich praktisch durchsetzen konnte. Das Hauptproblem besteht in der großen Variationsbreite von Form und Lage der Euter sowie in der Notwendigkeit einer weitestgehenden Fixierung der Kühe in einer Reinigungs- oder Melkbox.

Da ein vollständig mechanisiertes Verfahren der Euterreinigung kurzfristig nicht in Aussicht steht, sollte zwischenzeitlich durch Kleinmechanisierung die Arbeit nach dem herkömmlichen Verfahren erleichtert werden:

- Anwendung von geeigneten Handduschen, die mit Ventilbetätigung eine Senkung des Wasserbedarfs ermöglichen
- Einsatz und Kombination handelsüblicher

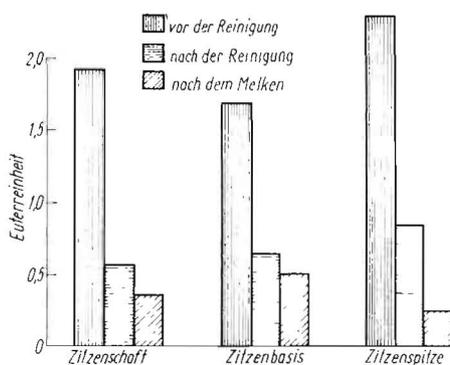


Bild 2. Veränderungen der Euterreinheit beim Melkprozeß in verschiedenen Euterbereichen; Kennzeichnung der Euterreinheit: 0 visuell rein, 4 stark verschmutzt

Maschinen zum Reinigen, Desinfizieren und Trocknen der Melktücher.

In bezug auf jede Variante der Euterreinigung ist als Grundsatz voranzustellen, daß projektseitig auf eine tier- bzw. euterreinheitsgerechte Aufstallungsart orientiert wird. Teilweise noch vorhandene Meinungen, mit Einsparungen an der Standgestaltung eine größere Tierverschmutzung und eine erhöhte Anzahl von Arbeitskräften für die Euterreinigung in Kauf zu nehmen, widersprechen der Durchsetzung besserer Arbeitsbedingungen und der Anhebung des allgemeinen Hygienestatus. Gemeinsam mit dem Institut für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck durchgeführte Erhebungen belegen den nicht unerheblichen Einfluß der Aufstallungsart auf die Euterreinheit und auf den Zeitbedarf für die Euterreinigung [5].

Zu den im Ausland verschiedentlich realisierten Verfahren der mechanisierten Euterreinigung sind keine nennenswerten wissenschaftlichen Untersuchungen bekannt, die über die Erfüllung der Reinheitsanforderungen, insbesondere in mikrobiologischer Hinsicht, Auskunft geben. Das am häufigsten verwendete Mechanisierungsprinzip mit Hilfe von Wasserstrahlen, die von der Standfläche auf das Euter gerichtet werden, erzielt nach eigenen Untersuchungen nicht den gewünschten Reinheitsgrad. Auch das reinigungsintensive Bürstprinzip konnte sich bis heute nicht durchsetzen, da die hinreichend genaue automatische Ansteuerung rotierender Bürstelemente an das Euter noch einen hohen technischen Aufwand bedingt. Offenbar aus den nur grob angedeuteten Schwierigkeiten resultieren weitere, für die Bedingungen in der Landwirtschaft der DDR jedoch nicht akzeptable Vorstellungen, wie die Trockenreinigung oder der vollständige Verzicht auf eine Reinigung.

Bei der Entwicklung einer Reinigungs- und Trocknungseinrichtung muß zugleich die technologische Einordnung des Reinigungsprozesses in den Gesamtmelkprozeß berücksichtigt werden. Nach einer zu dieser Frage durchgeführten Studie verlangt eine optimale Lösung die komplexe Prüfung einer Vielfalt von technischen Möglichkeiten und anderer Einflußfaktoren, z. B. Reinigen in Melk- oder Reinigungsbox, Anzahl der Reinigungsboxen je Melkstand, Taktzeit, Latenzzeit eines möglicherweise ausgelösten Milchejektionsreflexes und Auslastung der Reinigungseinrichtung [6]. Die Mechanisierung der Euterdesinfektion erscheint weniger problematisch, nachdem sich zunehmend die Meinung durchsetzt, daß die Desinfektion vor dem Melken entfallen und

nutzbringender mit langzeitwirkenden Desinfektionsmitteln an das Ende des Melkprozesses verlagert werden kann.

2.3. Stimulieren

Das von Tröger [7] entwickelte Druckluft-Stimulationsverfahren hat sich der Handstimulation als gleichwertig erwiesen und als Bestandteil des Impulsa-Physiomat-Melksystems in der technischen Ausführung inzwischen praktisch bewährt. Es kann für die nächste Zukunft als Standardverfahren gelten. Im Hinblick u. a. auf die Ausnutzung bedingter Reflexe und von Möglichkeiten der Kopplung von mechanisierter Reinigung und Stimulation kann jedoch die Forschung auf diesem Gebiet noch nicht als abgeschlossen betrachtet werden.

2.4. Ansetzen des Melkzeugs

Die Erkundungsforschung zur Mechanisierung und Automatisierung des Melkzeugansetzens ist international eingeleitet worden, ohne daß bisher praktisch umsetzbare Lösungen erkennbar geworden sind. Trotz des hohen Schwierigkeitsgrades muß diese Aufgabe in Angriff genommen werden, da sonst nach Mechanisierung der übrigen Bearbeitungsgänge eine extrem monotone Restarbeit verbleiben würde.

2.5. Milchentzug

Ziel zahlreicher Weiterentwicklungsversuche zum maschinellen Milchentzug ist die Erhöhung des Milchflusses und die fördernde Einwirkung auf Milchertrag, Milchqualität und Eutergesundheit bei verkürzter Melkzeit. Die bei extremer Veränderung des Betriebsregimes beim Zweitakt-Melksystem (Erhöhung des Vakuums oder Dauervakuums) sowie bei Anwendung neuer Wirkprinzipien (mechanisierte Form des Faustmelkens, Implantation von Kathetern in die Euter, Melken mit Einraumbecher u. a.) gewonnenen Ergebnisse lassen vorerst keine entscheidende Abkehr vom herkömmlichen Milchentzugsprinzip erkennen. Dafür ist die Notwendigkeit herauszustellen, daß die für das Zweitakt-Melksystem als optimal ermittelten Betriebsparameter (Melkvakuum 40 bis 50 kPa, Pulsfrequenz 0,75 bis 1,00 Hz) konstant einzuhalten sind. Dem wurde und wird durch eine Reihe konstruktiver Verbesserungen, z. B. große Rohrdurchmesser und mit Gefälle verlegte Milchleitungen bei Rohrmitkanlagen, entsprochen. Unter Einbeziehung neuer laktationsphysiologischer Erkenntnisse können in der Weiterentwicklung des Zweitakt-Melksystems (Veränderung der Zitzengummis, der Pulsationscharakteristik u. a.) noch Fortschritte erwartet werden.

2.6. Bestimmung des Milchflusses

Die automatische Milchflußbestimmung ist erforderlich, wenn mit entsprechend gewonnenen Signalen eine milchflußabhängige Steuerung der Melkzeugfunktion beabsichtigt wird. Trotz der milchflußabhängigen Steuerung auch anderer Parameter bei einigen ausländischen Melkanlagenfabrikaten erscheint ihre Anwendung nur für die im Zusammenhang mit dem Milchflußende zu steuernden Operationen sinnvoll (Abschalten des Pulsationsvakuums bzw. Umschalten auf automatisiertes Nachmelken).

Da selbst zwischen Milchfluß gegen Milchflußende und im Euter verbliebener Nachmilch die Korrelation gering ist und bei den einheimischen Milchviehrassen auf ein Nachmelken nicht verzichtet werden kann, brauchen keine

extrem hohen Anforderungen an die Genauigkeit der Milchflußsignalisierung gestellt zu werden (Bild 3) [8]. Von den verschiedenartigen für Milchflußgeber verwendeten Meßprinzipien (mechanisch, elektrisch, fotoelektrisch) erweist sich das beim Impulsa-Physiomatic-Melksystem eingesetzte fotoelektrische Prinzip am vorteilhaftesten, weil es zugleich die günstigsten Bedingungen für eine automatisierte Reinigung und Desinfektion bietet. Ob ein weiterer technischer Aufwand für das individuelle automatische Abschalten der Melkfunktion zu jeder einzelnen Zitze gerechtfertigt ist, muß durch Untersuchungen geklärt werden.

2.7. Nachmelken und Melkzeugabnahme

Durch zahlreiche Untersuchungen ist nachgewiesen worden, daß sich mit Ausnahme spezifischer Bedingungen ein hoher Euterentleerungsgrad nach jedem Melkprozeß günstig auf Eutergesundheit und Milchertrag auswirkt. Mit dem normalen maschinellen Milchentzug kann die Milch aus der Euterzisterne deshalb nicht restlos entzogen werden, weil gegen Milchfließende, bedingt durch die Druckverhältnisse und in Abhängigkeit von der anatomischen Beschaffenheit des Euters, die Passage zwischen Euter- und Zitzenzisterne verschlossen wird. Beim Nachmelken wird durch Zugkräfte am Melkzeug, die sich auf das Eutergewebe übertragen, diesem Zustand entgegengewirkt und die Passage wieder geöffnet.

Bei verschiedenen Melkmaschinenfabrikaten ist speziell die automatische Melkzeugabnahme bereits realisiert. In Zusammenarbeit mit dem Sonderkonstruktionsbüro für Maschinensysteme der Rinderhaltung Riga (UdSSR) und in gemeinsamer Forschung und Entwicklung der Fachgruppe Maschinenteknik der Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Karl-Marx-Universität Leipzig und des VEB Kombinat Impulsa wurde eine Lösung erarbeitet, die die Automatisierung des Nachmelkens und der Melkzeugabnahme in einer technischen Vorrichtung vereinigt (Bild 4) [9]. Die auf weitestmögliche Beschränkung des technischen Aufwands ausgelegte Vorrichtung besteht aus einem schwenkbar angeordneten gelenkigen Melkzeugträger. Nach Einschwenken des am Melkarmende befindlichen Melkzeugs unter das Euter der Kuh können die aufwärts gerichteten Melkbecher, deren Milchschläuche zunächst abgeknickt sind, angesetzt werden. Mit dem Einschwenken startet der herkömmliche Physiomatic-Melkablauf. Sinkt der Milchfluß bei der Gewinnung des Hauptgemelks auf rd. 0,6 kg/min, wird automatisch ein Arbeitszylinder mit Vakuum beaufschlagt, und über Hebelwirkung wird auf das Melkzeug rhythmisch eine nach unten gerichtete Kraft von 40 bis 50 N ausgeübt. Bei ununterbrochener Melkfunktion wird nach Erreichen eines Milchflusses von rd. 0,2 kg/min das Melkvakuum abgeschaltet. Eine weitere (im Bild nicht dargestellte) Vorrichtung löst das Melkzeug vom Euter und zieht es aus dem Arbeitsbereich heraus, womit der Melkprozeß endet. Teilergebnisse einer Vergleichsuntersuchung zum Melken mit dem herkömmlichen Physiomatic-System und zum Melken mit ergänzter automatischer Nachmelkvorrichtung sind in Tafel 2 zusammengestellt. Mit dieser inzwischen zur Überführung in die Praxis vorbereiteten technischen Lösung erfährt das Impulsa-Physiomatic-Melksystem eine entscheidende Qualitätssteigerung, da hiermit vom Beginn der Stimulation bis zur Melkzeugabnahme eine lückenlos automatisierte Prozeßfolge realisiert wird.

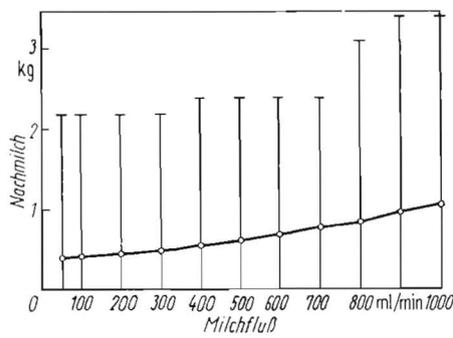


Bild 3. Beziehungen zwischen Milchfluß und Nachmilch gegen Melkende (Mittelwerte und Variationsbreiten)

3. Allgemeine Entwicklung der Automatisierung des Melkprozesses

Bei voller Beachtung des Grundsatzes, für die Lösung von Mechanisierungsaufgaben alle Möglichkeiten der konstruktiven Einfachheit zu nutzen, kann in bezug auf die Automatisierung des Melkprozesses kaum mit einer Reduzierung des technischen Aufwands gerechnet werden. Diese Aussage stützt sich u. a. mit darauf, daß trotz melkmaschinengerechter Orientierung der Züchtung in absehbarer Zeit keine entscheidende Einengung der Variation der den Melkprozeß beeinflussenden Kuheigenschaften wirksam wird.

Die weitere Entwicklung der maschinellen Milchgewinnung wird durch schrittweise Mechanisierung und Automatisierung der noch manuell zu erledigenden Bearbeitungsgänge gekennzeichnet sein. Nach dem dargestellten Stand verlagert sich der Forschungsschwerpunkt auf den Vorbereitungskomplex. Bei der Weiterentwicklung des maschinellen Melkens ist die technische Vervollkommnung der Stallmelkanlagen, z. B. durch Anwendung von einzelnen Elementen für eine Teilautomatisierung, einzubeziehen.

In den Bereich der maschinellen Milchgewinnung fallen außerdem Belange der automatisierten Datenerfassung. In Forschungsmelkständen hat die automatische Datenerfassung bereits einen hohen Stand erreicht, der sowohl bei Versuchsdurchführung als auch bei Versuchsauswertung zu einer erheblichen Redu-

zierung des Arbeitszeitbedarfs beigetragen hat [10]. Für eine praktische Anwendung der automatischen Datenerfassung in Verbindung mit dem Melkprozeß besteht die Grundfrage z. Z. noch darin, welche Kategorien von Daten rationell und nutzbringend verwertbar sind. Als wichtigste Anwendungsgebiete kommen z. B. die Tier- und Eutergesundheitsüberwachung sowie die Fütterung im Hinblick auf die milchertragsabhängige automatisierte Konzentratverabreichung im Melkstand in Betracht. Die Klärung der vielfältig damit im Zusammenhang stehenden Teilprobleme schließt die Lösung der automatischen Tiererkennung mit ein.

Die Vollmechanisierung des Melkprozesses ist ein Fernziel. Auch die Zuordnung eines Prozeßrechners zum Melkstand kann perspektivisch als Mittel zur rationellen Bewirtschaftung von Milchproduktionsanlagen geeignet erscheinen.

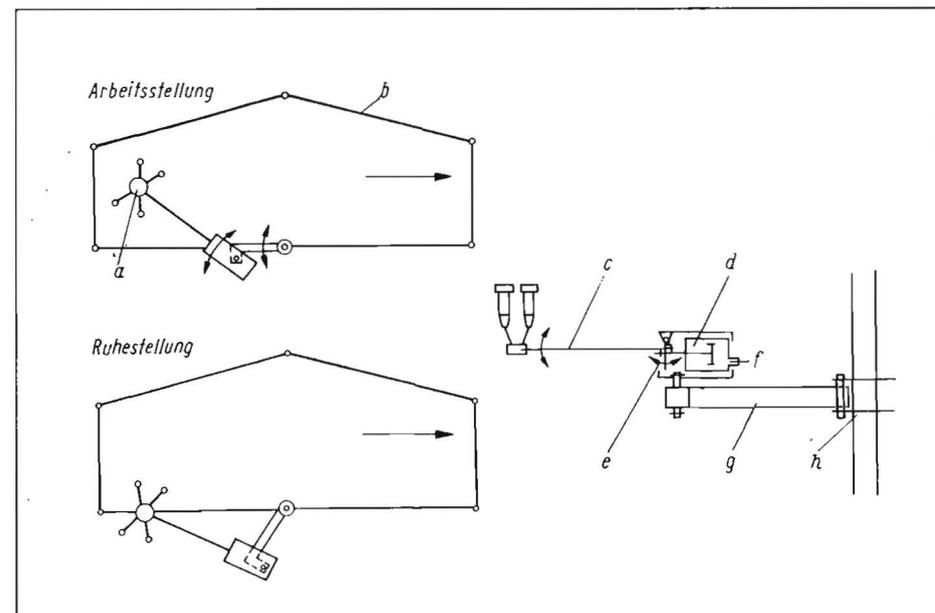
4. Zusammenfassung

Die nach Bearbeitungsgängen aufgezeigte Entwicklung der maschinellen Milchgewinnung läßt erkennen, daß mit der Einführung des automatisierten Nachmelkens und der automatischen Melkzeugabnahme das Niveau des Impulsa-Physiomatic-Melksystems wesentlich erhöht wird. Als Schwerpunkte der weiteren Forschung und Entwicklung sind die schrittweise Mechanisierung und Automatisierung der im Komplex der Eutervorbereitung anfallenden Bearbeitungsgänge sowie die automatische Datenerfassung und -verarbeitung anzusehen.

Tafel 2. Vergleichsergebnisse zum herkömmlichen und automatisierten Nachmelken mit Impulsa-Physiomatic

Kenngröße	Melken mit Physiomatic	
	herkömmlich	automatisiert
Nachmelkzeit	min 0,88	1,60
Gesammelkzeit	min 6,27	5,67
Melkzeughaftzeit	min 7,34	5,67
Tagesgemelk	kg 14,0	14,9
Fettgehalt	% 3,5	3,7

Bild 4. Schematische Darstellung der Grundausführung zum automatischen Nachmelken und Abnehmen des Melkzeugs; a Melkzeug, b Melkbucht, c Melkzeugarm, d Arbeitszylinder, e Zughebel, f Vakuum, g Tragarm, h Buchtengestell



Das Ziel ist letztlich auf eine Vollmechanisierung des Melkprozesses gerichtet, da im Interesse der Verbesserung der Arbeitsbedingungen nachteiligen Monotonieerscheinungen entgegengewirkt werden muß.

Literatur

- [1] Thum, E.; Wehowsky, G.: Konzeptionelle Vorstellungen zur weiteren Mechanisierung und Automatisierung des Melkprozesses. Monatshefte für Vet. Med. 29 (1974) H. 15, S. 575—578.
- [2] Unverricht, A.; Zipper, J.: Betrachtungen zur Berechnung der Arbeitsleistung für Verfahren der Milchgewinnung. agrartechnik 26 (1976) H. 9, S. 435—437.
- [3] Mielke, H.; Schulz, J.: Automatische Eutergesundheitskontrolle während des Melkens der Kühe. Tierhygiene-Information Eberswalde-Finow. Sonderheft: Probleme der Euter Gesundheit — Mastitisbekämpfung — 1973, S. 73—89.
- [4] Autorenkollektiv: Zwischenbericht zu Unter-

suchungen für weitere technische Lösungen der Euterreinigung. Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin 1976 (unveröffentlicht).

- [5] Autorenkollektiv: Untersuchungen zur Abhängigkeit der Euterreinheit und des Zeitbedarfs für die Euterreinigung von der Aufstallungsform der Milchkuhe. Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, 1977 (unveröffentlicht).
- [6] Uhmann, F.: Zwischenbericht zu Untersuchungen zur mechanisierten Euterreinigung — Studie zur technischen Einordnung einer mechanisierten Euterreinigung im Karussell- und Fischgrätenmelkstand. Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, 1974 (unveröffentlicht).
- [7] Tröger, F.; Lohr, H.: Verfahren zur Mechanisierung des Anrüstens beim Melken der Kühe mit Melkmaschine. Tierzucht 21 (1967) H. 4, S. 184—188.
- [8] Bothur, D.: Untersuchungen zu Problemen der Vorgänge im Euter von Kühen in der Endphase

des maschinellen Melkprozesses sowie zur Ermittlung von Parametern für Milchflußgeber... Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, Dissertation 1975.

- [9] Kohlschmidt, D.: Zwischenbericht über Untersuchungen zur Praxiseinführung der automatischen Nachmelkvorrichtung. Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, 1976 (unveröffentlicht).
- [10] Schulze, H.; Hoffmann, H.-W.: Aufbau und Funktion eines Forschungsmelkstandes mit automatischer Datenerfassung. In: Fortschritte, Probleme und Entwicklungstendenzen bei der industriemäßigen Milchgewinnung. Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, 1973, S. 101—106.

A 1600

1) Gekürzte Fassung eines Referats zur Tagung „Mechanisierung der Tierproduktion“ am 10. und 11. November 1976 in Berlin

Laboruntersuchungen zur Optimierung von Zitzengummieigenschaften

Dr. agr. C. Thalheim, Industrielle Milchproduktion Großserkmannsdorf, Bez. Dresden
 Dr. agr. F. Uhmann, Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin

1. Zielstellung

Der Zitzengummi stellt den Teil der Melkmaschine dar, der beim Milchentzug unmittelbar auf das Euter der Kuh einwirkt. Seine Eigenschaften bestimmen die Dauer des Melkvorgangs und die beim Melkvorgang auftretende Belastung des Euters mit. Die Herstellung optimaler Zitzengummieigenschaften ist deshalb Voraussetzung für eine günstige Gestaltung des Melkprozesses.

Für Impulsa-Zitzengummis des Typs Neopren NW 25 wurde untersucht, ob die bisher verwendete Steifigkeit des Zitzengummischafes einen günstigen Wert darstellt, oder ob Änderungen zu einer Verbesserung der Melkeigenschaften führen können. Neben Praxisuntersuchungen [1] erfolgten Laboruntersuchungen [2]. Die Laboruntersuchungen — über die im weiteren berichtet wird — dienen hauptsächlich zur Messung des Druckverlaufs im Gewebe der Zitze und des Bewegungsverhaltens der Zitzengummis, um daraus Rückschlüsse auf die Massagewirkung der Zitzengummis und die Beeinflussung des Milchflusses durch den Zitzengummi ziehen zu können.

2. Untersuchungsmethode

Die Zitzenspitze stellt den Teil der Zitze dar, der während des Melkvorgangs den stärksten wechselnden Beanspruchungen unterworfen ist. Der auf die Zitze einwirkende Überdruck im Preßtakt und das Vakuum im Saugtakt verringern sich von der Zitzenspitze bis zur Zitzenbasis und erreichen in Höhe der Einspannstellen des Zitzengummis am Melkbecherrand ihr Minimum [3]. Ein Erfassen des beim Melken im Gewebe der Zitzenspitze auftretenden Druckverlaufs kann deshalb als ausreichend zur Charakterisierung der Druckbeanspruchung der Zitze angesehen werden. Zur Messung des Druckverlaufs wurde in das Gewebe der Zitzenspitze (Bild 1) ein den Druck allseitig erfassender Druckaufnehmer eingebracht. Da in physikalischer Hinsicht zwischen dem Gewebe lebender und amputierter Zitzen kein wesentlicher Unterschied besteht [3], konnten amputierte Zitzen für die Messungen verwendet werden. Vom Druck-

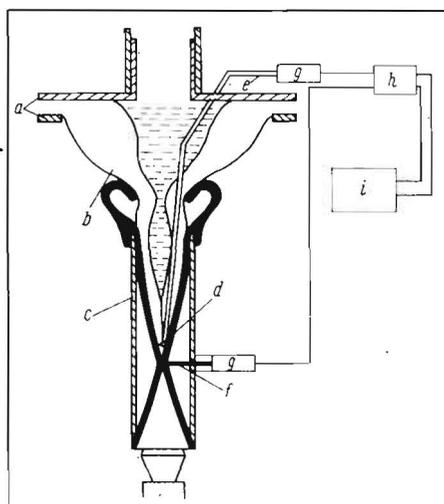
aufnehmer erfolgte die Druckübertragung über einen mit entgastem Wasser gefüllten Herzkatheter auf die Membran eines induktiven Wegaufnehmers. Von dort wurden die Impulse über ein Abgleichgerät auf einen Schleifenoszillografen geleitet und auf Registrierpapier aufgezeichnet.

Die Zitzengummibewegung wurde mit Hilfe eines Taststiftes (Bild 1) erfaßt, der mit einem zweiten induktiven Wegaufnehmer gekoppelt war. Von diesem Wegaufnehmer wurden die Meßimpulse über ein Abgleichgerät ebenfalls auf den Schleifenoszillografen geleitet.

3. Ergebnisse

3.1. Massagewirkung der Zitzengummis

Bild 1. Versuchsaufbau zur Messung des Druckverlaufs in der Zitzenspitze und des Bewegungsverhaltens der Zitzengummis; a Metallplatten zum Einspannen der Zitze, b Zitze, c Melkbecher, d Druckaufnehmer in der Zitzenspitze, e Herzkatheter als Druckübertragungsleitung, f Taststift, g induktive Wegaufnehmer, h Meßverstärker und Abgleichgerät, i Schleifenoszillograf



3.1.1. Überdruck im Gewebe der Zitzenspitze im Preßtakt

Im Bild 2 ist für eine Pulsationsfrequenz von 48 Pulsationen je min und eine Dauer der Übergangsphase von der Saug- zur Preßphase von 10% der Pulsationsdauer schematisch der Überdruckverlauf in der Zitzenspitze innerhalb einer Pulsation dargestellt. Daraus geht hervor, daß beim Übergang von der Saug- zur Preßphase und der damit verbundenen Einfaltbewegung des Zitzengummis zunächst ein sehr schneller Anstieg des Überdrucks im Gewebe der Zitzenspitze bis zum Punkt 1 erfolgt. Dieser Punkt wird etwa dann erreicht, wenn sich beim Einfalten die Wände des Zitzengummis unterhalb der Zitzenspitze erstmalig berühren. Da in diesem Punkt aber der Übergang von der Saug- zur Preßphase noch nicht völlig abgeschlossen ist und der Zitzengummi außerdem Hysteresiseigenschaften aufweist, führt der Zitzengummi danach weiterhin — allerdings bereits stark verlangsamte — Einfaltbewegungen aus. Diese bewirken einen weiteren Überdruckanstieg in der Zitzenspitze. Das Maximum des Überdrucks in der Zitzenspitze wird rd. 0,25 s nach Abschluß der Übergangsphase erreicht. Die Ursachen für den darauf folgenden Abfall des Überdrucks sind nicht

Bild 2. Überdruckverlauf in der Zitzenspitze innerhalb einer Pulsation;

1 Zitzengummiwände berühren sich beim Einfalten unterhalb der Zitze erstmalig, 2 Ende der Übergangsphase von der Saug- zur Preßphase

