

Gegen Milchflußende ergibt sich bei allen Melkmaschinenfabrikaten die Situation, daß weniger Milch aus dem Euter in die Zitzenzisterne nachfließt als über den Zitzenschließmuskel aus der Zitzenzisterne in den Melkbecherinnenraum abgesaugt werden kann. Zu diesem Zeitpunkt des Melkprozesses tritt in der Zitzenzisterne während der Saugphasen Unterdruck auf, die Haftreibung zwischen Zitze und Zitzengummi sinkt sehr stark, und die Melkbecher rutschen an den Zitzen hoch.

Beim Hochrutschen der Melkbecher wird meistens Gewebe in die Öffnung des Zitzengummikopfes eingesaugt, so daß keine oder nur sehr wenig Milch je Zeiteinheit ($< 200 \text{ cm}^3/\text{min}$) vom Euter in die Zitzenzisterne nachfließen kann [1/2/3]. Die nach dem Hochrutschen der Melkbecher in der Euterzisterne noch aus den mittleren und größeren Milchgängen zusammenlaufende Milch wird von der Melkmaschine nicht entzogen und bildet die Nachmilch. Zur Nachmilch ist auch die Milch zu rechnen, die gegen Melkende evtl. noch ejeziert wird und erst nach dem Hochrutschen der Melkbecher der Euterzisterne zufließt [4]. Die Nachmilchmengen werden vom anatomischen Aufbau der Zitzen und des Euters, vom Ejektionsverlauf, besonders gegen Melkende, und von der eingesetzten Melkmaschine beeinflusst. Die Nachmilchmengen betragen weniger als 200 cm^3 bis mehr als 1000 cm^3 je Kuh und Melkung. Sie schwanken zwischen den Herden, zwischen den Kühen einer Herde und auch von Tag zu Tag bei Einzelkühen sehr stark.

Auf die Gewinnung der Nachmilch entfallen etwa 50% der Handarbeitszeit beim maschinellen Melken. Beim gegenwärtigen Stand der Melkarbeit der Kühe in der Landesucht der DDR kann durch einen Wegfall des Nachmelkens oder durch den Einsatz automatischer Nachmelkvorrichtungen die Melkerleistung um 40 bis 60% gesteigert werden.

In Verbindung mit automatischen Anrüstvorrichtungen und Vorrichtungen zum automatischen Abnehmen der Melkzeuge können dann 60 bis 90 Kühe je Melkerstunde gemolken werden.

In Auswertung der Literatur [4] und nach Beobachtungen der Verfasser kann man schlußfolgern, daß keine Klarheit besteht, welche Nachmilchmenge bei gesunden Kühen ohne Leistungsdepressionen im Euter verbleiben können. Bei Kühen mit Neigungen zu Sekretionsstörungen wird von Tierärzten aus prophylaktischen Gründen eine weitgehende Nachmilchgewinnung gefordert. Es gibt jedoch keine konkreten Angaben von Tierärzten, wie weit aus prophylaktischen Gründen die Nachmilchgewinnung erfolgen sollte, d. h. wieviel cm^3 Nachmilch im Euterviertel verbleiben können.

Unter Beachtung des gegenwärtigen Standes der Melkarbeit der Kühe, der Laktationsphysiologie, der Mastitisforschung sowie des Melkmaschinenbaues und der zu erwartenden Fortschritte im Prognosezeitraum ergibt sich für den Melkanlagenbau die Aufgabe, Melkmaschinen zu entwickeln, die ein Weglassen der Arbeitsgänge Maschinennachmelken und Handnachmelken zulassen.

Versuchsergebnisse

Die Verfasser führten in den Jahren 1965 bis 1970 Versuche zur automatischen Senkung der Nachmilch bis unter 200 cm^3 je Melkakt durch, über deren Ergebnisse kurz berichtet werden soll.

In vier Versuchen wurde beobachtet, daß technische Veränderungen am Pulsations- und Vakuumsystem, die ein schnelleres Melken zur Folge haben (höherer Milchfluß in

g/min), auch zu höheren Nachmilchmengen führen und umgekehrt. Die Dauer der Saugphasen und die Melkvakuumhöhe haben diesbezüglich einen wesentlich größeren Einfluß als Pulsationszahlveränderungen im Bereich von 40 bis 60 Pulsationen je Minute. Vom Pulsations- und Vakuumsystem ausgehende Streß-Einfüße, z. B. kürzere Preßphasen d^1 als 0,18 s oder Restvakuum im Melkbecherzwischenraum während der Preßphase, bewirken ein allmähliches Ansteigen der Maschinenmelkzeit, häufigere Nachjektionen, wesentlich höhere Nachgemelke und absinkende Milchleistungen [4].

Für die Konstruktion von Pulsationssystemen mit 45 bis 55 Doppelpulsationen je Minute (Wechseltaktmelkmaschinen) werden folgende Kennzahlen empfohlen:

Dauer der Übergangsphase a von der Preß- zur Saugphase 0,10 bis 0,20 s,

Dauer der Preßphase d 0,20 bis 0,40 s;

durch optimale Ausbildung des Pulsations- und Vakuumsystems scheint jedoch eine handarbeitslose automatische Gewinnung der Nachmilch gemäß der Zielstellung nicht möglich zu sein.

Drei Versuche mit unterschiedlich ausgebildeten Zitzengummis ergaben, daß von der Ausbildung des Zitzengummischafes vorwiegend die Melkgeschwindigkeit und von der Ausbildung des Zitzengummikopfes vorwiegend die Nachmilchmenge beeinflusst werden.

Bei einem Vergleich von zehn verschiedenen Zitzengummifabrikaten mit Elfa-Neopren-Zitzengummis NW 25 mit kleinem Kopf ergaben sich zwischen den besten und den schlechtesten Zitzengummis folgende Unterschiede:

Maschinengemelk	4,8%
Gesamtgemelk	5,1%
Maximaler Milchfluß	17,6%
Mittlerer Milchfluß	22,3%
Maschinenmelkzeit	33,5%
Maschinennachmilch	123,4%

Untersuchungen zur Verbesserung der Zitzengummieigenschaften sind erfolgversprechend, obwohl eine völlig handarbeitslose Gewinnung der Nachmilch bis auf weniger als 200 cm^3 je Melkakt durch Verbesserung der Zitzengummis nicht zu erwarten ist [4].

Ein Nachmelkversuch mit einem in Schwingungen versetzten Melkzeug (Vibrator) erbrachte keine Hinweise, daß auf diesem Wege eine handarbeitslose automatische Gewinnung der Nachmilch möglich ist (Bild 1) [4].

Wird nach dem Hochrutschen der Melkbecher gegen Milchflußende das Melkzeug abgenommen und nach einer Wartezeit von etwa 1 min erneut angesetzt, so kann ein Teil der Nachmilch ohne Nachmelkgriffe gewonnen werden. Eine handarbeitslose automatische Gewinnung der Nachmilch ist jedoch auf diesem Wege nicht möglich, auch ergeben sich ungünstige Einflüsse auf die Verweildauer der Kühe im Melkstand [4].

In drei Überkreuzversuchen mit 17, 13 und 27 Kühen (136, 156 und 702 Meßwerte) wurden die Melkzeuge nach dem Hochrutschen der Melkbecher oder dem Ansprechen der Abschaltautomatik des Physiomatic-Melksystems [7] mit einem an der Zentrale befestigten Drahtseil oder Hebel

* VEB Kombinat Impulsa Elsterwerda

** Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Karl-Marx-Universität Leipzig

¹ Kennzeichnung von Pulsationskurvenabschnitten auf Meßschriften siehe [5/6]

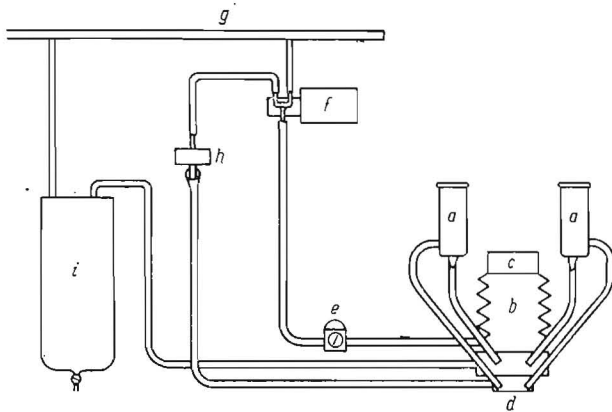


Bild 1. Schema — Melken mit Vibrator, vom Impulsgeber wird abwechselnd Vakuum und atmosphärische Luft zum Vibrator (Faltenbalg) geleitet und so das Melkzeug in Schwingungen versetzt (Frequenz 3 bis 4 Hz). a Melkzeug, b Vibrator, c Zusatzmasse; d Zentrale, e Impulsgeber für Vibrator, f Magnet mit Steuerschieber, g Unterdruckleitung, h Pulsator, i Recorder

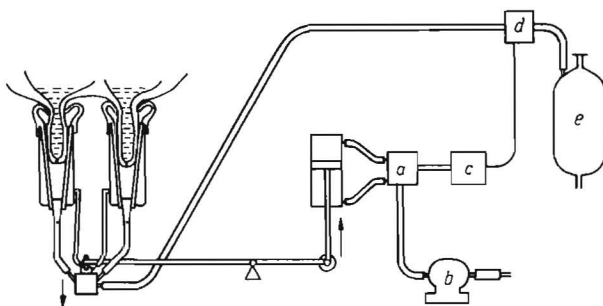
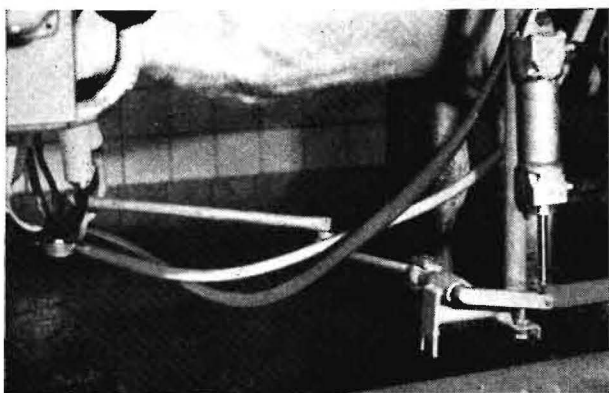


Bild 2. Schema der benutzten Nachmelkzugvorrichtung. Die Zugkraft wird über einen Schwenkarm (Hebel) übertragen, an dem das Melkzeug befestigt ist. a Ventilblock, b Vakuumpumpe, c Steuergerät, d Milchflußgeber (Lichtschranke), e Recorder

mit einer Kraft von 3 bis 5 kp rhythmisch senkrecht nach unten gezogen (Bild 2 und 3). Dadurch öffnete sich die Verbindung zwischen Euterzisterne und Zitzenzisterne, und es konnten im Mittel 48, 63 und 67 % der Nachmilch automatisch gewonnen werden. Im Euter verblieben durchschnittlich 122, 156 und 251 cm³ durch Handnachmelken ermelkbare Milch. Die Gesamtnachmilch betrug im Mittel 236, 420 und 768 cm³ je Melkakt. Bei den ersten beiden Versuchen betrug die Einschaltdauer der Nachmelkvorrichtung durchschnittlich 1,35 und 0,95 min. Beim dritten Versuch wurde konstant 1 min bei allen Kühen automatisch nachgemolken. In bezug auf die hohe Gesamtnachmilchmenge von 768 cm³ war die Nachmelkzeit von konstant 1 min (nach

Bild 3. Nachmelk-Zugvorrichtung in Betriebsstellung



Zeitprogrammgeber) offensichtlich etwas zu kurz, so daß 251 cm³ Nachmilch im Euter verbleiben konnten. Bemerkenswert ist, daß in den ersten 0,5 min des automatischen Nachmelkens im Mittel 75,8 % der insgesamt automatisch ermelkbaren Nachmilch gewonnen werden konnten (Versuch 2, Bild 4). Ob das automatische Nachmelken günstiger zeitprogrammiert oder milchflußgesteuert zu beenden ist, bedarf weiterer Untersuchungen. Bei diesen Versuchen zeigten sich große Unterschiede hinsichtlich der Wirksamkeit des automatischen Nachmelkens zwischen den Kühen (Versuch 3, Bild 5). Es ist noch zu untersuchen, ob der automatisch gewinnbare Nachmilchanteil mit der Gesamtnachmilchmenge korreliert.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen erfolgte Ende 1969 ein Ausmelkversuch mit 64 Kühen über 56 Tage in einem 2 × 4-Buchten-Tandemmelkstand. Die automatischen Ausmelkvorrichtungen waren an das Impulsa-Physiomatic-Steuergerät MA 1 angeschlossen /7/.

Die Kühe waren in drei Gruppen zu 2 × 24 und 1 × 16 Kühen unterteilt. Die beiden ersten Gruppen unterlagen einem Überkreuzversuch, die dritte Gruppe wurde während der gesamten Versuchsdauer mit automatischen Ausmelkvorrichtungen gemolken. Der Versuch wurde in zwei Abschnitten von 24 und nachfolgend 20 Tagen Dauer durchgeführt.

Im ersten Versuchsabschnitt wurde die automatische Ausmelkvorrichtung bei einem Milchfluß von 0,3 l/min eingeschaltet und bei einem Milchfluß von 0,1 l/min außer Betrieb gesetzt. Im zweiten Versuchsabschnitt erfolgte die Einschaltung der automatischen Nachmelkvorrichtung bei 0,40 l/min und das Außerbetriebsetzen der Nachmelkvorrichtung bei 0,20 l/min. Die erzielten Ergebnisse basieren auf 1152 Gemelken im ersten Versuchsabschnitt und 960 Gemelken im zweiten Versuchsabschnitt. Alle Versuchskühe wurden zur Kontrolle der Euterentleerung mit der Maschine und von Hand gründlich nachgemolken, ausgenommen 12 Kühe in der ersten Laktation, die nur mit der Maschine nachgemolken wurden.

In den Gesamtgemelken trat kein Unterschied auf. Das war auch nicht zu erwarten, da alle Kühe entsprechend dem Versuchsprogramm gründlich ausgemolken wurden. Im ersten Versuchsabschnitt konnten 73,5 %, im zweiten 70,7 % der Nachmilch automatisch gewonnen werden. Im Euter verblieben 115 und 199 cm³ Nachmilch bei einer Gesamtnachmilch von 434 und 678 cm³ je Melkakt. Bei 77,6 % aller Gemelke mit automatischer Nachmelkvorrichtung lag die im Euter zurückgelassene Milch unter 200 cm³. Die Maschinenmelkzeit verlängerte sich durch das automatische Nachmelken im Mittel um 1,05 und 0,44 min.

Während des Versuches wurden von allen Kühen fünfmal Ganzeutermilchproben vom Tiergesundheitsamt Stendal nach dem Mastitis-Schnelltest Bernburg auf Zellgehaltserhöhungen sowie bakteriologisch untersucht. Eine sechste Probe erfolgte 4 Wochen nach Versuchsende. Das Ergebnis zeigt Bild 6. Die Werte der drei unterschiedlich behandelten Kuhgruppen korrelieren sehr stark, jedoch war kein Einfluß der automatischen Nachmelkabschnitte zu erkennen. Das deutet auf eine sehr starke außerhalb der Versuchsfrage liegende exogene Beeinflussung des Zellgehalts durch bisher nicht erkannte Einflüsse hin.

Trotz hohen Anteils positiver Ganzeutermilchproben beim Mastitis-Schnelltest waren nur sechs Ganzeutermilchproben je einmal bakteriologisch während des Versuchszeitraums positiv.

Beim intensiven traditionellen Maschinennachmelken mit Ausmelkgriffen wurden von einem guten Melker im Mittel 85 Prozent der Nachmilch ermolken, und es verblieb durchschnittlich 81 cm³ Handnachmilch im Euter. Das kennzeichnet die möglichen Ausmelkgrade automatischer Ausmelkvorrichtungen /4/.

Das Ausmelkverfahren „Rhythmisches Ziehen an der Melkzeugzentrale gegen Melkende“ eignet sich gut zur Automati-

Bild 4
Nachmelkversuch 2. Mit der Nachmelkvorrichtung insgesamt und in den ersten 0,5 min ermolkene Nachmilch

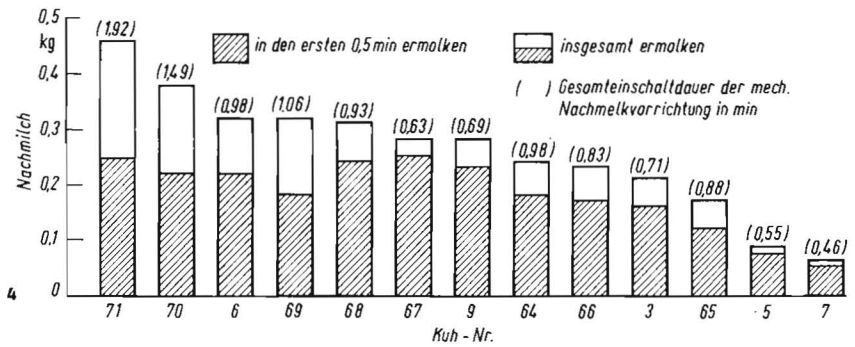
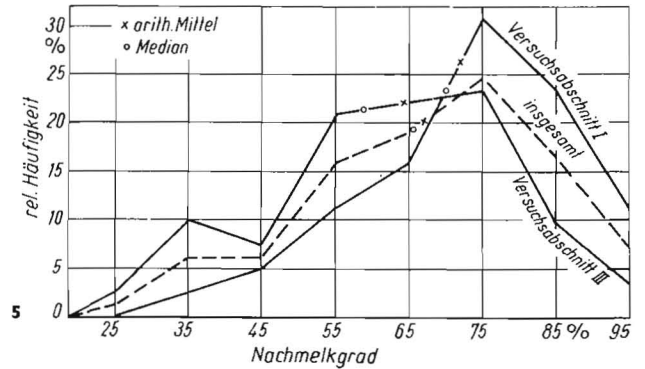


Bild 5
Nachmelkversuch 3. Häufigkeitsverteilung der Nachmelkgrade (automatisch ermolkene Nachmilch in % der Gesamtnachmilch je Melkakt)

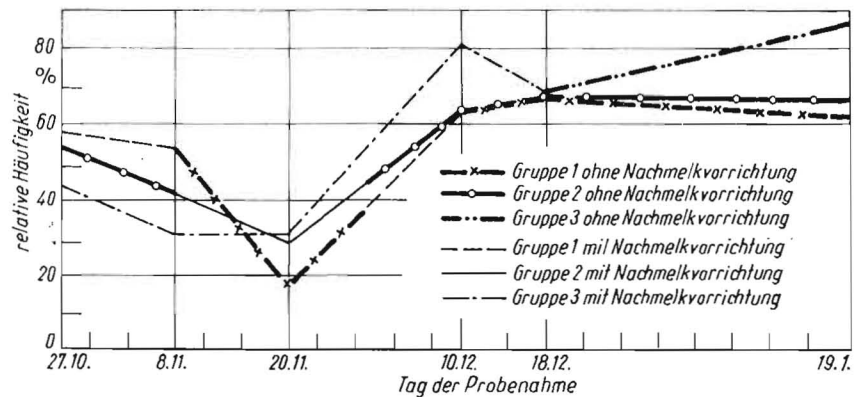


sierung des Arbeitsganges Nachmelken. Besondere Vorteile ergeben sich, wenn das Melkzeug auf einen Schwenkarm montiert wird, mit dem die notwendige Zugkraft beim Ausmelken übertragen, aber auch nach Beendigung des Ausmelkvorgangs das Melkzeug automatisch abgenommen und ausgeschwenkt werden kann.

Zusammenfassung

Von 1965 bis 1970 erfolgten in 13 Versuchen mit insgesamt 237 Kühen technische Untersuchungen zur Senkung der Nachmilch. Technische Veränderungen am Pulsations- und Vakuumsystem (Pulsationszahl, Pulsationskurvenform, Melk- und Pulsatorvakuum), die ein schnelleres Melken zur Folge haben, führen im allgemeinen zu ansteigenden Nach-

Bild 6
Nachmelkversuch 4. Indirekte Zellgehaltsbestimmung nach dem „Mastitis-Schnelltest Bernburg“, durchgeführt vom Tiergesundheitsamt Stendal. Positive Fälle von Ganzeuter-Milchproben. Versuchsbeginn 26. Okt. 1969, Versuchsende 20. Dez. 1969



milchmengen und umgekehrt. Veränderungen am Pulsations-system mit „Streß-Wirkungen“, wie zu kurze Preßphasen d (< 15 Prozent der Pulsation) führen zu einem langsameren Melken und steigenden Nachmilchmengen. Zwischen Zitzengummifabrikaten ergaben sich Nachmilchunterschiede bis zu 123 Prozent. Wesentlichen Einfluß auf die Nachmilch hatte die Elastizität des Zitzengummikopfes. Eine handarbeitslose Nachmilchgewinnung durch Verbesserung der Zitzengummis wurde jedoch nicht erreicht. Ein Tastversuch mit einem Vibratormelkzeug erbrachte keine wesentliche Nachmilchverringering. Durch Vorrichtungen, die das Melkzeug nach dem Hochrutschen der Melkbecher mit einer Kraft von 3 bis 5 kp nach unten ziehen, konnten in vier Versuchen im Mittel 48, 63, 66 und 72 Prozent der Gesamtnachmilch bei mittleren Nachmelkzeiten der technischen Vorrichtung von etwa 1 bis 1,5 min ohne Handarbeit ermolken werden. Im Euter verblieben im Mittel 122, 156, 251 und 152 cm³ Nachmilch. Eine Beeinträchtigung der Eutergesundheit wurde nicht beobachtet. Beim herkömmlichen Maschinennachmelken mit Ausmelkgriffen wurden im Mittel 85 Prozent der Gesamtmilch ermolken.

Mit Hilfe von Nachmelkzugvorrichtungen können in naher Zukunft 70 bis 80 Prozent der Gesamtnachmilch ohne Handarbeit ermolken werden. Eine Vollautomatisierung der Arbeitsgänge „Nachmelken“ und „Abnehmen des Melkzeuges“ ist möglich.

Literatur

- SCHNERCH, J.: Untersuchungen an Melkmaschinen und deren Bestandteilen zwecks Ausarbeitung von Vorschlägen für deren Weiterentwicklung. Institut für Landtechnik der KMU Leipzig (1955), unveröffentl.
- KLEINKE, G.: Untersuchungen über die Wirkung der Melkbecher auf das Euter der Kuh beim Melken mit der Maschine. Diss. Leipzig 1963
- HOFFMANN, H.-W.: Untersuchungen zur Automatisierung der Endphase des maschinellen Melkprozesses unter besonderer Berücksichtigung des selbsttätigen Abschaltens des Melkvorganges. Diss. Leipzig 1969
- WEHOWSKY, G. / D. KOHLSCHMIDT / H. SCHULZE / J. LANDSMANN / M. GABRIEL: Erarbeitung von Grundlagen für Ausmelkvorrichtungen. Sektion Tierprod. u. Vet.-Med. der KMU Leipzig 1969, Forschungsbericht, unveröffentl.
- WEHOWSKY, G. / D. KOHLSCHMIDT: Braucht die Landwirtschaft einen Melkanlagenprüfdienst? Deutsche Agrartechnik 16 (1966) H. 8, S. 372 bis 375
- THIEL, C. C. / C. O. CLAEFFSON / K. RABOLD: Machine Milking — Definitions and Terminologie. Dairy Science Abstracts 31 (1969) S. 49 bis 53
- RÖMER, S.: Die Melkautomatisierungseinrichtung MA 1. Informationen des Landmaschinen- und Traktorenbaues der DDR (1970) S. 214 bis 218 A 8259