

Ansetzgenauigkeit des Melkzeuges bei einem automatischen Melksystem

Cluster Fixation Accuracy of an Automatic Milking System

Thomas Hügler¹, Helga Andree¹ und Eckhard Boll²

¹⁾ Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

²⁾ Bildungs- und Beratungszentrum Futterkamp der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Kurzfassung: Seit etwas mehr als zwei Jahren werden automatische Melksysteme (AMS) von zwei Firmen als Serienprodukte auf dem Markt angeboten. Sie sollen das Melkpersonal von der täglich mindestens zweimal zu festgelegten Tageszeiten durchzuführenden Melkarbeit befreien. Hierfür müssen die Systeme die bei konventionellen Melkanlagen noch nicht automatisierten Routinearbeiten Euterreinigung, visuelle Milchkontrolle sowie Melkzeug ansetzen und ausrichten übernehmen. Diese Arbeiten müssen zügig und sorgfältig durchgeführt werden, damit die physiologischen Bedürfnisse der Kuh erfüllt werden. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Arbeitsqualität für die Routinearbeit Melkzeug ansetzen bei einem der automatischen Melksysteme. Grundlage für dessen Beurteilung bilden dabei die Vorgaben, die den Begriff „physiologisches Melken“ kennzeichnen.

Das AMS beendete mehr als 95 % aller Ansetzversuche erfolgreich. Weniger als 70 % der Ansetzversuche waren jedoch innerhalb einer Minute abgeschlossen. Das System benötigte in über 15 % der beobachteten Ansetzversuche mehr als zwei Minuten, bis das Melkzeug korrekt saß. Werden zu diesen 15 % die 5 % abgebrochene Ansetzversuche addiert, dann fand in etwa 20 % aller Ansetzversuche ein korrektes Anrücken als Voraussetzung des physiologischen Melkens nicht statt.

Deskriptoren: Automatische Melksysteme, Arbeitsqualität, physiologisches Melken

Abstract: For about two years now two firms have been offering automatic milking systems (AMS) as series production. They are supposed to relieve the milking staff of the milking work which has to be carried out at least twice a day at fixed times. On this occasion the system must carry out the working routines such as udder cleaning, visual milk control, cluster fixation and cluster alignment. This work must be done quickly and carefully in order to satisfy the physiological needs of the cows. This paper examines the work quality of routine cluster fixation by an automatic milking system. The basis for evaluation are the standards characterising "physiological milking".

The AMS completed more than 95 % of all cluster fixation attempts successfully. Fewer than 70 % of these attempts were finished within one minute. The system needed more than two minutes in over 15 % of the observed attempts before the cluster was fitted correctly. If the 5 % aborted attempts are added to these 15 %, then correct udder stimulation as a prerequisite for physiological milking did not take place in approximately 20 % of all attempts.

Keywords: automatic milking systems, work quality, physiological milking

1 Einleitung

Melken muß zügig, schonend und vollständig erfolgen. Um dies zu gewährleisten hat KARCH [1] den Begriff „physiologisches Melken“ definiert. Er versteht darunter, daß nach einem einminütigen, fachgerechten Anrücken ohne zeitlichen Verzug das Melkzeug angesetzt werden muß. Am Melkende erfolgt dann ein Kontrollgriff, um zu prüfen, ob das Euter vollständig ausgemolken wurde.

Ein eventuell vorhandenes Nachgemelk soll durch Belastung des Sammelstückes abgemolken werden.

Um fachgerecht und physiologisch zu melken, benötigt ein Melker pro Kuh und Melkzeit, wenn er die Routinearbeiten sorgfältig und tiergerecht durchführt, mindestens zwei Minuten. Es ergibt sich eine theoretische Arbeitsleistung von 30 Kühen je Arbeitskraftstunde (AKh). Störeinflüsse wie herunter getretene Melkzeuge, langsam melkende Kühe, das Eintreiben von Kühen in

den Melkstand und andere mehr lassen unter praktischen Verhältnissen Leistungen über 25 Kühe/AKh nicht zu.

Die Entwicklung der Melktechnik in den letzten Jahren hat deshalb vor allem die Steigerung der Arbeitsproduktivität zum Ziel. Stimulations-, Nachmelk- und Abnahmeautomatik senken die notwendige Zeit für Routinearbeiten auf ca. 1 Minute pro Kuh und Melkzeit [1, 2]. Die auf dem Markt angebotene Technik für diese Routinearbeiten ist technisch ausgereift und erledigt die durchgeführten Arbeiten in einer Qualität, die derjenigen eines sorgfältig arbeitenden Melkers in nichts nachsteht [1, 3, 4]. Die Melkperson hat bei solcherart automatisiertem Melkstand nur noch die Routinearbeiten Abmelken der ersten Striche, Euter- und Zitzenreinigung, Milchkontrolle sowie Ansetzen und Ausrichten des Melkzeuges zu erledigen. Die Melkleistung verdoppelt sich, so daß das Melken von 50 – 60 Kühen pro AKh realisierbar wird.

Die genannten Routinemaßnahmen müssen zu jeder Melkzeit bei jeder zu melkenden Kuh vorgenommen werden. Das bedeutet in einer Milchviehherde, bei der die Kalbungen über das ganze Jahr verteilt sind, melken an 365 Tagen im Jahr. Dies führt zu einer hohen Arbeitsbelastung in Milchviehbetrieben. Die Arbeit wird deshalb vor allem in Familienbetrieben auf zwei Melkzeiten pro Tag beschränkt. Diese Betriebe verzichten dabei auf einen Teil des möglichen Milchertrages einer Kuh. So zeigte RABOLD [5], daß Kühe, die den Kraftfutter – Abrufautomaten aufsuchten und dort immer dann gemolken wurden, falls seit ihrer letzten Melkung mehr als drei Stunden vergangen waren, im Vergleich zu einer Kontrollgruppe einen etwa 20 % höheren Milchertrag (FCM) erbrachten (Bild 1). Er bezeichnet diese Vorgehensweise mit „voluntary milking“.

GERSTER [6] und HUCK [7] stellten fest, daß bei dreimaligem Melken durch die häufigere Euterentleerung eine Vermehrung des sekretorischen Drüsengewebes erfolgt. Die Aussage wird durch RABOLD [5] bestätigt. Er stellt als Folge des voluntary milking einen deutlich langsameren Rückgang, also eine verbesserte Persistenz, der mittleren Milchleistung von einer Woche zur nächsten in der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe fest.

Da beim voluntary milking die Kuh Zeitpunkt und Häufigkeit des Milchentzuges bestimmt, ist ein an Personen gebundenes Melken nicht mehr möglich.

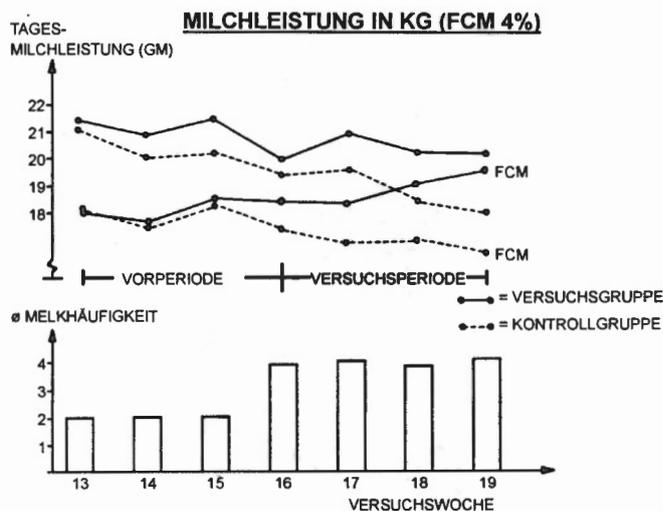


Bild 1: Milchleistung in Abhängigkeit von der Melkhäufigkeit [5]

Fig. 1: Milk yield depending on milking frequency

Die Arbeitsgänge Euter-/Zitzenreinigung, Milchkontrolle und Melkzeug ansetzen, die beim konventionellen Melken vom Menschen vorgenommen werden müssen, muß dann ein Automat durchführen. Dabei erweist es sich als sinnvoll, Melktechnik und Kraftfuttergabe in einer Station zu vereinen. Das mehrmalige, freiwillige Aufsuchen der Kraftfutterstation durch die Kuh eröffnet die Möglichkeit des mehrmaligen Melkens, ohne daß zusätzliche Reize für einen Besuch des Melksystems geschaffen werden müssen.

Die geringsten Probleme bei der Automatisierung bereitet dabei die Euter-/Zitzenreinigung. Hierfür sind nach ARTMANN [8] schon seit langer Zeit technische Lösungen vorhanden.

Größere Probleme bereitet das Ansetzen der Melkbecher. Das automatische Melksystem muß mit seinem Servicearm dabei die relativ kleine Öffnung des Zitzenbeckers in einem X – Z – Koordinatensystem hinreichend genau unter der Zitze positionieren, damit diese bei der anschließenden vertikalen Bewegung (in Y – Richtung) des Servicearmes in den Melkbecher aufgenommen wird (Bild 2).

Die inzwischen hierfür eingesetzten Meßtechniken und Positionierungsverfahren beenden nach SCHÖN und WENDL [9] in 94 bzw. 97 % einen Ansetzversuch des Melkzeuges an einer Kuh erfolgreich.

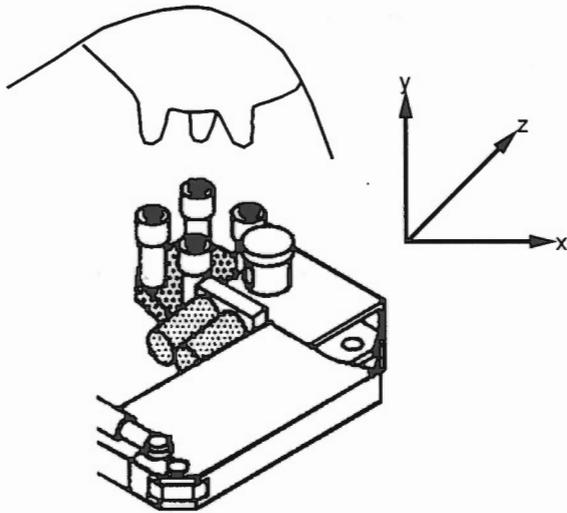


Bild 2: Servicearmbewegungen unter dem Euter
 Fig. 2: Movements of the service unit under the udder

2 Melken konventionell und mit automatischen Melksystemen

Vorbildliches Melken wird zum einen durch die Milchhygieneverordnung vorgeschrieben. Außerdem verlangen die physiologischen wie auch hygienischen Ansprüche der Kuh die Einhaltung einer bestimmten Reihenfolge bei der Melkarbeit. Nach WORSTORFF [10] beginnt die Melkvorbereitung mit dem Wegmelken der ersten Striche, um zu verhindern, daß diese keimreiche Milch in die oberen Euterregionen gelangt. Das anschließende Vorgemelk ist auf pathologische Veränderungen hin zu prüfen. Anhand der Sinnenprüfung muß das Melkpersonal entscheiden, ob die Milch in den Sammelmilchtank darf. Anschließend ist besondere Sorgfalt bei der Zitzenreinigung gefordert. Eine kurze Eutermassage und eine intensive Massage der Zitzen zur Tonuslockerung stimuliert die Kuh zur Milchhergabe. Anschließend wird das Melkzeug angesetzt und ausgerichtet. Ist eine Stimulationsautomatik vorhanden, wird das Melkzeug unmittelbar nach der Euter- und Zitzenreinigung angesetzt. Das Ansetzen selbst dauert selten länger als 10 Sekunden [11]. Nach ZSCHÖK et al. [12] dürfen nach Beginn der Eutervorbereitung bis zum Ansetzen des Melkzeuges höchstens 1 – 1,5 Minuten vergehen. Der gesamte Melkprozeß sollte nach spätestens 10 Minuten abgeschlossen sein, da die Wirkung des Oxytocins nur 7 – 10 Minuten anhält.

Schulmäßiges Melken setzt, wie dargestellt, die fließende Aneinanderreihung mehrerer Handgriffe voraus, wobei die Hände des Melkers die Funktion verschiede-

ner Werkzeuge erfüllen. Bei automatischen Melksystemen müssen mechanische Werkzeuge diese Funktionen übernehmen. Dies ist jedoch mit einem mehrmaligen Werkzeugwechsel verbunden, was bei dem Versuch, den äußerst komplexen Vorgang Melken zu automatisieren, zwangsläufig zu einem äußerst aufwendigen mechanischem Gebilde mit umfangreicher Meß- und Regelungstechnik führt.

Kühe reagieren sehr sensibel auf alle Aktionen, die bei der Melkvorbereitung und während des Melkens stattfinden. Anbieter von automatischen Melksystemen haben deshalb durch eine veränderte Reihenfolge der einzelnen Arbeitsschritte die Zahl der Werkzeugwechsel und der Werkzeuge stark reduziert indem sie entweder etliche Aufgaben vor allem in die Melkbecher integriert oder aber ganz weggelassen haben. **Übersicht 1** stellt die Melkvorbereitungen der beiden seit etwa zwei Jahren auf dem Markt erhältlichen automatischen Melksysteme einander gegenüber.

Übersicht 1: Melkvorbereitung bei automatischen Melksystemen (AMS)

Outline 1: Milking preparation with Automatic Milking Systems (AMS)

AMS (I)	AMS (II)
Reinigen	Ansetzen
Ansetzen	Reinigen
	Keine Reststimulation
	Vorgemelk
	Melken
	Leitfähigkeitsmessung beim Melken

Bei AMS (I) erfolgt zunächst eine Zitzenreinigung mittels zweier mit Tüchern umhüllten Rollen bevor die Melkbecher angesetzt werden. Bei dem AMS (II) werden die Melkbecher ohne Vorbehandlung direkt angesetzt. Eine im Melkbecher integrierte Reinigungseinrichtung spült vorgewärmtes Wasser in den Zitzenbecherkopf, das die Zitze reinigen soll. Nach einer vorgegebenen Reinigungszeit beginnt dann wie beim anderen System ohne vorherige Reststimulation das eigentliche Melken.

Die Kontrolle der Milch auf pathologische Veränderungen erfolgt bei den beiden auf dem Markt angebotenen Verfahren durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit der Viertelsmelke. Dies geschieht während des Hauptmelkes. Bisherige Untersuchungen zur Leitfähig-

keit weisen sie bisher jedoch nur als tauglichen Indikator für subklinische Mastitiden im Vormelk aus [10, 13]. Ob sie die visuelle Kontrolle der ersten Milch ersetzen kann, muß in euterpathologischen Untersuchungen noch nachgewiesen werden.

3 Material und Methoden

3.1 Zusammensetzung der Versuchsherde

Die Untersuchungen zur Ansetzgenauigkeit automatischer Melksysteme finden im Bildungs- und Beratungszentrum Futterkamp der Landwirtschaftskammer Schleswig – Holstein statt. Das dort im Juni 1998 installierte automatische Melksystem arbeitet nach dem in der Übersicht 1 vorgestellten Verfahrensablauf AMS (I). Es ist in einem 1 +1 Liegeboxenlaufstall am Kopfende des Futterganges installiert. Im dem Stall wurden im Versuchszeitraum bis zu 47 Kühe der Rassen Angler, Rotbunt bzw. Schwarzbunt gehalten. Sie wurden aus der auf dem Betrieb vorhandenen 100 köpfigen Milchvieherde zufällig ausgewählt. Die Restherde wird in einem zweiten Liegeboxenlaufstall gehalten und in einem Fischgrätenmelkstand gemolken. Kühe, die im AMS Probleme bereiteten, werden gegen Tiere aus der zweiten Herde ausgetauscht. Auf diese Weise werden die durch Kühe bedingten Fehler minimiert. Es liegen folglich ideale Versuchsbedingungen für die technische Erprobung eines automatischen Melksystems vor.

3.2 Aufbau und Arbeitsweise des automatischen Melksystems

Das AMS entspricht einer Tandembox. Die Kuh betritt das System durch die Eingangstür. Sie wird identifiziert, festgehalten und erhält Kraftfutter, falls sie die Bedingungen für ein Melken erfüllt. Dies ist der Fall, sobald ein zeitlicher Abstand zum vorangegangenen Melken überschritten oder eine gewisse Milchleistung erwartet wird. Ein an der Rückwand der Melkbox gelenkig installiertes Halteschild sorgt für eine grobe Fixierung der Kuh. Es dient gleichzeitig als Sensor zu deren groben Positionsbestimmung und als Führungsgröße beim Einschwenken des Servicearmes unter die Kuh. Der Servicearm hält das Melkzeug und die mit Tüchern umhüllten Rollen zur Zitzenreinigung. Er besitzt als Meßsystem für die exakte Positionsbestimmung der einzelnen Zitzen einen mit einem Schwenkmechanismus ausgestatteten Lasersensor. Der Lasersensor ermittelt den Abstand zur Zitze. Aus Schwenkwinkel und Abstand der Zitze zum Laser erfolgt dann durch Triangulation deren Positionsbestimmung.

Betritt eine zu melkende Kuh das AMS, dann sucht das System, nachdem der Servicearm eingeschwenkt wurde, zunächst die beiden hinteren Zitzen. Der Servicearm wird dann so unter dem Euter positioniert, daß die Öffnung des entsprechenden Melkbechers exakt unter der dazu gehörenden Zitze sich befindet. Er führt anschließend einer Bewegung in Y – Richtung (also vertikal) durch, um den Melkbecher anzusetzen. Während des gesamten Ansetzvorganges ist das Lasermeßsystem aktiv, um den Servicearm eventuellen Bewegungen der Kuh und den damit verbundenen Positionsänderungen der Zitze quasi in Echtzeit nachzuführen

Gelingt es nicht, den Meßbecher korrekt zu plazieren, dann wird der Servicearm abgesenkt und die Position der entsprechenden Zitze erneut bestimmt. Der geschilderte Vorgang wird wiederholt, bis der Steuerungscomputer aufgrund der eingehenden Meßergebnisse des Lasermeßsystems davon ausgeht, daß der Zitzenbecher die Zitze korrekt aufgenommen hat. Ein Ansetzversuch des automatischen Melksystems (AMS) ist folglich durch eine Hubbewegung des Servicearmes in Y – Richtung gekennzeichnet. Dies bedeutet, daß unter idealen Bedingungen das komplette Melkzeug bereits nach vier Servicearmhüben korrekt am Euter sitzt.

Nach jedem erfolgreichen Melkversuch speichert das AMS die gefundenen Zitzenpositionen. Sie finden Verwendung in einer Lernfunktion. Diese soll bei nachfolgenden Melkungen zu einem sicheren und zügigen Ansetzen der Melkbecher beitragen.

Gelingt es nicht innerhalb einer vorgegebenen Zeit, das Melkzeug anzusetzen, so wird der Melkvorgang abgebrochen und die Kuh mittels Austreibevorrichtung aus der Melkbox getrieben.

Das AMS startet das Melken an den einzelnen Eutervierteln, sobald der entsprechende Melkbecher angesetzt worden ist. Die Milch der einzelnen Viertel wird über Einzelschläuche abgeleitet. In jedem Milchschauch befindet sich ein Milchflußmesser. Wird 1 Minute nach dem erwarteten erfolgreichen Ansetzen des einzelnen Melkbechers kein Milchfluß registriert, dann wird, falls ein Eutervorderviertel betroffen ist, der entsprechende Melkbecher abgenommen und nach der zuvor beschriebenen Prozedur erneut anzusetzen versucht. Ist hingegen der Melkbecher eines der beiden Euterhinterviertel nicht korrekt angesetzt, so müssen sowohl die Melkbecher der beiden Vorderviertel als auch der falsch sitzende Melkbecher des Hinterviertels abgenommen werden, damit das Lasermeßsystem eine ungehinderte Positionsbestimmung der Zitze durchführen kann. Das bedeutet,

daß an Eutervierteln, bei denen schon das Hauptgemelk in vollem Gange ist, das Melken unterbrochen wird. Unter Umständen kann es sogar passieren, falls es dem AMS nicht gelingt, bei dem Korrekturversuch die einzelnen Melkbecher korrekt anzusetzen, daß die Kuh aus der Melkbox getrieben und das Melken folglich abgebrochen wird. Dies ist spätestens dann der Fall, wenn nach einer zweiten Melkzeugkorrektur an einem der Milchschräume kein Milchfluß registriert wird.

Eine Melkzeugkorrektur liegt immer dann vor, sobald bei einem scheinbar korrekt sitzenden Melkzeug ein einzelner oder mehrere Melkbecher während des Melkens plötzlich abgenommen werden, und anschließend der Servicearm durch seine typischen Hubbewegungen versucht, die abgenommenen einzelnen Melkbecher wieder anzusetzen.

3.3 Meßwerterfassung

Um die Qualität der Melkarbeit des AMS zu kontrollieren, wurde deshalb außerhalb des Aktionsbereiches des Servicearmes und der Reichweite der Kühe eine Schwarz – Weiß – Beobachtungskamera aufgestellt. Die Verwendung einer Schwarz – Weiß – Kamera hat den Vorteil, daß die Aktivitäten und die Dauer der Aktivitäten des Lasermesssystems durch den als wandernden Lichtpunkt sichtbar werdenden Laserstrahl auf dem Monitorbildschirm im Euterbereich verfolgt und eindeutig registriert werden können. Die Beobachtungen werden mit einem Langzeit-Videorecorder aufgezeichnet. In die Aufzeichnungen werden Uhrzeit und Datum eingeblendet. Bei der Auswertung der Bänder werden Beginn und Ende eines jeden Melkversuches für das erste Ansetzen, Anzahl der Melkzeugkorrekturen sowie die Anzahl der Servicearmhübe sowohl beim ersten Ansetzen als auch bei den Melkzeugkorrekturen notiert. Mit Hilfe der Uhrzeit und des Datums können die gewonnenen Daten den Aufzeichnungen des Melkcomputers für jedes einzelne Melken zugeordnet werden. Sie enthalten unter anderem neben der Kuh – Identifikationsnummer, das Melkdatum und die Melkuhrzeit, den ermolkenen Milchertrag und den Vermerk, ob das Melken erfolgreich oder nicht erfolgreich abgeschlossen wurde.

4 Ergebnisse

Die im folgenden vorgestellten Ergebnisse wurden in den Monaten Juli bis November 1998 ermittelt. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich über 150 Tage. In dieser Zeit wurden maximal 47 und mindestens 27 Kühe täglich von dem AMS gemolken. Da es sich bei Futterkamp um einen Lohnarbeitsbetrieb handelt, wird versucht, die Trockenstellzeit der Kühe in die Urlaubszeit zu legen. Dadurch ist die große Spannweite gemolkener Kühe am AMS zu erklären. Es ist daher nur logisch, daß die Anzahl der Ansetzversuche herdengrößenbedingt in der Beobachtungszeit zwischen 40 und 156 schwankte.

4.1 Melkhäufigkeit und Anteil erfolgreicher Melkversuche

Interessanter ist deshalb auch die Anzahl der erfolgreichen Ansetzversuche pro Kuh in Abhängigkeit von der Anzahl zu melkender Kühe. Sie wird in dem folgenden Bild 3 dargestellt.

Das Bild macht deutlich, daß zwischen der Zahl der zu melkenden Kühe und der Anzahl täglicher Melkungen pro Kuh keinerlei statistisch abzusichernder Zusammenhang besteht. Jede Kuh wird durchschnittlich 2,7 mal täglich gemolken. Die Schwankungsbreite liegt dabei zwischen 2,0 und 3,3 Melkungen pro Tag. Der Grund für die große Schwankungsbreite sind die unterschiedlichen Laktationsstadien, in denen sich die einzelnen Kühe befinden. Es liegt folglich keine Überbelegung des AMS vor, vielmehr ist davon auszugehen, daß während der gesamten Beobachtungszeit den Kühen voluntary milking möglich war.

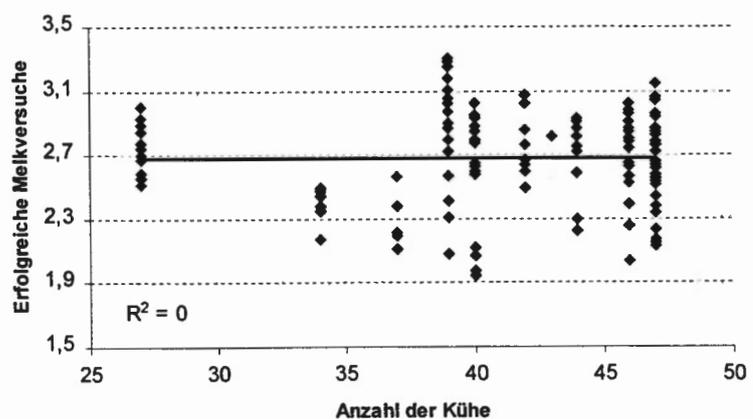


Bild 3: Erfolgreiche Melkversuche pro Kuh und Tag in Abhängigkeit von der Herdengröße

Fig. 3: Successful milking attempts per cow and day depending on herd size

Bild 4 zeigt den anteiligen Ansetzerfolg an allen Ansetzversuchen während des Beobachtungszeitraumes. Er liegt im Mittel bei 95,0 % und bestätigt damit die Beobachtungen von WENDL et al. [14] und Schön et al. [15].

Er lag in den ersten 30 Beobachtungstagen bei 94,7% und hat während der letzten 30 Versuchstagen im Mittel 95,5 % betragen. Das System arbeitete folglich von Anfang an auf hohem Niveau. Dieses ist vor allem technikbedingt. Die vorhandenen Selbstlernalgorithmen tragen aufgrund der gleichbleibenden Werte kaum zur Verbesserung des Ansetzerfolges bei.

4.2 Verteilung der mißlungenen Melkversuche auf die Tiere der Versuchsherde

Während des Untersuchungszeitraumes wurden insgesamt 66 verschiedene Kühe von dem AMS gemolken. Kühe, die dabei dem System Probleme bereiteten, wurden aus der Versuchsgruppe herausgenommen und, wie bereits erwähnt, durch Kühe aus der Melkstandherde ersetzt. Es wurde für jede einzelne Kuh der Anteil der Fehlversuche an allen Ansetzversuchen ermittelt und eine Gruppierung der Kühe nach Fehlversuchen vorgenommen. Das Ergebnis zeigt das folgende Histogramm (**Bild 5**).

Das Bild zeigt, daß das automatische Melksystem bei lediglich drei Tieren absolut fehlerfrei arbeitete. Bei etwa 60 % der Kühe (Gruppe >0,0 – 5 % Fehlversuche) kamen gelegentlich mißlungene Ansetzversuche vor und nur bei fünf Kühen ist mehr als jeder zehnte Ansetzversuch erfolglos. Diese Kühe werden jedoch vom Melkpersonal ziemlich schnell erkannt und, da sie häufig Störungen hervorrufen, aus der Versuchsherde entfernt. Das folgende Histogramm zeigt deshalb auch die Verteilung aller im Versuchszeitraum aufgetretener Fehlversuche auf die im vorherigen Histogramm gewählte Gruppeneinteilung (**Bild 6**).

Daraus geht hervor, daß sich der Großteil der mißlungenen Ansetzversuche, nämlich über 75 %, auf die zwei Kuhgruppen verteilt, die bis zu 10 % mißlungene Melkversuche aufweisen. Diese Gruppen zählen insgesamt 58 Kühe, das sind > 85 % aller Tiere, die im Versuchszeitraum durch das AMS gemolken wurden.

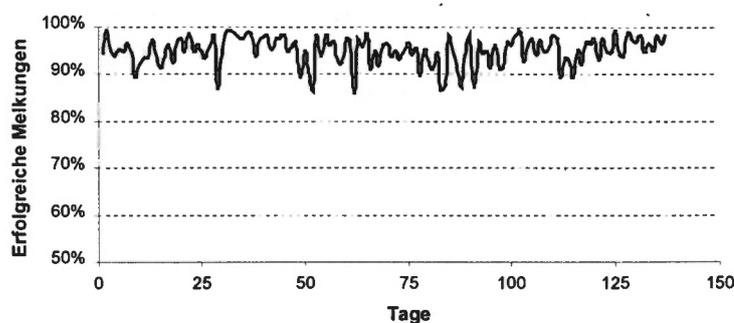


Bild 4: Anteil der erfolgreichen Melkversuche während des Beobachtungszeitraumes

Fig. 4: Percentage of successful milking attempts during observation period

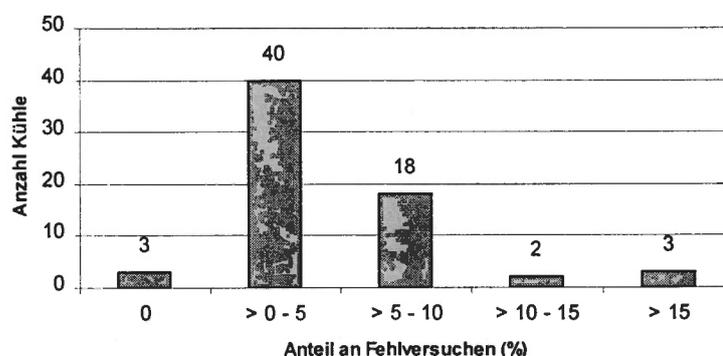


Bild 5: Gruppierung der Kühe nach ihrem Anteil an mißlungenen Melkversuchen

Fig. 5: Group selection of cows depending on milking failures

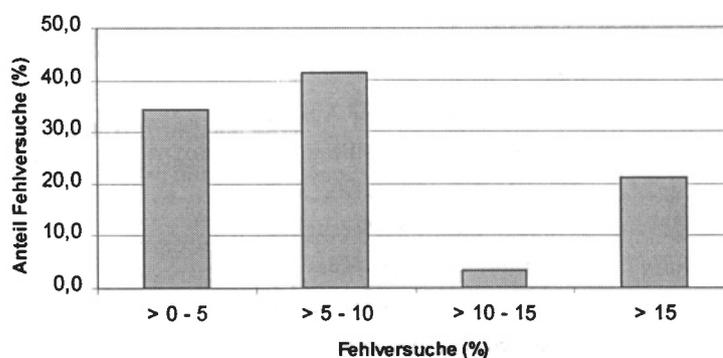


Bild 6: Verteilung der mißlungenen Melkversuche auf die nach Fehlversuchen gruppierten Kühe

Fig. 6: Distribution of unsuccessful milking attempts according to the failure-grouped cows

Die relativ hohen Anteile dieser Gruppen sowohl an den Fehlversuchen wie auch an der Versuchsgruppe selbst machen deutlich, daß allein die Selektion der Kühe nach Systemeignung einen störungsfreier Anlagenbetrieb nicht garantiert. Form und Größe des Kuheuters ändern sich offenbar von Melkvorgang zu Melkvorgang.

Kommt es durch äußere Einflüsse, wie beispielsweise Ausfall des Melksystems, zusätzlich zu verlängerten Zwischenmelkzeiten, dann hat dies eine prallere Füllung des Euters und damit einhergehend eine andere Zitzenstellung zur Folge. Die Informationen über die Eutermaße von den vorausgegangenen Melkungen sind dann für das System scheinbar ohne Wert. Es muß allein anhand der Lasermessung die einzelnen Zitzen finden. Ansetzerfolg oder -mißerfolg sind folglich in hohem Maße vom aktuellen Meßergebnis abhängig. Die Erfahrung aus vorhergehenden Melkungen scheint nur eine untergeordnete Rolle zu spielen, ansonsten müßte im Laufe der Versuchsperiode zumindest der Anteil erfolgreicher Melkungen ansteigen, was nach Bild 4 nicht der Fall ist. Da kein Lernerfolg festgestellt werden kann, entsprechen die ca. 95 % Ansetzerfolg folglich den technischen Möglichkeiten, die im System stecken.

4.3 Qualität der Melkarbeit

Bis ein Melkversuch endgültig als gescheitert gilt, unternimmt das AMS bis zu zwei Korrekturversuche. Für das folgende Bild 7 sind deshalb 3810 zufällig ausgewählte Melkversuche ausgewertet worden, wobei die erfolgreichen Melkversuche eingeteilt werden in solche, bei denen das Melkzeug bereits beim ersten Ansetzversuch richtig sitzt und in solche, bei denen gemäß Definition eine bzw. zwei Melkzeugkorrekturen notwendig waren.

Es zeigt sich, daß etwa 90 % aller Ansetzversuche ohne Korrektur des Melkzeugsitzes erfolgreich verlaufen. Bei etwa 5 % müssen eine oder zwei Melkzeugkorrekturen durchgeführt werden, bis das Melkzeug richtig sitzt. Insgesamt enden somit auch bei der Stichprobe etwa 95 % aller Melkversuche erfolgreich.

Es ist deshalb davon auszugehen, daß die folgenden tierspezifischen Ergebnisse für das Melksystem repräsentativ sind. Es werden nur die erfolgreichen Melkungen der Stichprobe berücksichtigt, die ohne Korrektur des Melkzeuges erfolgten. Von besonderem Interesse ist dabei die Zeitspanne, die für die Melkvorbereitung und das korrekte Ansetzen des Melkzeug benötigt wird. Nach KARCH [1] sollen diese

Routinearbeiten innerhalb einer Minute abgeschlossen sein. Im folgenden sind deshalb die analysierten Melkungen gruppiert nach Ansetzdauer zusammengefaßt und anteilig als v. H. wiedergegeben (Bild 8).

Die Ergebnisse des Bildes 8 geben nur die Ereignisse wieder, bei denen das System auf Anhieb erfolgreich gearbeitet hat. Wie die vorhergehenden Darstellungen zeigen, tritt ein Melkvorgang ohne Melkzeugkorrektur aber nur in 90 % der Fälle ein. Das bedeutet für alle Melkungen, daß nur in etwas mehr als 60 % der Fälle tatsächlich von physiologischem Melken gesprochen werden kann. In allen anderen Fällen können hingegen bis zu 10 Minuten und mehr verstreichen, bis das Melkzeug mit seinen vier Melkbechern richtig sitzt. Dies ist von Bedeutung, da es durchaus möglich ist, daß das AMS unmittelbar nach der Euterreinigung den ersten Melkbecher am Euter exakt positioniert, es ihm jedoch danach Schwierigkeiten bereitet, die nachfolgenden Melkbecher korrekt anzusetzen.

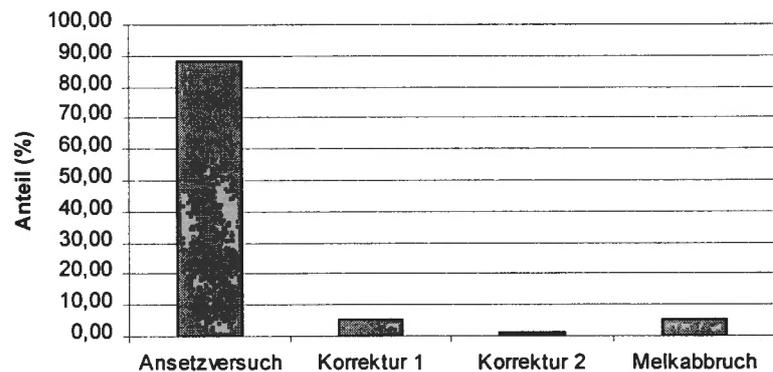


Bild 7: Anteil erfolgreicher und nicht erfolgreicher Melkversuche
Fig. 7: Percentage of successful and unsuccessful milking attempts

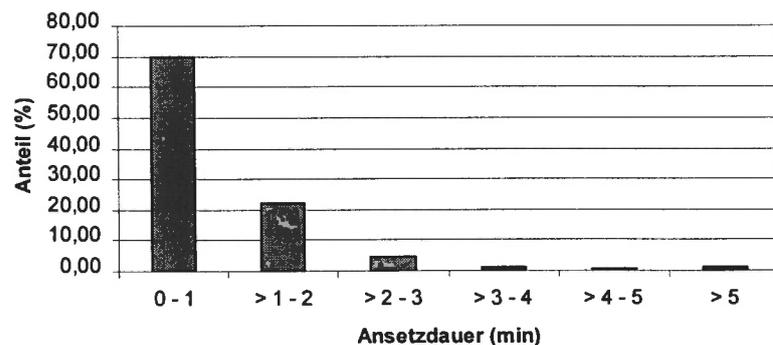


Bild 8: Ansetzdauer (min) der beim ersten Ansetzversuch erfolgreichen Melkungen

Fig. 8: Time (min) for cluster fixation for milking operations successful at first attempt

Mit dem Ansetzen des ersten Melkbeckers an ein Euterviertel beginnt dort unmittelbar der Milchentzug. Die Kuh wird durch die vorangehende Zitzenreinigung zur Milchhergabe an allen vier Eutervierteln stimuliert, was dazu führt, daß in alle vier Eutervierteln die Milch einschießt. Da die Wirkung des Oxytocins auf etwa 10 Minuten begrenzt ist, ist davon auszugehen, daß fast jeder fünfte Melkvorgang für die Kuh kein angenehmer sondern eher ein mit Streß verbundener Vorgang darstellt. Es ist dann außerdem fraglich, ob die betroffenen Euterviertel aufgrund nachlassender Oxytocinwirkung zum Melkende hin auch vollständig ausgemolken sind. Die Ansetzdauer ist die Zeit, die das System benötigt, bis das Melkzeug korrekt am Euter sitzt. Neben dieser Zeit interessiert vor allem die Qualität, mit der das AMS seine Arbeit erledigt. Einen Maßstab für die Arbeitsqualität stellen die Ansetzversuche des Servicearmes dar. Er muß, wie bereits erwähnt, pro Melkbecher mindestens eine Hubbewegung durchführen, um diesen an der Zitze zu plazieren. Es sind folglich mindestens vier Hubbewegungen notwendig, um ein Melkzeug an ein normales Euter anzusetzen. Im folgenden Bild 9 werden vier Ansetzbewegungen des Servicearmes als ein Zugriff zusammengefaßt. Zwei Zugriffe sind gleichbedeutend mit acht Hubbewegungen des Servicearmes bzw. durchschnittlich 2 Ansetzversuchen je Zitze. Wiedergegeben werden die Zugriffe der insgesamt 3362 beim ersten Ansatz erfolgreichen Melkungen der Stichprobe. Es wird deutlich, daß, wie erwartet, der größte Teil aller Melkversuche spätestens nach fünf Zugriffen bzw. 2 Minuten abgeschlossen ist. Dabei steigt die Zeit für den Vorgang Melkzeug Ansetzen proportional mit der An-

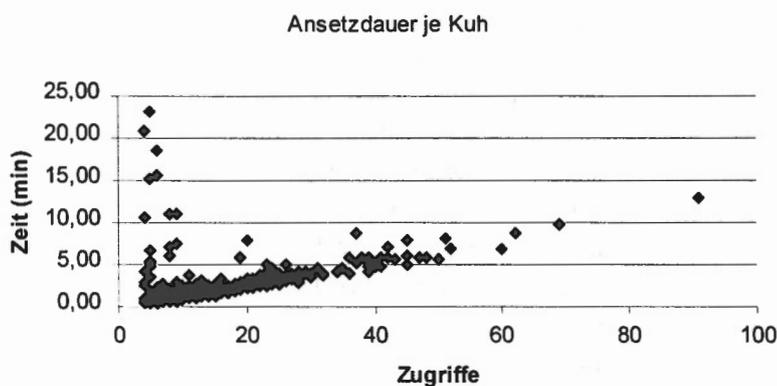


Bild 9: Ansetzdauer des Melkzeuges je Euter abhängig von der Anzahl der Zugriffe

Fig. 9: Time for cluster fixation per udder depending on number of cluster operation

zahl der Zugriffe an. Es fällt jedoch auf, daß einige Melkungen von dieser Proportionalität stark abweichen. Obwohl meistens weniger als zwei, höchstens aber fünf Zugriffe notwendig sind, bis das Melkzeug sitzt, wird überproportional viel Zeit benötigt. Diese Beobachtung ist damit zu erklären, daß bei diesen Ansetzversuchen die Kühe offensichtlich nervös waren und deshalb unruhig in der Melkbox standen. Das Laserortungssystem kann in diesem Fall zwar die Position der einzelnen Zitzen genau bestimmen, dem AMS bereitete es aber offensichtlich Schwierigkeiten den Servicearm den Kuhbewegungen nachzuführen, um dann das Melkzeug anzusetzen. Dies verdeutlicht auch die geringe Anzahl an Zugriffen. Das Vorkommen solcher Ereignisse ist weder auf einzelne Kühe begrenzt, noch tritt es an manchen Tagen gehäuft auf. Es sind vielmehr ca. zwei Drittel aller im Versuch stehender Kühe betroffen. Lediglich bei einem Drittel der Kühe ist in der Regel das Ansetzen des Melkzeuges in weniger als drei Minuten und mit weniger als fünf Zugriffen abgeschlossen, wie in Bild 10 dargestellt

Die Regel zeigt Bild 11. Bei Kuh Nr. 27 sind über 85 % aller Ansetzversuche spätestens nach 2 Minuten erfolgreich abgeschlossen. Bei 15 % dauert die Prozedur länger. Es treten vier Fälle auf, gekennzeichnet durch eine lange Ansetzdauer bei einer geringer Anzahl von Zugriffen, bei denen davon auszugehen ist, daß die Kuh in der Melkbox nervös auf die Aktionen des AMS reagiert hat. Die Zeit der restlichen Ansetzversuche, die länger als 2 Minuten gedauert haben, steigt, wie bereits schon in Bild 9 zu erkennen ist, proportional mit der Anzahl der Zugriffe an. Die Kuh bleibt bei diesen Ansetzversuchen

ruhig in der Melkbox stehen, das Zitzenortungssystem hat aber offensichtlich Schwierigkeiten, die Zitzenposition exakt zu bestimmen. Ursachen können Verschmutzungen der Meßoptik aber auch eine zu wenig differenzierende Meßtechnik sein. Sie ist vor allem dann nicht in der Lage die beiden hinteren Zitzen einzeln zu erfassen, wenn das Euter schlaff ist und dadurch beide Striche eng beieinander stehen. Im ersten Fall ist das Melkpersonal angehalten, durch regelmäßige Kontrollen auf Sauberkeit der Meßoptik zu achten. Im zweiten Fall ist leistungsstärkere Meßtechnik notwendig. Sie macht ein schon jetzt kapitalintensives Verfahren noch teurer.

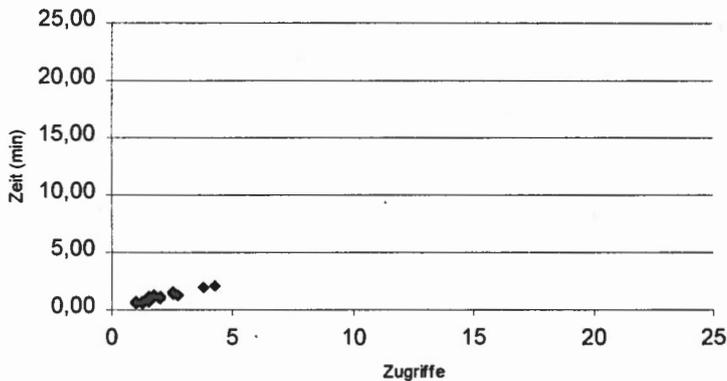


Bild 10: Ansetzdauer des Melkzeuges und Anzahl der Zugriffe bei Kuh Nr. 641 (n = 56)

Fig. 10: Time for cluster fixation and number of cluster operations for cow no. 641 (n=56)

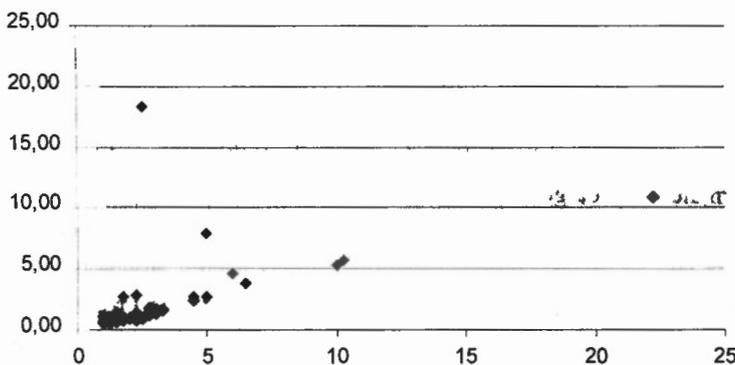


Bild 11: Ansetzdauer des Melkzeuges und Anzahl der Zugriffe bei Kuh Nr. 27 (n = 91)

Fig. 11: Time for cluster fixation and number of cluster operations for cow no. 27 (n=91)

5 Schlußbetrachtung

Das untersuchte automatische Melksystem arbeitet auf technisch hohem Niveau. Es beendet etwa 90 % der Ansetzversuche im ersten Anlauf erfolgreich. Das bedeutet aber auch, daß das Melkzeug bei etwa 10 % aller Ansetzversuche korrigiert werden muß bzw. der Melkversuch abgebrochen wird. Eine Korrektur des Melkzeugsitzes gelingt in etwa der Hälfte dieser Fälle. Nur etwa 5 % aller Ansetzversuche enden mit einem Abbruch. Die Kuh wird dann aus der Melkbox getrieben und muß, um gemolken zu werden, erneut die Melkbox aufsuchen.

Die abgebrochenen Melkversuche verteilen sich gleichmäßig auf fast alle Kühe der Versuchsherde. Lediglich bei drei Kühen endeten während der Versuchsperiode alle Melkversuche erfolgreich. Fünf Kühe wurden aus der Versuchsherde genommen, weil sie überproportional

viele Abbrüche bzw. Störungen hervorriefen. In der Versuchsherde stehen folglich Kühe, die unter dem Gesichtspunkt AMS – Tauglichkeit ausgewählt wurden. Hinter dieser Vorgehensweise steht die Absicht, tierbedingte Störungen zu minimieren, damit das technische Potential des Systems eingeschätzt werden kann.

Die aufgezeichneten Beobachtungen können dadurch verallgemeinert werden. Die gefundenen Probleme sind dabei entweder externer oder interner Art. Externe Probleme liegen vor, wenn die Meßoptik verschmutzt ist und das System dadurch die Zitze nicht korrekt orten kann. Sie liegen auch dann vor, wenn die Kuh unruhig in der Melkbox steht, so daß es dem System nicht gelingt, den Servicearm den Kuhbewegungen nachzuführen. Kann hingegen das System einzelne Zitzen nicht orten, weil es die eingehenden Signale nicht ausreichend differenzieren kann, dann liegt ein internes Problem vor, das nur durch den Einsatz einer besser auflösenden Meßtechnik behoben werden kann.

Wie nun die Videoauswertungen der beim ersten Ansetzversuch erfolgreichen Melkungen zeigen, treten Ansetzprobleme, die nervöse Kühe verursachen, relativ selten auf. Sie sind durch wenige Zugriffe, also Servicearmhübe pro Zitze, und eine relativ lange Ansetzdauer gekennzeichnet. Sind eine verschmutzte Meßoptik oder technische Unzulänglichkeiten

die Ursachen für einen verzögerten Milchentzug, dann kann zumindest beim erstgenannten Fall durch regelmäßige Reinigung der Meßoptik die Zahl der Fehlversuche reduziert werden. Ganz auszuschließen ist dieses Problem nicht, da es zufällig auftritt. Liegen hingegen technische Unzulänglichkeiten vor, dann ist das Problem nur durch leistungsstärkere, d. h. aber auch teurere Meßtechnik zu beheben. Beide Probleme sind durch viele Zugriffe gekennzeichnet. Das System führt trotz unterschiedlicher Ursachen die gleichen Aktionen zu deren Behebung durch.

Da im Beobachtungszeitraum durch die geschilderten unerwünschten Aktionen bei mindestens 35 % aller Melkversuche der Ansetzvorgang über 1 Minute dauerte, ist in jedem Fall durch physiologische und hormonelle Untersuchungen zu prüfen, inwieweit diese Verzögerun-

gen Streß für das Tier bedeuten. Aufgrund dieser Untersuchungen sind Forderungen zu postulieren, die ein automatisches Melksystem erfüllen muß, bevor es für den Einsatz in der Praxis zugelassen wird. Ohne diese Untersuchungen ist zum Einsatz automatischer Melksysteme eine gewisse Skepsis angebracht.

Literatur

- [1] Karch, G.: Experimentelle Untersuchungen zur Vorstimulation von Kühen unter besonderer Berücksichtigung technischer Einflußgrößen der Vibrationspulsierung auf das Milchabgabeverhalten und arbeitswirtschaftliche Aspekte. Dissertation München (1990)
- [2] Worstorff, H.: Anrüsten: Von Hand oder mit der Maschine. Melktechnik, top agrar extra, S. 50 – 54 (1996)
- [3] Dethlefsen, A., H. Worstorff und A. Prediger: Kontrollgriff von Hand, Nachmelkautomat und automatische Melkzeugabnahme im Vergleich. Landtechnik 45 (12), S. 440 – 444 (1990)
- [4] Worstorff, H., R. Fischer, B. Kniger und M. Ruppelt: Zur Wirksamkeit von maschineller Vorstimulation und Nachmelkautomatik. Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Beiträge zur 3. Internationalen Tagung, 11. und 12. März 1997 in Kiel S. 98 – 103 (1997)
- [5] Rabold, K.: Vollautomatisches Melken. Landtechnik 41 (5), S. 224 – 226 (1986)
- [6] Gerster, G.: Über die Wirkung unterschiedlicher Applikationsformen von Ocytocin auf die Erfäßbarkeit, Genauigkeit und Ausprägung der Residualmilch. Dissertation Hohenheim (1977)
- [7] Huck, P.: Auswirkungen der Melkfrequenz auf Entwicklung und Aktivität des Parenchyms in Milchdrüsen von erstlaktierenden DSR – Kühen. Dissertation Hohenheim (1977)
- [8] Artmann, R.: Entwicklungsstand von Melkrobotern. Landtechnik 45 (12), S. 437 – 440 (1990)
- [9] Schön, H. u. G. Wendl: Technik in der Tierhaltung; Rinderhaltung. S. 169 - 177 In: Matthies, H. J. und F. Meier: Jahrbuch Agrartechnik, Münster (1999)
- [10] Worstorff, H.: Melkstand oder Roboter: Welche Technik für welchen Betrieb? Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL) Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung 4.1.0 S. 461 – 483 (1998)
- [11] Ordolff, D.: A System for Automatic Teat-cup Attachment. Journal of Agricultural Engineering Research 30, S. 65 – 70 (1984)
- [12] Zschök, M., B. Kloppert, W. Wolter, H. Seufert, H.-P. Schwarz und C. Kötting: Zellzahlen von der Milch in großen Beständen. Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL) Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung 4.2.1.1 S. 487 – 536 (1998)
- [13] Barth und Graupner (1998) zitiert aus [10]
- [14] Wendl, G., J. Liebler, H. Schön und S. Sieber: Einboxen – Kompaktanlage „Astronaut“ der Firma LELY. Automatisches Melken (AMS), KTBL – Arbeitspapier 248, S. 19 – 30, Darmstadt (1997)
- [15] Schön, H., W. Wendl, L. Rittel und M. Karrer: Einsatzverfahren mit automatischen Melksystemen –Einboxenanlagen-. Aktuelle Arbeiten aus Landtechnik und landwirtschaftlichem Bauwesen, KTBL – Arbeitspapier 250, S. 121 - 130, Darmstadt (1998)