

Forschungsbericht

Untersuchungen zum Einsatz des Automatischen Melkverfahrens (AMV)

Verfasser

N. Wirtz, K. Oechtering,
E. Pfeffer, E. Tholen, W. Trappmann

Institut für Tierzuchtwissenschaft
Institut für Tierernährung

Herausgeber: Lehr- und Forschungsschwerpunkt „Umweltverträgliche und Standortgerechte Landwirtschaft“, Landwirtschaftliche Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Endenicher Allee 15, 53115 Bonn
Tel.: 0228 – 73 2297; Fax.: 0228 – 73 1776
www.usl.uni-bonn.de

Forschungsvorhaben im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
Bonn, Januar 2003

ISSN 1610-2460

Projektleitung: Prof. Dr. W. Trappmann
Prof. Dr. E. Pfeffer
Dr. E. Tholen

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. agr. Norbert Wirtz
Dipl.-Ing. agr. Klemens Oechtering

Institut für Tierzuchtwissenschaft
Endenicher Allee 15
53115 Bonn
Tel.: 0228 - 73 2280

Institut für Tierernährung
Endenicher Allee 15
53115 Bonn
Tel.: 0228 - 73 2292

Zitiervorschlag:

Wirtz, N., K. Oechtering, E. Pfeffer, E. Tholen, W. Trappmann (2003): Untersuchungen zum Einsatz des Automatischen Melkverfahrens (AMV). Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL, 99, 68 Seiten.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung.....	1
1.1 Einleitung und Wissensstand	1
1.2 Zielsetzung	3
2. Material und Methoden.....	5
3. Ergebnisse und Diskussion	11
3.1 Selektion der Herde auf „AMV-geeignete“ Kühe	11
3.2 Ergebnisse der ersten Versuchsperiode.....	11
3.2.1 Technische Probleme mit dem Melkautomaten	12
3.2.2 Annahme der Technik durch die Kühe / Nachtreiben / Arbeitszeit	12
3.2.3 Milchqualität und Eutergesundheit	14
3.2.4 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe	16
3.2.5 Futteraufwand.....	18
3.2.6 Funktionale Merkmale	20
3.3 Ergebnisse der zweiten Versuchsperiode.....	20
3.3.1 Untersuchung der Nachgemelke	22
3.3.2 Untersuchung zur Methodik der Fettgehaltsbestimmung	24
3.3.3 Untersuchung zur Anfütterung der Kühe bei Laktationsbeginn	25
3.4 Ergebnisse der dritten Versuchsperiode.....	28
3.4.1 Milchleistung und Milchqualität	28
3.4.2 Untersuchungen zum Fettgehalt und zur Fettzusammensetzung	33
3.4.3 Weitere Untersuchungen zum Gehalt an freien Fettsäuren.....	36
3.4.4 Reproduktionsleistungen, Erkrankungen und Nutzungsdauer	39
3.4.5 Wirtschaftlichkeit des automatischen Melkverfahren.....	40
3.4.6 Züchterische Aspekte unter Berücksichtigung des automatischen Milchentzugs	42

	Seite
3.5 Erhebungen in praktischen Betrieben	42
3.5.1 Durchführung der Befragung	43
3.5.2 Ergebnisse der Befragung	44
3.5.3 Leistungsvergleich aus den Daten der Milchleistungsprüfung	52
4. Zusammenfassung	55
5. Schlussfolgerungen für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis	58
6. Literaturverzeichnis	59
7. Anhang.....	62
8. Liste über Veröffentlichungen.....	64
9. Liste über Vorträge	65
10. Liste über Posterpräsentationen, Vorführungen, Demonstrationen	66
11. Kurzfassung.....	67

Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
Abbildung 1: Grundriss des Versuchstalls	7
Abbildung 2: Durchschnittliche Melkhäufigkeit je Tag in Abhängigkeit vom Laktationstag (erste Versuchsperiode).....	13
Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf der Keimgehalte in der Tankmilch nach Versuchsgruppe (erste Versuchsperiode).....	14
Abbildung 4: Zeitlicher Verlauf der durchschnittlichen Zellzahlen nach Versuchsgruppe (Einzeltierkontrolle Milchleistungsprüfung, erste Versuchsperiode)	16
Abbildung 5: 305-Tage-Laktationskurven der energiekorrigierten Milchmenge (erste Versuchsperiode).....	17
Abbildung 6: Tägliche T-Aufnahme der Mischration in Abhängigkeit vom Laktationsstadium (erste Versuchsperiode)	19
Abbildung 7: Abruf an Milchleistungsfutter (Frischmasse) in Abhängigkeit vom Laktationsstadium (erste Versuchsperiode)	19
Abbildung 8: Durchschnittliche Melkhäufigkeit je Tag in Abhängigkeit vom Laktationstag (zweite Versuchsperiode).....	20
Abbildung 9: 305-Tage-Laktationskurve der energiekorrigierten Milchmenge (zweite Versuchsperiode).....	22
Abbildung 10: An einem Tag festgestellte Nachgemelksmengen der Kühe in den Systemen Melkautomat (n=35) und Drehmelkstand (n=22)	23
Abbildung 11: Verabreichung des Milchleistungsfutters in den ersten beiden Versuchsperioden	26
Abbildung 12: Erwartete und realisierte (3-tägiger gleitender Durchschnitt) Melkungen pro Tag.....	27
Abbildung 13: Verabreichung des Milchleistungsfutters nach der Umstellung des Anfütterungsplans (dritte Versuchsperiode)	27
Abbildung 14: Durchschnittliche Melkhäufigkeit je Tag in Abhängigkeit vom Laktationstag (zweite und dritte Versuchsperiode)	28
Abbildung 15: 305-Tage-Laktationskurven der energiekorrigierten Milchmenge (zweite und dritte Versuchsperiode)	30
Abbildung 16: Tägliche T-Aufnahme der Mischration in Abhängigkeit vom Laktationsstadium (dritte Versuchsperiode)	31
Abbildung 17: Täglicher Verzehr an Milchleistungsfutter (Frischmasse) in Abhängigkeit vom Laktationsstadium (zweite und dritte Versuchsperiode).....	31

Abbildung 18: Zeitlicher Verlauf der Keimgehalte in der Tankmilch nach Versuchsgruppe (dritte Versuchsperiode).....	32
Abbildung 19: Zeitlicher Verlauf der durchschnittlichen Zellzahlgehalte nach Versuchsgruppe (Einzeltierkontrolle Milchleistungsprüfung, dritte Versuchsperiode)	33

Verzeichnis der Tabellen

	Seite
Tabelle 1: Mittlere Tagesleistungen (Least Square Means) und Standardfehler (SE) verschiedener Produktionsmerkmale in der ersten Versuchsperiode.....	18
Tabelle 2: Mittlere Tagesleistungen (Least Square Means) und Standardfehler (SE) verschiedener Produktionsmerkmale in der zweiten Versuchsperiode.....	21
Tabelle 3: Mittlere, geringste und höchste Fettgehalte (in %) nach LKV-Methode (Nah-/Mittel-Infrarot-Spektroskopie) und Standardverfahren (Gerber-Verfahren) ..	25
Tabelle 4: Mittlere Tagesleistungen (Least Square Means) und Standardfehler (SE) verschiedener Produktionsmerkmale in der dritten Versuchsperiode.....	29
Tabelle 5: Vergleich der Fettgehaltsbestimmung und der freien Fettsäuren (August 2001). Rohmittelwerte	34
Tabelle 6: Schätzgenauigkeit der NIRS – Methode im Vergleich zu Referenzmethode Gerber in der Bestimmung des Milchfettgehaltes.....	35
Tabelle 7: Statistische Kennzahlen der Analyse der Freien Fettsäuren in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren.	36
Tabelle 8: Gemelksmengen je untersuchte Probe und Fettgehalte im Zeitraum Juli 2001 bis September 2001.	37
Tabelle 9: Statistische Kennzahlen der Analyse der Freien Fettsäuren in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren (Versuch Juli bis September 2001).....	38
Tabelle 10: Übersicht über verschiedene Reproduktions- und Fitnessmerkmale in Abhängigkeit des Melksystems.....	40
Tabelle 11: Ökonomischer Vergleich der Melksysteme anhand der im dritten Versuchszeitraum ermolkenen Milchmenge und der verbrauchten Futtermengen.....	41
Tabelle 12: Häufigkeit verschiedener Haltungs- und Entmistungsverfahren vor und nach Einbau des AMV	47
Tabelle 13: Anzahl der Betriebe mit verschiedenen Milchleistungsfuttern und Weidegang vor und nach Einbau des AMV	47
Tabelle 14: Melkhäufigkeiten pro Tag zu unterschiedlichen Zeitpunkten.....	50
Tabelle 15: Anzahl der in der Untersuchung berücksichtigten Kühe, Milchleistungsdaten und Zwischenkalbezeit vor und nach Einführung des automatischen Melkverfahren nach Angaben der Betriebsleiter.	51
Tabelle 16: Durchschnittsleistungen in verschiedenen Zeiträumen vor und nach der Umstellung	53

1. Einleitung

1.1 Einleitung und Wissensstand

Durch technische Maßnahmen wurden in der Milchviehhaltung die Bereiche der Fütterung und Entmistung stark vereinfacht. Bei der Fütterung wurde ein biologisch sinnvoller mehrmaliger täglicher Zugang zu frei verfügbarem Grundfutter und zu Kraftfut-
terabrufstationen erreicht. Sehr viel schwieriger war die Entwicklung praxistauglicher automatischer Melkverfahren (AMV), die gerade dem Familienbetrieb arbeitswirtschaftliche Entlastung bringen können.

Die Einführung der ersten automatischen Melkverfahren in praktische Betriebe erfolgte 1992 in den Niederlanden (WESSELINK, 1992) und wurde durch wissenschaftliche Untersuchungen begleitet (IPEMA und DE KONING, 1997; IPEMA et al., 1997; HOGEVEEN et al., 1998). Derzeit sind weltweit etwa 1100 automatische Melksysteme im Einsatz (VAN LENTEREN und KORSTEN, 2002).

Erwartet werden durch die Einführung der automatischen Melkverfahren:

- Einsparung an Arbeitszeit und leichtere, nicht zeitgebundene Arbeit
- Höhere Milchleistung und verbesserte Eutergesundheit
- Verbesserung des Wohlbefindens von Tier und Mensch
- Verbesserung der Milchqualität
- Verbesserte Produktionskontrolle
- Verbessertes Management durch intensive Tierüberwachung

Aufgrund der Erfahrungen bei dreimaligem täglichem Melken wurden durch den Einsatz von Melkautomaten höhere Milchleistungen erwartet. ECONOMIDES (1999) verglich die Milchmengen und Milchinhaltsstoffe von Kühen, die zwei oder drei Mal täglich gemolken wurden. Bei dreimal täglichem Melken konnten höhere Milchmengen erzielt werden, der Milchfettgehalt sank jedoch signifikant bei gleichem Milchproteingehalt. Die Untersuchungen von RASMUSSEN (1999) und WANGLER (2000) bestätigten diese Ergebnisse.

Ob und inwieweit diese Erwartungen beim Einsatz automatischer Melkverfahren erfüllt werden, ist umstritten. Zwar wurde von Milchleistungssteigerungen bis zu 20 % berichtet (IPEMA et al., 1988), doch wurde auch auf die Notwendigkeit von Untersuchungen zur Erfassung der individuellen Grundfutteraufnahme und der möglichen Wechselwirkungen zwischen Grundfutteraufnahme, Futterqualität und Leistung hingewiesen. Andere Autoren berichten von sinkenden Milchleistungen bei Hochleistungstieren (N.N., 1998), die

möglicherweise durch frühzeitiges Sichtrockenstellen der Kühen verursacht werden. Milchleistungssteigerungen sind jedoch eine zwingende Voraussetzung für einen ökonomischen Einsatz automatischer Melkverfahren (ECONOMIDES, 1999).

Untersuchungen zur Arbeitszeiterparnis sind ebenfalls widersprüchlich (AMS-Forum, EuroTier 98). Während aus einigen Betrieben von Arbeitszeiterparnis berichtet wird, weisen andere Betriebe verlängerte Arbeitszeiten aus.

Diese widersprüchlichen Aussagen könnten durch unterschiedliche AMV-Stallsysteme zu erklären sein. Grundsätzlich sind in der Praxis die beiden folgenden Varianten anzutreffen:

- Freier Kuhverkehr, wobei die Tiere durch Kraftfutter in den Melkstand gelockt werden.
- Computergesteuerter Kuhumtrieb mit einer Selektionsbucht, in der festgelegt wird, ob die Kuh direkten Zugang zum Futter bekommt oder zum Melken geführt wird.

In beiden Systemen wurden nach Untersuchungen von SONCK (1996) und IPEMA et al. (1997) durchschnittlich 2,9 Melkbesuche pro Tag registriert. Hinzu kamen bei freiem Kuhverkehr durchschnittlich 2,2 Melkstandsbesuche pro Tag ohne Melken und beim gesteuerten Kuhverkehr 0,2 Besuche ohne Melken. Im kontrollierten System fanden nach IPEMA et al. (1997) 5 bis 10 Futterbesuche statt. Höchste Milchleistungen wurden bei dreimaligem Melken pro Tag mit Melkintervallen von 6 bis 12 Stunden erzielt.

SONCK (1996) zeigte in seinen Untersuchungen, dass die Melkarbeit bei freiem Kuhverkehr, der durch zweimaliges tägliches Nachtreiben einzelner Kühe ergänzt wird, um 60 % reduziert werden kann. Größere arbeitswirtschaftliche Vorteile sind bei „Selbstbedienung“ der Kühe während der gesamten Tages- und Nachtzeit zu erwarten, da das Nachtreiben einzelner Kühe entfällt (HOGEVEEN et al., 1998).

Einsparung von Melkarbeit durch den Einsatz automatischer Melkverfahren bedeutet aber auch weniger automatischen täglichen Tierkontakt. Die Tierüberwachung muss durch zusätzliche Beobachtungszeit und elektronische Hilfen ersetzt werden (ORDOLFF, 1998).

Aussagen zur Eutergesundheit bzw. Milchqualität sind ebenfalls nicht einheitlich. Berichten zur Verringerung der Zellzahlen (IPEMA und DE KONING, 1997; IPEMA et al., 1997) stehen Angaben zu erhöhten Keimzahlen gegenüber (N.N., 1998).

Begleitende wissenschaftliche Untersuchungen zum Einsatz automatischer Melkverfahren finden u. a. in der FAL Braunschweig (Leistung/Kosten/Arbeitsstunden), im Versuchsgut der Universität München in Oberschleißheim (Einzeltierleistungen/Verhalten) und in der Bayerischen Lehr- und Versuchsanstalt in Grub (Eutergesundheit, Milchhygiene) statt.

1.2 Zielsetzung

Milchviehhaltung wird auch in Zukunft – und hier besonders in Grünlandgebieten – ein Einkommenschwerpunkt des Familienbetriebes sein. Allerdings ist dieser Betriebszweig gekennzeichnet durch hohe Arbeitsbelastungen und unflexible Arbeitszeiten (LIND et al., 2000). Erleichterungen könnte der Einsatz von automatischen Melkverfahren bringen. Die Industrie bietet heute Systeme an, die als „funktionstüchtig“ bezeichnet werden und von ihrer Kapazität her mit bis zu 500.000 kg Milch jährlich gerade für Familienbetriebe geeignet erscheinen.

Vom Einsatz eines automatischen Melkverfahrens wird erwartet, dass

- Arbeitszeit eingespart und die Arbeitszeitgestaltung sozialverträglicher wird,
- es tiergerechter ist, weil es den biologischen Bedürfnissen der Tiere entgegenkommt (melken, wenn der Euterdruck steigt) und das mehrmalige tägliche Saugverhalten nachgebildet wird,
- die Eutergesundheit und damit die Qualität der Milch verbessert wird, weil zitzenindividuell gereinigt, gemolken und kontrolliert wird (Milchfluss, Melkdauer, Leitfähigkeit),
- das genetische Potential der Milchkühe in der Spitze der Laktationskurve besser genutzt werden kann.

Bei Auswertung der nur begrenzt verfügbaren wissenschaftlichen Literatur wurde jedoch offensichtlich, dass noch erheblicher Klärungsbedarf bezüglich der oben genannten theoretischen Vorteile existiert. Alle bisherigen Untersuchungen verglichen nur die Zeiträume vor und nach der Einführung des automatischen Melkverfahrens in derselben Herde. Durch diese Untersuchungen konnten mögliche Umwelteinflüsse (Änderung der Futterqualität, des Fütterungsregimes, der Haltungsbedingungen) und mögliche genetische bzw. tierindividuelle Unterschiede der untersuchten Kühe (Selektion bei der Umstellung, Unterschiede im Laktationsstadium und der Laktationsnummer) nur unzureichend berücksichtigt werden.

Deshalb sollten im Landwirtschaftszentrum Haus Riswick der Landwirtschaftskammer Rheinland zeitgleich und unter vergleichbaren Bedingungen ein konventionelles Melksystem und ein automatisches Melksystem verglichen werden. Geklärt werden sollten die Auswirkungen der tiergerechteren Haltung auf die Milchleistung, die Futteraufnahme, die Milchqualität und die Reproduktions- und Vitalitätsmerkmale der Kühe.

Daraus ergaben sich folgende Arbeitsschwerpunkte:

- Quantifizierung der Auswirkungen der Melkhäufigkeit bzw. des Melkabstand auf die Tages- und Laktationsleistung einschließlich der qualitätsbestimmenden Inhaltsstoffe Fett und Eiweiß. Zusätzlich soll der Gehalt an freien Fettsäuren untersucht werden, um mögliche Zusammenhänge zum Fettgehalt darstellen zu können.
- Betrachtungen des individuellen Grundfutter- und Kraftfutterverzehr in Abhängigkeit von dem Melksystem. Hierbei sollen auch die Auswirkungen fehlender Kraftfutter-Abrufstationen beim automatischen Melkverfahren quantifiziert werden.
- Untersuchungen über Eutergesundheit (Zellzahl) und Milchhygiene sowie über weitere funktionale Merkmale wie Reproduktionsleistung und Nutzungsdauer.

Weiterhin wurden durch eine Befragung von Betriebsleitern die Motivation für eine Umstellung auf ein automatisches Melkverfahren und die Leistungsveränderungen in den Betrieben erfasst.

An der Lösung dieser Fragen, die im Auftrage des MUNLV erfolgte, waren beteiligt

- Landwirtschaftskammer Rheinland
- Landeskontrollverband Rheinland
- Institut für Tierernährung der Universität Bonn
- Institut für Tierzuchtwissenschaft der Universität Bonn

2. Material und Methoden

Technische Ausstattung des Melkautomaten

Bei dem im Versuch verwendeten Melkautomaten handelte es sich um eine Einboxenanlage „Merlin“ der Firma Lemmer Fullwood. Die Melkbox wurde komplett angeliefert. Im Stallgebäude mussten nur die nötigen Anschlussvorrichtungen (Wasser-, Strom-, Telefonanschluss, Abfluss für Schmutzwasser) vorhanden sein, dadurch konnte der Melkautomat ohne größere Baumaßnahmen eingebaut werden. Entsprechende Räume für die Milchlagertanks (Lagertank und Überbrückungstank während der Lagertankreinigung) sowie die verwandte Kochendwasserreinigung mit Wärmerückgewinnungsanlage lagen in unmittelbarer Nähe (vgl. Abbildung 1).

Das Ein- und Auslasstor der Melkbox sind prinzipiell wie in einem Autotandem-Melkstand aufgebaut. Die Schließzylinder für die Tore werden mit Druckluft betrieben. Am Kopfende der Box befindet sich ein Futtertrog, in dessen Umrandung sich die automatische Tiererkennung verbirgt. Alle Versuchstiere wurden mit einer Transponder-Ohrmarke gekennzeichnet, die mit einem vierstelligen Code für eine fehlerfreie Erkennung der Versuchstiere sorgten. Über zwei Dosierschnecken ist die Zuteilung verschiedener Leistungsfuttermischungen möglich. Die komplette Melktechnik von der Vakuumpumpe über den Pulsator und Vorratsbehälter für Reinigungsmittel bis zum Steuerungsschaltkasten besteht überwiegend aus Standardkomponenten, wie sie auch in konventionellen Melkständen eingebaut werden.

Am hinteren Ende der Melkbox befindet sich ein Becken-Tastschild, über das die Grobjustierung des Melkarms beim Ansetzen und die Nachführung des Melkarms bei Bewegungen der Kuh während des Melkens erfolgen. Der Melkarm selbst ist an der rechten Seite der Melkbox mit Rollen auf einer Laufschiene montiert. Durch diese Laufschiene wird die Bewegung parallel zu den Tieren ermöglicht. Die Vertikalbewegungen des Melkarms, das Ein- und Ausschwenken des Melkarms und der Reinigungsbürsten werden durch Druckluftzylinder gesteuert. Die Positionierung des Melkarms unter der Kuh erfolgt über die oben schon beschriebene Grobjustierung in Kombination mit den gespeicherten Euterkoordinaten der letzten neun Melkungen. Sobald der Melkarm seine Position unter der Kuh erreicht hat, werden die Zitzen und die Euterböden mit zwei gegenläufig rotierenden Reinigungsrollen gereinigt und das Euter angerüstet. Die Reinigungsrollen wurden bereits kurz nach Versuchsbeginn gegen Bürsten ausgetauscht, die von den Kühen besser angenommen wurden und zudem besser durch die automatische Reinigung und Desinfektion

nach jedem Ansetzen sauber zu halten waren. Für die Euterreinigung werden die Bürsten über die auf dem Melkarm stehenden Melkbecher geschwenkt.

Sobald die Bürsten wieder zur Seite geschwenkt werden, beginnt der eigentliche Ansetzvorgang. Dabei wird mit Hilfe eines Laserstrahls innerhalb eines Korridors, der aus den Daten der vorhergehenden Melkungen für jedes Tier einzeln errechnet wurde, die genaue Position einer einzelnen Zitze ermittelt und der entsprechende Melkbecher genau darunter positioniert. Ist die richtige Position gefunden, wird durch Anheben des gesamten Melkarms bei gleichzeitigem Einschalten des Vakuums der Melkbecher angehängen. Der Laserkopf wird während des Ansetzens in die Warteposition zurückgeschwenkt, um Verschmutzungen zu vermeiden. Das Ansetzen beginnt immer an der hinteren Zitze, die bei der letzten Melkung eine längere Melkdauer aufwies. Dieser Vorgang wiederholt sich solange, bis alle Melkbecher angesetzt sind.

Die Milch wird für jedes Euterviertel getrennt über separate Milchschräuche abgeführt. Das Vorgemelk wird mittels einer speziellen Vorrichtung im Melkarm gesammelt und nach Abnahme der Melkbecher mit dem Schmutzwasser entsorgt. Bevor die Milch der einzelnen Viertel im Milchmengenmessgerät zusammengeführt wird, durchströmt sie die Milchflusssensoren für die Abnahmeautomatik. Die Ermittlung der gesamten Milchmenge erfolgt mit einem Durchflussmessgerät. Danach gelangt die Milch in einen Sammelbehälter, von wo sie mit der Milchpumpe durch die Druckleitung in den Sammeltank abgepumpt wird. Die Abnahme der Melkbecher erfolgt zur Vermeidung von Blindmelkzeiten milchflussgesteuert für jedes Euterviertel einzeln. Nach der Abnahme aller Melkbecher wird das Euter über eine Sprühvorrichtung im Melkarm mit einer Desinfektionslösung benetzt. Die Melkbecher werden nach jeder Melkung kurz durchgespült, um Verschmutzungen zu entfernen und Verschleppungen von Krankheiten von Kuh zu Kuh zu unterbinden.

Bei der Hauptreinigung, die dreimal täglich erfolgt, wird die Melkbox automatisch abgesperrt und mittels der integrierten Kochendwasserreinigung das gesamte System bis zum Tankeinlauf gespült. Weiterhin können Zwischenreinigungen des Melkautomaten programmiert werden. Die Zwischenreinigungen erfolgen nach jeweils 15 Melkungen, einer Stillstandszeit von mehr als 30 min oder nach Melkungen von Kühen, deren Milch separiert werden musste. Bei den Zwischenreinigungen wird die Druckleitung nicht gespült. Nach jeder Reinigung wird das System in zwei Trocknungsgängen mit Druckluft entleert und mit warmer Luft getrocknet um Restwassermengen zu entfernen.

Zur Durchführung der Milchprobeentnahme im Rahmen der MLP und der Versuchstätigkeit wurde ein automatisches Probenentnahmeggerät (Shuttle) nach dem Sammelbehälter angeschlossen, das für jedes Gemelk eine definierte Milchmenge aus der abfließenden Milch

sammelt. Damit die Milch im Sammeltank ausreichend durchmischt wird, werden kleine Luftmengen von unten durch die Milch geleitet.

Technische Ausstattung des Drehmelkstandes

Der Drehmelkstand mit 14 Plätzen wurde von der Firma Westfalia Separator hergestellt und eingebaut. Die Milchmengenmessung erfolgte mit dem amtlich anerkannten Messgerät Metatron der Firma Westfalia. Durchschnittlich wurden im Versuchszeitraum etwa 200 Melkungen je Tag durchgeführt. Da neben der Milch der Versuchskühe auch die Milch anderer Kühe des Versuchsgutes im gleichen Milchtank gesammelt wird, können Aussagen zur Qualität der Tankmilch nur unter Vorbehalt getroffen werden.

Abbildung 1 zeigt den Aufbau des Versuchsstalles. 52 Kühe wurden konventionell zweimal täglich im Drehmelkstand gemolken (linke Seite), 52 Kühe kontinuierlich über 24 Stunden am Tag automatisch am Melkautomaten Merlin.

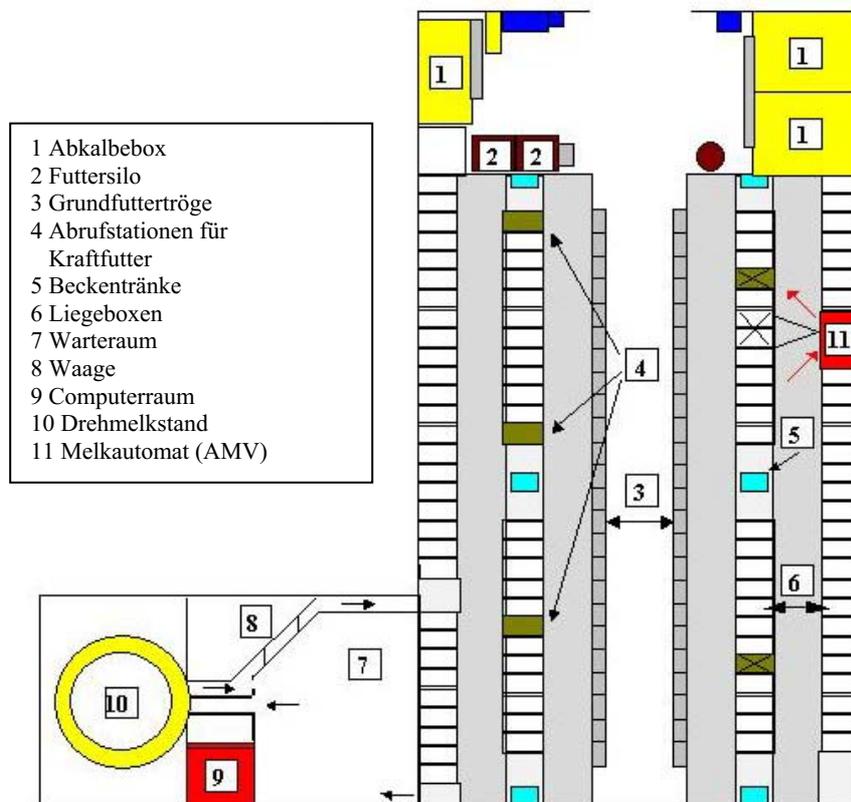


Abbildung 1: Grundriss des Versuchsstalls

Versuchsdurchführung

In einem mehrfaktoriellen Versuch mit 104 Milchkühen aus der Milchviehherde des Landwirtschaftszentrums Haus Riswick der Landwirtschaftskammer Rheinland wurde nach einer Anpassungs- und Eingewöhnungsphase von zwei Monaten zwischen Mai 1999 und September 2001 der automatische Milchentzug durch einen Melkautomaten mit einem konventionellen Drehmelkstand mit zweimaligem täglichen Melken verglichen. Bei dem automatischen Milchentzug konnten die Versuchskühe kontinuierlich über 24 Stunden des Tages verteilt den Melkautomaten freiwillig besuchen. Die Einteilung der Kühe in die zwei Gruppen zu je 52 Kühen erfolgte nach der eigenen Leistung oder der Vorleistung der Muttertiere, um dadurch genetisch ähnliche Tiere miteinander vergleichen zu können. Im Drehmelkstand wurden täglich die Daten der Milchmengen abends und morgens, der Melkzeiten, der Melkdauer und der Kraftfuttermengen im Melkstand sowie in den Abrufstationen gesammelt. Im automatischen Melksystem wurden von allen Einzelgemelken die Milchmengen, die Melkzeit, die Melkdauer und die Leitfähigkeit erfasst. Ein Trog-/Wägesystem zeichnete von jeder einzelnen Versuchskuh die Aufnahme der Mischration auf. Die Trockenmasse der Mischration wurde durchschnittlich viermal je Woche ermittelt. Milchinhaltstoffe und Zellzahlen wurden 14-tägig erfasst. Die Untersuchung der Milchinhaltstoffe wurde durch den Landeskontrollverband (LKV) Rheinland durchgeführt. Durch die zeitgleiche Versuchsanstellung im selben Versuchsstall konnten umweltbedingte Effekte weitgehend ausgeschaltet werden.

Die Fütterung der Tiere erfolgte in beiden Gruppen mit identischen Futtermitteln unter Zugrundelegung der Empfehlungen der GfE (1991 und 1995) und der DLG (1986, 1997 und 1998). Alle Tiere erhielten eine Mischration mit Grassilage, Maissilage und den erforderlichen Ausgleichsfuttermitteln zur freien Aufnahme. Als Leistungskraftfutter wurde eine bewährte Mischung eingesetzt, die je kg 6,7 MJ NEL und 160 g nXP enthielt. In der Drehmelkstandgruppe wurde das Milchleistungsfutter im Melkstand mit 0,5 kg je Tier und Tag zugeteilt, der Rest wurde nach Milchleistung in den Abrufstationen angeboten. In der Automatengruppe wurde das gesamte Milchleistungsfutter im Melkautomat verabreicht. Die erforderlichen Analysen der Futterproben wurden durch die LUFA Bonn durchgeführt.

Erkrankungen bzw. Behandlungen der Tiere und Daten zur Fruchtbarkeit wurden registriert. Alle drei Wochen wurde das Gewicht der AMV-Tiere ermittelt, die über die Waage des Drehmelkstandes geleitet wurden. Die Gewichte der Drehmelkstandkühe konnten täglich ermittelt werden.

Besonderheiten im Arbeitsablauf wurden täglich notiert.

Die Vorperiode begann am 2. März 1999 mit 43 Kühen im automatischen Melksystem. Der erste Monat sollte der Eingewöhnung der Kühe und zur Schulung des Personals dienen. Im März und April 1999 traten eine Vielzahl von Problemen auf. Häufige Reparaturen mit Stillstand des Systems waren erforderlich. In den ersten beiden Monaten wurden insgesamt zehnmal Milch- oder Pulsschläuche abgetreten, fünfmal war der Ansetzarm des Melkzeugs defekt und mehrere Male wurde Alarm ausgelöst, weil der Laser verschmutzt war. Weiterhin traten Probleme mit der Milchmengenmessung, dem Antrieb der Reinigungsrollen, der Vakuumpumpe und mit Restwasser im Reinigungssystem auf. Mehrfach verzögerten sich die anstehenden Melkungen um mehrere Stunden. In den ersten zwei Monaten mussten die Kühe der Automatengruppe zweimal wegen zu langer Stillstandszeit im Drehmelkstand gemolken werden, um ihnen aufgrund zu hoher Zwischenmelkzeiten Schmerzen zu ersparen.

Da im ersten Versuchsjahr auch weiterhin eine Vielzahl von technischen Problemen des automatischen Melkverfahrens und im zweiten Versuchsjahr eine Veränderung des Anfütterungsregimes vorgenommen wurde, ergaben sich drei verschiedene Versuchs- und Auswertungszeiträume:

- 1. Mai 1999 bis 14. März 2000 mit technischen Problemen
- 15. März 2000 bis 31. August 2000 ohne größere technische Probleme
- 1. September 2000 bis 18. September 2001 ohne technische Probleme, aber mit geänderten Anfütterungsregime

Als Vergleichskennzahlen für beide Haltungssysteme wurden herangezogen:

- tägliche individuelle Milchmenge und Milchinhaltsstoffe, die im Abstand von 14 Tagen bestimmt wurden
- Verlauf der Laktationskurven
- tägliche Grund- und Kraftfutteraufnahme je Kuh
- Gewichtsentwicklung der Kühe
- Keimzahlen der Sammeltankmilch und kuhindividuelle Zellzahlen als Indikatoren für Milchqualität und Eutergesundheit
- Non-Return-Rate bzw. Besamungsindex der Kuh

Die Stichprobenziehung zur Bestimmung der Milchinhaltsstoffe erfolgte im Drehmelkstand nach der A4-Methode der ADR-Richtlinien für Milchleistungsprüfungen (ADR, 1994). Beim Melkautomaten wurden über einen Zeitraum von 24 Stunden Proben von allen Gemelken gezogen. Unter Einberechnung der jeweiligen Milchmenge wurden ähnlich wie bei der

Standard-A4-Methode durchschnittliche Inhaltsstoffe berechnet, die die Grundlage zur Berechnung der Fett- und Eiweißmenge sowie der energiekorrigierten Milchmenge (ECM-Menge) bilden.

Die individuellen Leistungsdaten jeder einzelnen Kuh wurden für die verschiedenen Zeitabschnitte zusammengefasst und mit folgendem statistischen Modell analysiert:

$$y_{ijkl} = \mu + \text{SYSTEM}_i + \text{LAKTATION}_j + \text{ZEITPERIODE}_k + (\text{SYSTEM} * \text{ZEITPERIODE})_{ik} + \varepsilon_{ijkl}$$

mit:

y_{ijkl} = Höhe der Leistungsparameter (Milchmenge, ECM, Inhaltsstoffe, Futteraufnahme)

μ = Erwartungswert

SYSTEM_i = Fixer Effekt des Melksystems i (i = AMV, Drehmelkstand)

LAKTATION_j = Fixer Effekt der Laktationsnummer j (j = erste Laktation, zweite oder höhere Laktation)

ZEITPERIODE_k = Fixer Effekt der Versuchsperiode k (k = 1, 2, 3)

ε_{ijkl} = Restfehler

Alle statistischen Auswertungen wurden mit dem Programmpaket SAS (1999) durchgeführt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Selektion der Herde auf „AMV-geeignete“ Kühe

Um die prinzipielle Eignung der Kühe für den Melkautomaten beurteilen zu können, wurden vor Versuchsbeginn alle 175 Kühe des Versuchsgutes linear beschrieben. Besondere Aufmerksamkeit wurde auf die Euterexterieurmerkmale gelegt. Anschließend wurden Paare jeweils gleicher Kühe gebildet, bei deren Zusammenstellung die Faktoren aktuelle Milchmenge und Milchinhaltsstoffe, aktuelle Laktationsnummer, Laktationsstadium, Milchmenge, energiekorrigierte Milchmenge (ECM-Menge), Milchfettgehalt, Milcheiweißgehalt, Lebendmasse berücksichtigt wurden. Als Informationen für Färsen, die keine eigenen Leistungen aufwiesen, wurde die durchschnittliche 305-Tage-Leistung der Muttertiere verwendet. Die Leistung sollte hierbei zwischen 7000 und 9000 kg liegen. Ebenso wurde der durchschnittliche Fett- und Eiweißgehalt der Muttertiere als Informationsquelle für die geschätzte Leistung der Färsen benutzt.

Ein Tier der gebildeten Paare wurde der AMV-Gruppe, das andere Tier der Drehmelkstandgruppe zugeteilt. Somit standen zu Versuchsbeginn zwei annähernd gleiche Gruppen mit jeweils 52 Tieren zur Verfügung. Kühe, die den Versuch aus den unterschiedlichen Gründen verlassen mussten, wurden durch Färsen ersetzt. Auch hier wurde darauf geachtet, dass zwischen den Versuchsgruppen keine unterschiedlichen genetischen bzw. tierindividuellen Unterschiede auftraten.

3.2 Ergebnisse der ersten Versuchsperiode

Aufgrund größerer technischer Probleme in einem ersten Zeitraum zwischen Mai 1999 und März 2000 sind die Ergebnisse der Automatengruppe nicht mit der konventionell gemolkenen Gruppe vergleichbar und werden deshalb separat diskutiert. In diesen ersten Monaten war die Milchmenge in der Automatengruppe deutlich geringer als in der konventionellen Gruppe. Zu erklären war dies durch die vielen Wartungs- und Technicarbeiten am Melkautomaten. Während einiger Arbeiten konnten die Kühe zwar gemolken, jedoch keine Leistungs- und Fütterungsdaten erfasst werden. Deshalb wurde während der Technicarbeiten der Melkautomat gesperrt. Für andere Arbeiten musste das automatische Melksystem vollständig

abgeschaltet werden. 40 % der Unterbrechungen dauerten zwar nur eine halbe Stunde, aber in 16 % stand das AMV mehr als 6 Stunden still.

Wegen der aufgetretenen unterschiedlichen Probleme waren die Milchkühe nicht in der Lage, ihren eigenen Melkrhythmus zu entwickeln.

3.2.1 Technische Probleme mit dem Melkautomaten

In den ersten neun Versuchsmonaten (Mai 1999 bis März 2000) wurden an fünfzig Tagen Wartungs- und Reparaturarbeiten durchgeführt. An insgesamt drei Tagen stand das automatische Melksystem aufgrund von Servicearbeiten oder technischen Veränderungen nicht zur Verfügung; an diesen Tagen wurden die Kühe des AMV im Melkkarussell gemolken, um den Kühen wegen der extremen Zwischenmelkzeiten Schmerzen zu ersparen. Von den fünfzig Tagen mit Wartungs- bzw. Reparaturarbeiten stand der Melkautomat an 17 Tagen bis zu zwei Stunden, an 5 Tagen zwischen zwei und sechs Stunden und an 8 Tagen über sechs Stunden still. Da die Datenerhebung für diesen Zeitraum teilweise unvollständig war, können Aussagen nur unter Vorbehalt getroffen werden. Tabelle 1 im Anhang zeigt die aufgetretenen Fehler und die Stillstandzeiten im Jahr 1999.

3.2.2 Annahme der Technik durch die Kühe / Nachtreiben / Arbeitszeit

Weil der vorliegenden Untersuchung ein Stallsystem mit freiem Kuhverkehr zu Grunde liegt, musste besondere Aufmerksamkeit auf das Nachtreiben von Kühen gelegt werden. Gerade zum Ende der Laktation mussten Kühe täglich nachgetrieben werden, weil aufgrund der geringen Milchmenge und der damit verbundenen geringeren Kraftfuttergaben kein Anreiz zum Besuch des Melkautomaten vorliegt. Abbildung 2 bestätigt dies. Die durchschnittlichen täglichen Melkungen gingen von 3,2 Besuchen pro Tag in der Laktationsspitze auf 2,2 Besuche pro Tag am Laktationsende zurück.

Die Analyse der benötigten Arbeitszeit am AMV auf Haus Riswick erscheint nicht sinnvoll. Wegen der vielen technischen Mängel und der dadurch erforderlichen intensiven Betreuung

durch die Mitarbeiter des Versuchsgutes wären die Ergebnisse einer Arbeitszeitanalyse auf Praxisbetriebe nicht übertragbar.

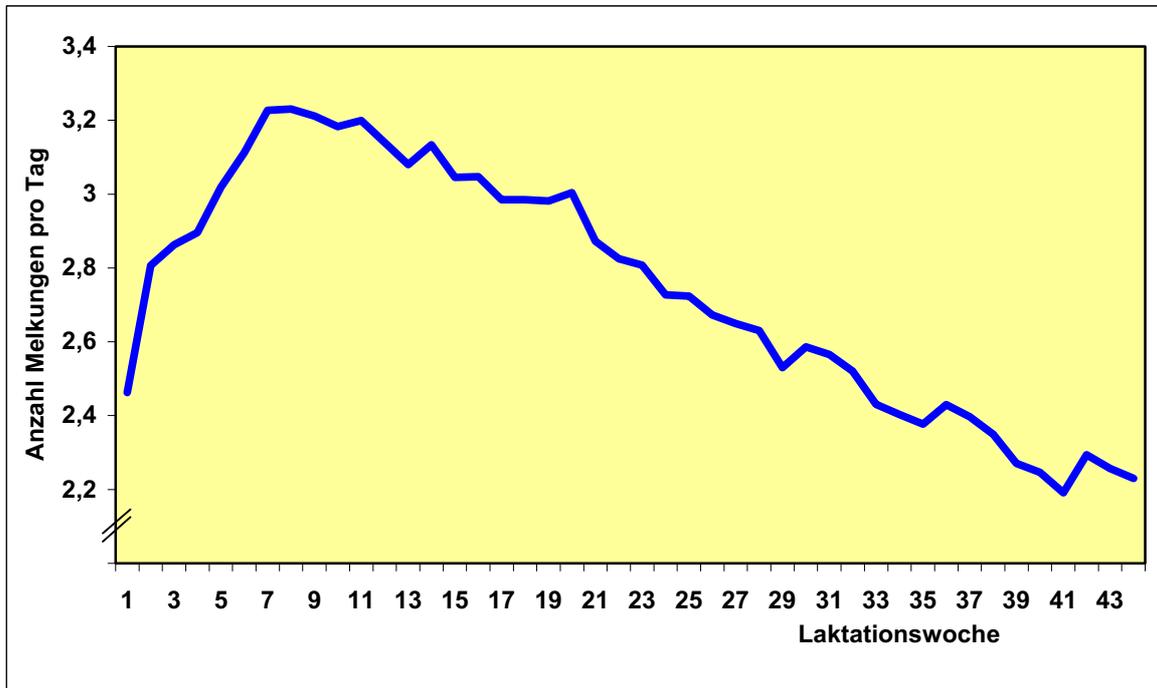


Abbildung 2: Durchschnittliche Melkhäufigkeit je Tag in Abhängigkeit vom Laktationstag (erste Versuchsperiode)

Bei Störungen des automatischen Melksystems in der Nacht und an Sonn- und Feiertagen musste der Betreuer jederzeit erreichbar sein. Neben langen Perioden mit störungsfreiem automatischem Milchentzug gab es Zeiträume von bis zu drei Wochen, in denen der Betreuer fast regelmäßig auch nachts Störungen beheben musste. Die Reduzierung an Arbeitszeit durch das automatische Melksystem wurde durch diese Zusatzarbeiten übertroffen. Darüber hinaus musste ein großer Teil der eingesparten Melkarbeitszeit für die Kontrolle der Tier- und Eutergesundheit aufgewendet werden.

3.2.3 Milchqualität und Eutergesundheit

Keimgehalt

Der Keimgehalt in der Tankmilch des Melkautomaten war zeitweise wesentlich höher als beim Drehmelkstand (Abbildung 3). Zunächst wurde vermutet, dass dieser Anstieg durch eine sich verschlechternde Eutergesundheit der Kühe zu erklären ist. Eine bakteriologische Untersuchung der Viertelgemelke aller Versuchskühe ergab jedoch keine pathogenen Erreger für Eutererkrankungen. Als Ursache des erhöhten Keimgehaltes konnte somit nur eine ungenügende Reinigung der Milchleitungen des automatischen Melksystems in Frage kommen. Der erhöhte Keimgehalt führte zu einem Abzug des S-Milch-Milchzuschlages in zwei Monaten und zur Einstufung in Güteklasse II in einem Monat.

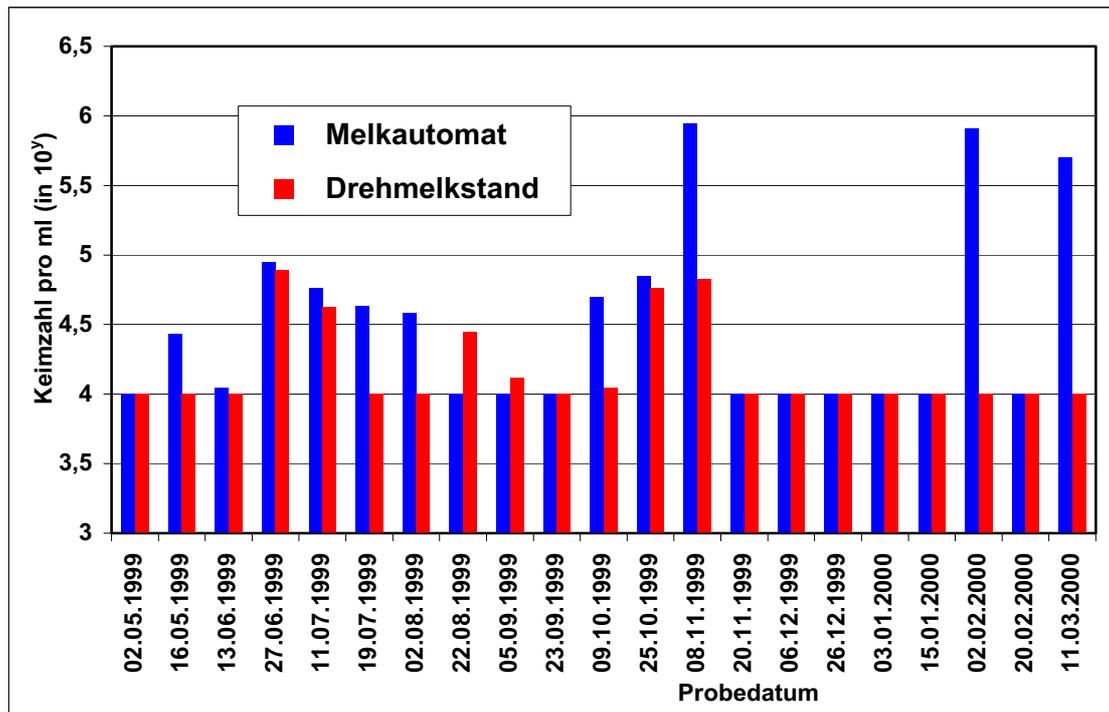


Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf der Keimgehalte in der Tankmilch nach Versuchsgruppe (erste Versuchsperiode)

Gefrierpunkt

Bei der Anlieferungsmilch war zeitweise eine Anhebung des Gefrierpunktes zu verzeichnen. Während im Drehmelkstand durchschnittlich nach jeweils 40 Melkungen gereinigt wurde, wurde im Melkautomaten nach durchschnittlich 17 Melkungen gereinigt. Ca. 55 % der Reinigungen im automatischen Melksystem wurden zusätzlich zu den Grundreinigungen nach dem Melken von nichtverwendbarer Milch durchgeführt. Zusätzlich wurden die Melkbecher nach jeder Melkung gesäubert.

Als Ursache für den erhöhten Wassergehalt in den milchabführenden Leitungen des AMV wurde eine ungenügende Trocknung nach den jeweiligen Reinigungen identifiziert. Eine Verlängerung der durch Luftströmung induzierten Trocknungsphasen löste das Problem der erhöhten Wassergehalte in der Milch.

Somatische Zellen

Zwischen November 1999 und Februar 2000 kam es sprunghaft zu einer Erhöhung der Zellzahlen in der Automatengruppe (Abbildung 4). In den nächsten 16 Wochen reduzierte sich dieses Zellzahlniveau auf ein tolerierbares Ausgangsniveau von 200.000 Zellen pro ml. Zunächst wurde angenommen, dass dieser Zellzahlanstieg mit einer erhöhten Euterbelastung im automatischen Melksystem zu erklären sei. Als Maßnahme wurde daraufhin im Januar 2000 die Frequenz der Zellzahluntersuchungen von einem 14-tägigen auf einen wöchentlichen Rhythmus erhöht. Ob das im März 2000 mit dem Drehmelkstand vergleichbare Zellzahlniveau durch diese intensiviertere Kontrolle zu erklären ist, kann vermutet werden.

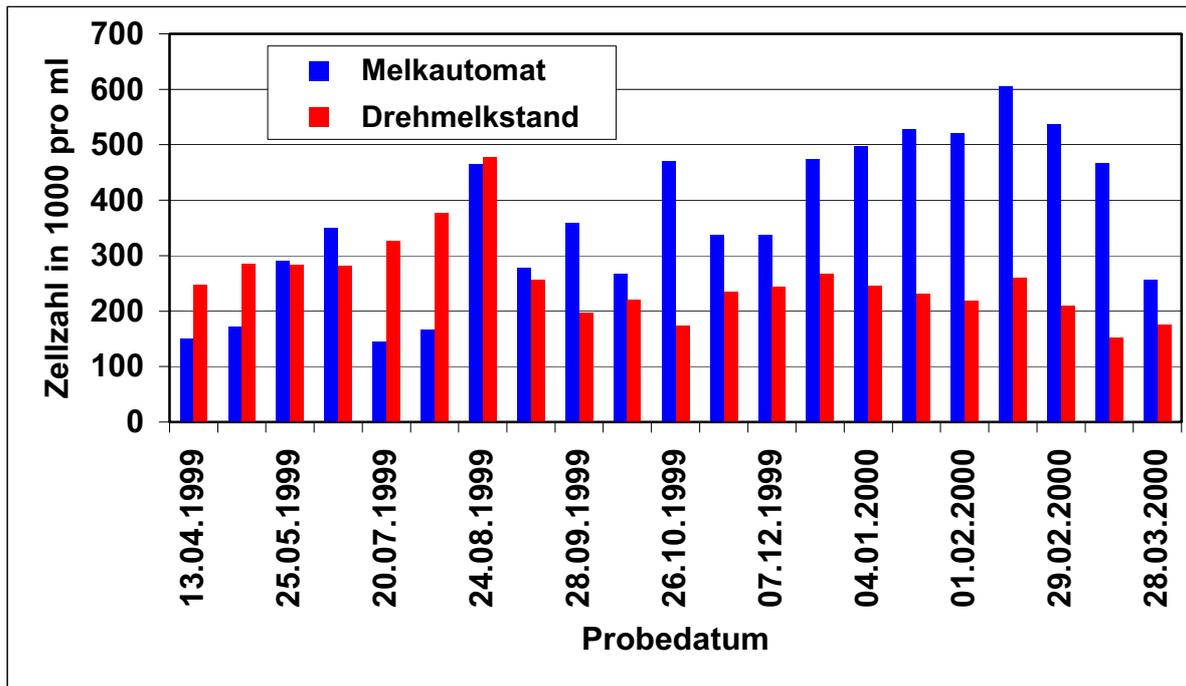


Abbildung 4: Zeitlicher Verlauf der durchschnittlichen Zellzahlen nach Versuchsgruppe (Einzeltierkontrolle Milchleistungsprüfung, erste Versuchsperiode)

Obwohl eine vernünftige Früherkennung von Eutererkrankungen nur viertelspezifisch erfolgen kann, war die Herstellerfirma trotz mehrfacher Ankündigungen nicht in der Lage, eine viertelspezifische Leitfähigkeitsmessung einzuführen. Dies führt bis heute zu großen Problemen im Herdenmanagement, insbesondere in der frühzeitigen Erkennung von Eutererkrankungen.

3.2.4 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

In der ersten Zwischenauswertung zeigte sich sowohl eine signifikante Verringerung der Milchleistung als auch der energiekorrigierten Milchleistung der AMV-Kühe. Diese Ergebnisse waren unerwartet, da die durchschnittliche Anzahl der Melkungen mit 2,6 Melkungen pro Tag deutlich über der Anzahl Melkungen im Drehmelkstand lag (vgl. Abbildung 2). Eine mögliche Erklärung dieser unerwarteten Leistungsunterschiede ergab sich bei Betrachtung der Laktationskurven der Kühe in beiden Systemen. Bei der AMV-Gruppe

stieg die Milchleistung in den ersten fünf Wochen wesentlich geringer an als bei den Kühen im Drehmelkstand (Abbildung 5).

Zu Beginn der Laktation erfolgte die Kraftfutterzuteilung in beiden Systemen auf der Basis eines leistungsunabhängigen Anfütterungsschemas. Ausgehend von 4 kg wurde die Kraftfuttergabe pro Kuh und Tag auf 10 kg bis zur fünften Laktationswoche stufenweise gesteigert. Ab der sechsten Woche erfolgte die Zuteilung leistungsabhängig. Die Kühe im Drehmelkstand hatten zu diesem Zeitpunkt ihre Laktationsspitze offensichtlich schon überschritten. Anders die AMV-Kühe, deren Laktationsmaximum vermutlich jenseits der sechsten Woche liegt. Die leistungsabhängige Fütterung ab der sechsten Woche könnte jedoch dazu geführt haben, dass das individuelle Potential der AMV-Kühe nicht ausgeschöpft wird. Die Differenz in der Laktationsleistung konnte auch im zweiten und dritten Laktationsdrittel von den AMV-Kühen nicht mehr kompensiert werden.

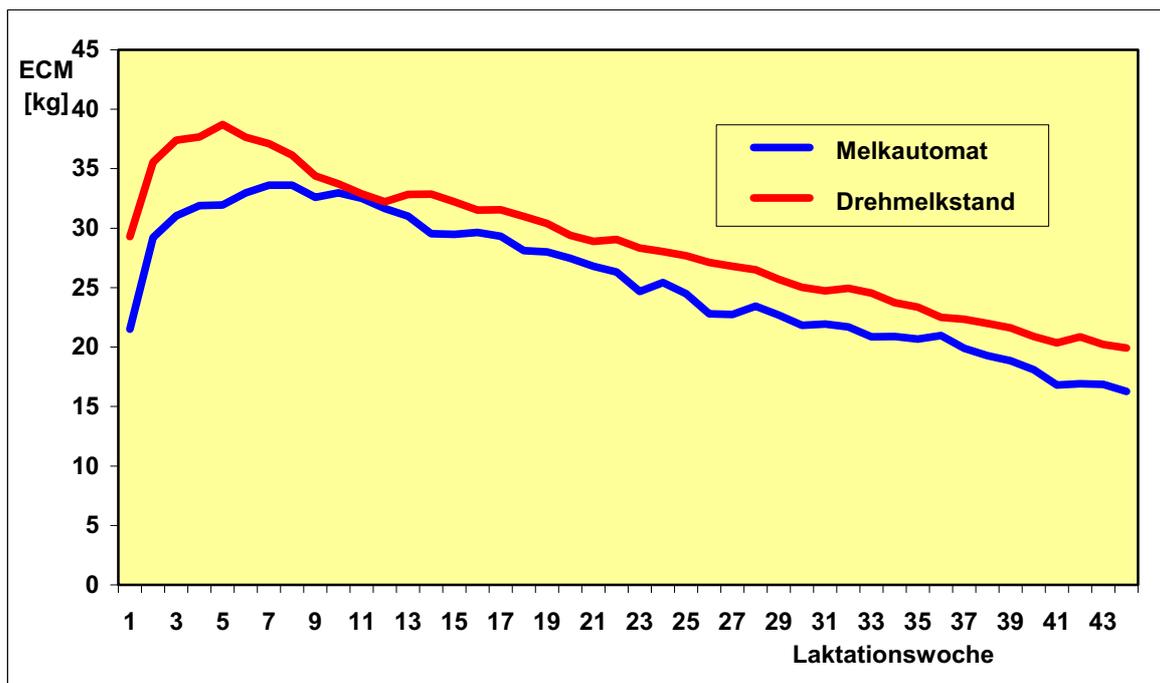


Abbildung 5: 305-Tage-Laktationskurven der energiekorrigierten Milchmenge (erste Versuchsperiode)

Tabelle 1 bestätigt aggregiert den Laktationskurvenverlauf der Abbildung 5. Im Vergleich zum Drehmelkstand war die Milchleistung der Automatenkühe signifikant geringer. Darüber

hinaus wurden im Fettgehalt signifikante Unterschiede zwischen den beiden Versuchsgruppen gefunden. Die Milcheiweißgehalte unterschieden sich nicht.

Tabelle 1: Mittlere Tagesleistungen (Least Square Means) und Standardfehler (SE) verschiedener Produktionsmerkmale in der ersten Versuchsperiode

	Melkautomat (n = 59)		Drehmelkstand (n = 59)		Signifikanzniveau der Differenzen (p =)
	LSM	SE	LSM	SE	
Milchmenge (kg/Tag)	25,3	0,75	28,5	0,75	0,04
ECM-Menge (kg/Tag)	26,3	0,70	29,3	0,69	0,03
Milchfettgehalt (%)	4,03	0,05	4,23	0,05	0,07
Milchproteingehalt (%)	3,37	0,03	3,38	0,03	0,99

3.2.5 Futteraufwand

Abbildung 6 stellt die tägliche Trockenmasseaufnahme der vorgelegten Mischration in Abhängigkeit vom Laktationsstadium dar. In der ersten Versuchsperiode konnte in Zwischenauswertungen kein Einfluss des Melksystems auf die Mischrationsaufnahme bei der Gesamtherde festgestellt werden. Auch in Bereichen relativ hoher Leistungen im ersten Drittel der Laktation ist kein Unterschied feststellbar.

Im Gegensatz zur Grundfutteraufnahme schwankt die Aufnahme an Milchleistungsfutter erheblich (Abbildung 7). Während der Anfütterungsphase waren erwartungsgemäß keine Unterschiede zwischen den Gruppen erkennbar. Während der sich anschließenden drei Monate wurde jedoch von der AMV-Gruppe wesentlich weniger Milchleistungsfutter abgerufen. Ursächlich hierfür ist die geringe Milchleistung der AMV-Kühe, da die Kraftfuttergabe wie oben erwähnt leistungsabhängig erfolgte.

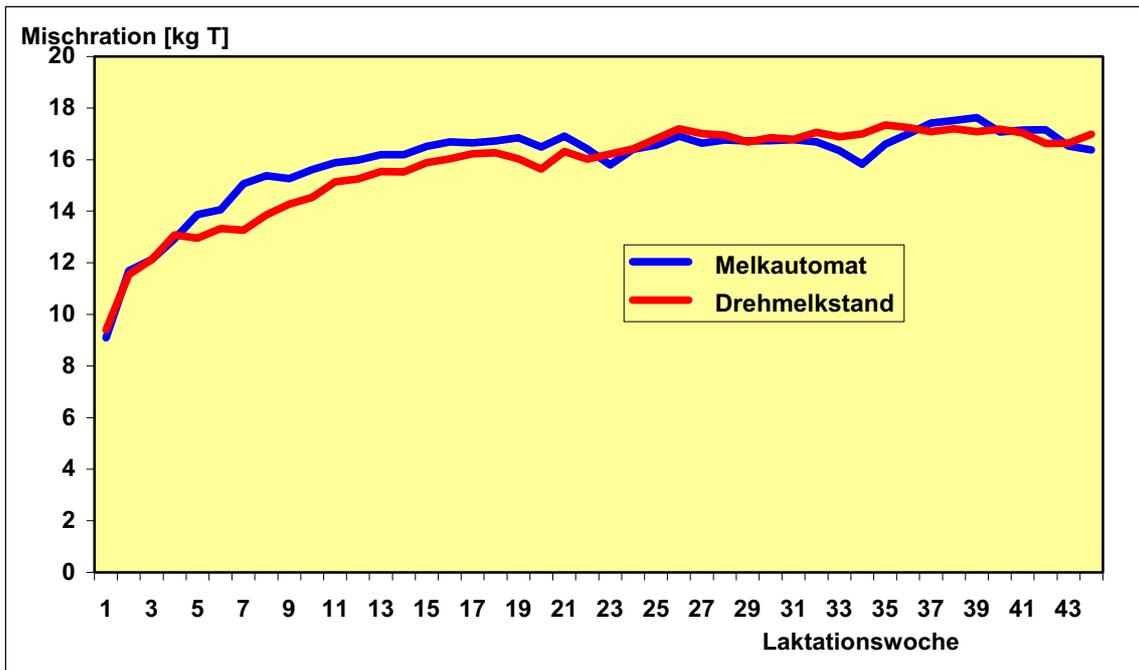


Abbildung 6: Tägliche T-Aufnahme der Mischration in Abhängigkeit vom Laktationsstadium (erste Versuchsperiode)

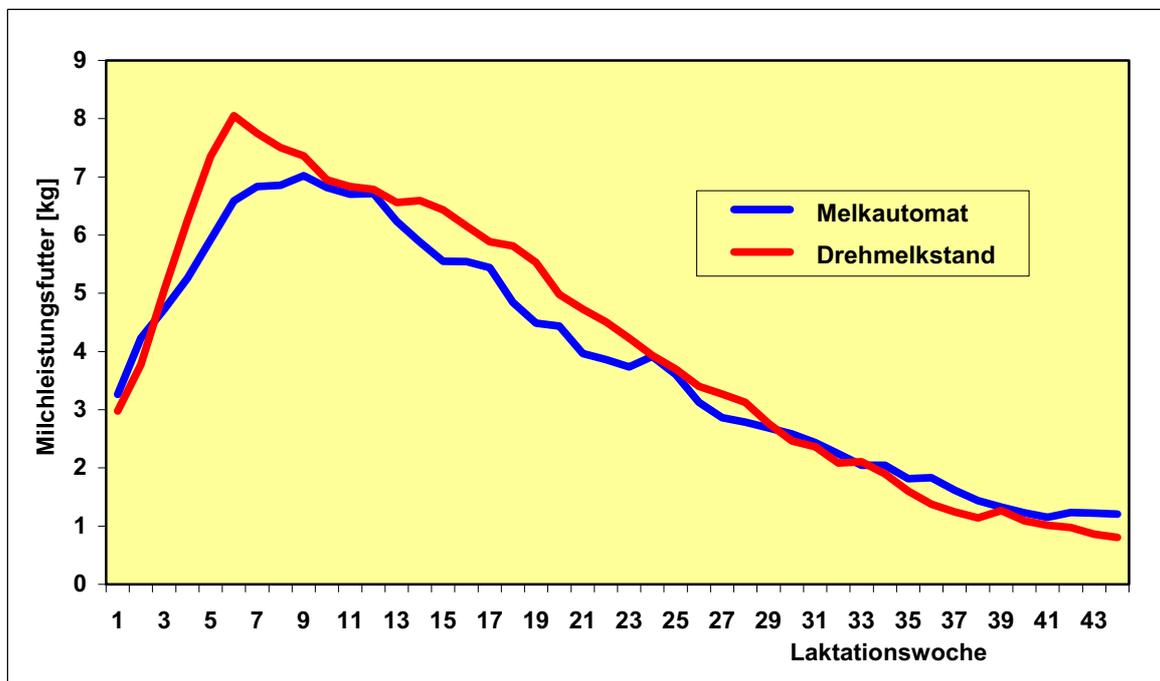


Abbildung 7: Abruf an Milchleistungsfutter (Frischmasse) in Abhängigkeit vom Laktationsstadium (erste Versuchsperiode)

3.2.6 Funktionale Merkmale

In der Reproduktionsleistung sind keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen feststellbar. Aufgrund der geringen Herdengröße und des eingeschränkte Versuchszeitraumes ist eine statistisch abzusichernde Aussage über funktionale Merkmale während der ersten Versuchsperiode nicht möglich.

3.3 Ergebnisse der zweiten Versuchsperiode

Aus den Ergebnissen der ersten Versuchsperiode konnte keine Abgrenzung zwischen den aufgetretenen technischen Problemen und systemspezifischen Unterschieden zwischen dem AMV und dem Drehmelkstandssystem vorgenommen werden. Demzufolge wurde das Design des Versuchs in der zweiten Periode zunächst nicht geändert. Diese Versuchsperiode umfasste insgesamt 5,5 Monate und verlief ohne größere technische Probleme.

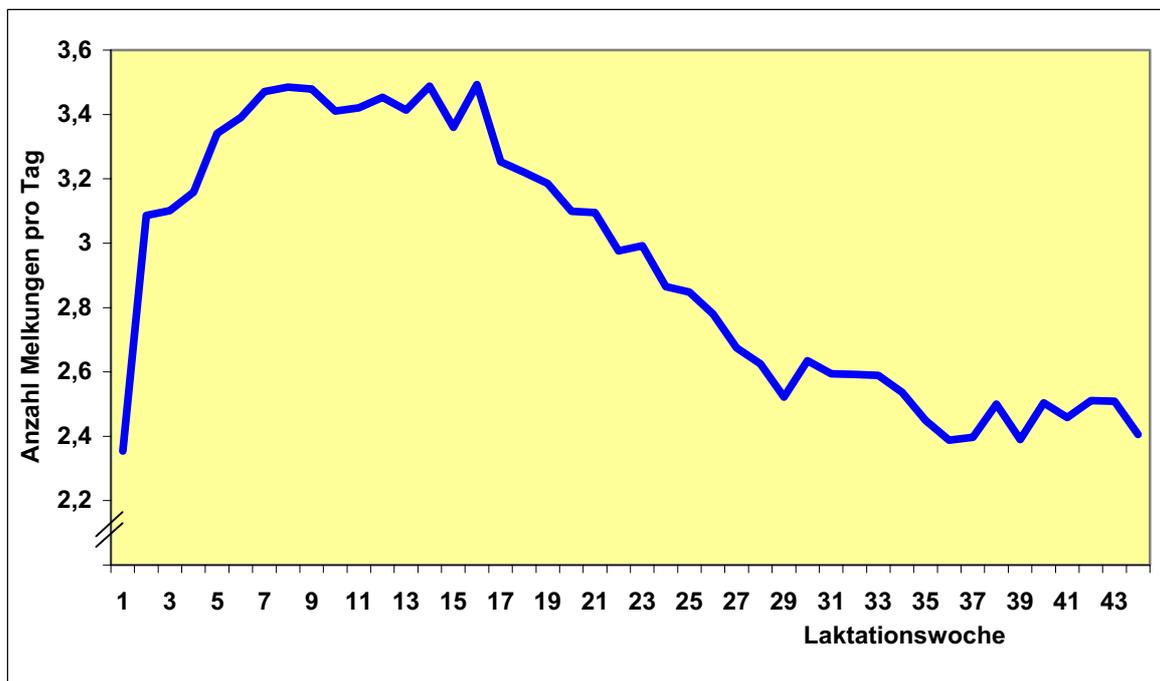


Abbildung 8: Durchschnittliche Melkhäufigkeit je Tag in Abhängigkeit vom Laktationstag (zweite Versuchsperiode)

Im Vergleich zur ersten Versuchsperiode konnte ein marginaler Anstieg der durchschnittlichen Melkfrequenz von 2,6 auf 2,7 pro Tag festgestellt werden. In der fünften Laktationswoche stieg die Anzahl Besuche pro Tag von 2,7 auf 3,1. Die maximale Besuchshäufigkeit in der Laktation lag bei 3,5 Melkungen pro Tag (Abbildung 8).

Trotz der leicht erhöhten Melkfrequenz stieg die Milchleistung der AMV-Kühe im Vergleich zu dem ersten Versuchsabschnitt nur geringfügig an (Abbildung 9). Nach wie vor zeigte sich eine Unterlegenheit der AMV-Kühe gegenüber den im Drehmelkstand gemolkenen Kühen von etwa 3 kg pro Tag (Tabelle 2), die während der gesamten Laktation deutlich erkennbar war.

Darüber hinaus zeigte sich ähnlich wie in der ersten Versuchsperiode ein geringfügig reduzierter Fettgehalt der AMV-Kühe von 0,15 %.

Tabelle 2: Mittlere Tagesleistungen (Least Square Means) und Standardfehler (SE) verschiedener Produktionsmerkmale in der zweiten Versuchsperiode

	Melkautomat (n = 55)		Drehmelkstand (n = 54)		Signifikanzniveau der Differenzen (p =)
	LSM	SE	LSM	SE	
Milchmenge (kg/Tag)	23,7	0,84	26,9	0,86	0,01
ECM-Menge (kg/Tag)	24,6	0,76	27,5	0,79	0,01
Milchfettgehalt (%)	4,09	0,06	4,24	0,07	0,57
Milchproteingehalt (%)	3,28	0,03	3,35	0,03	0,67

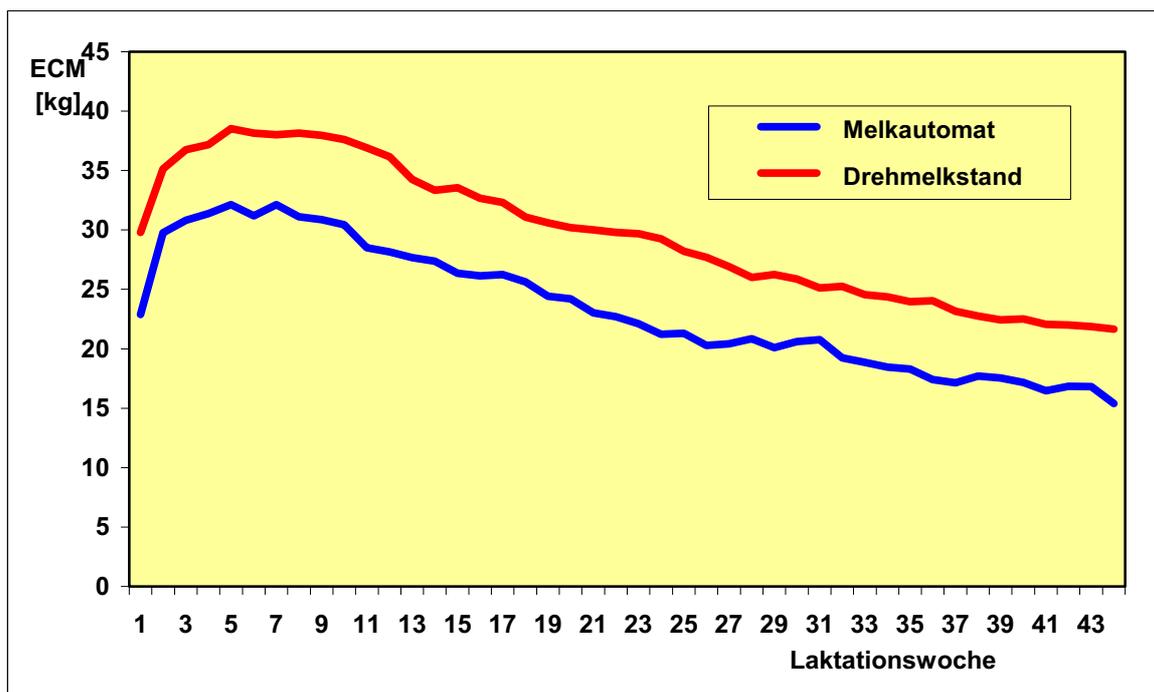


Abbildung 9: 305-Tage-Laktationskurve der energiekorrigierten Milchmenge (zweite Versuchsperiode)

3.3.1 Untersuchung der Nachgemelke

Ein Grund für die verringerte Milchmenge wurde in dem Ausmelkgrad der Versuchstiere vermutet. Mögliche Restmilchmengen im Alveolarraum des Euters können eine Neuproduktion von Milch behindern. Bei unvollständigem Ausmelken hemmt die angereicherte Milch die Schlüsselenzyme der Milchsynthese. Die Milchleistung sinkt (LÖFFLER, 1994). Ebenso ist es möglich, dass die apokrine Sekretion des Milchfettes in den Alveolarraum durch Restmengen behindert wird. Ein solcher „Erinnerungs“-Effekt könnte möglicherweise Ursache dafür sein, dass am Melkautomaten eine geringere Milchleistung je Kuh erzielt wurde. Deshalb wurden an einem Versuchstag die Restmilchmengen an einigen Versuchstieren untersucht.

Am 10. Juli 2000 wurden am Melkautomaten zwischen 10.30 Uhr und 18.30 Uhr alle in diesem Zeitraum gemolkenen 35 Kühe einer Nachgemelkskontrolle unterzogen. Nach jeder Melkung wurde von einer Person per Hand nachgemolken und gewogen, wie viel Restmilch in jedem Euterviertel vorhanden war. Am 11. Juli wurde in der Drehmelkstandgruppe

während der Morgenmelkung durch zwei Personen eine Nachgemelkskontrolle nach gleichem Verfahren durchgeführt. Um den reibungslosen Ablauf im Melkstand nicht zu sehr zu behindern, wurden nur 22 Kühe (jede zweite Kuh) untersucht.

In der Automatengruppe zeigten 10 der 35 Tiere keine Restmengen im Euter. Jedoch war die Schwankungsbreite hier sehr stark, eine Kuh wies eine Gesamtrestmenge von etwa 925 ml bei einer Gemelksmenge von 5,6 kg Milch auf (Abbildung 10). Im Durchschnitt aller Kühe lag die Restmenge im Euter bei etwa 175 ml. Es wurde nicht festgestellt, dass einer der Zitzenbecher besonders schlecht oder besonders gut ausmelkte. In der Drehmelkstandgruppe wurden bei ca. 60 % der Tiere Restmengen festgestellt. Die Schwankungsbreite war hier relativ gering, die maximale Gesamtrestmenge lag bei 410 ml. Im Durchschnitt aller untersuchten Kühe des konventionellen Melksystems lag die Restmenge im Euter bei etwa 32 ml.

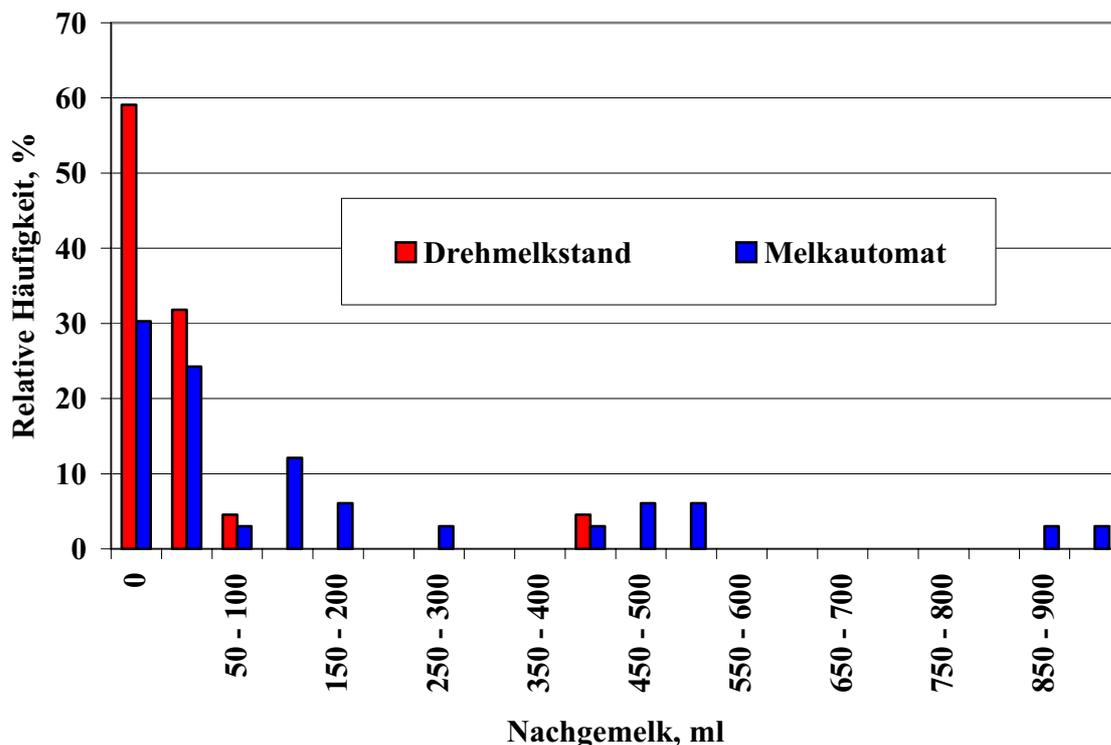


Abbildung 10: An einem Tag festgestellte Nachgemelksmengen der Kühe in den Systemen Melkautomat (n=35) und Drehmelkstand (n=22)

Die geringeren Milchmengen am Melkautomaten lassen sich durch den Ausmelkgrad der Kühe nicht erklären. Zwar waren die Restmengen bei den AMV-Kühen höher als bei den

Kühen des konventionellen Melksystems, jedoch waren sie mit durchschnittlich 175 ml noch so gering, dass dauerhafte Auswirkungen auf die Milchleistung der Kühe nicht erwartet wurden.

3.3.2 Untersuchung zur Methodik der Fettgehaltsbestimmung

Zwischenauswertungen hatten einen signifikant geringeren Milchfettgehalt in der Melkautomatengruppe als in der Kontrollgruppe ergeben. Es stellte sich die Frage, ob die Bestimmung des Fettgehaltes mit den automatischen Geräten (Nah-/Mittel-Infrarot-Spektroskopie, NIRS) des Milchkontrollverbandes Rheinland (LKV) aus mehrmaligen täglichen Melkungen (> 2 mal je Tag) möglicherweise zu anderen Ergebnissen führt als bei zwei Melkungen je Tag.

Deshalb wurde an einem Kontrolltag für die Milchleistungsprüfung neben der Standard-MLP-Untersuchung eine zweite Untersuchungsreihe zur Fettgehaltsbestimmung mit Hilfe der Gerber-Methode (Standardverfahren für Milchfettbestimmung) durchgeführt. Dafür wurden in der Automatengruppe elf und in der konventionellen Gruppe zehn Kühe gezielt ausgewählt, die eine möglichst hohe Variation im Milchfettgehalt erwarten ließen. Für beide Untersuchungsreihen wurden die gleichen Untersuchungsflaschen mit den gruppenspezifischen Konservierungsstoffen Bromopol und Azidiol verwendet, wie sie zu dieser Zeit auch in der Praxis benutzt wurden. Die Milchproben der zweiten Untersuchungsreihe wurden im Institut für Tierernährung der Universität Bonn untersucht.

Die Tabelle 3 stellt die Ergebnisse dar. Bei den im Drehmelkstand erfassten Proben wichen alle LKV-NIRS-Ergebnisse von der Gerber-Untersuchung nach oben ab, im Durchschnitt um absolut -0,17 % Fett. Bei den Proben der Melkautomatengruppe war eine der elf Proben aufgrund der Gerber-Arbeitsanweisung ungültig und wurde nicht weiter berücksichtigt. Die NIRS-Ergebnisse wichen nach oben und unten von den Gerber-Untersuchungen ab, maximal bis zu -0,93 % absolut. Im Durchschnitt betrug die absolute Differenz im Fettgehalt 0,03 %. Die Korrelationen zwischen den beiden Verfahren der Fettgehaltsbestimmung betrugen bei der Drehmelkstandsmilch 0,99 und bei der Automatenmilch 0,88.

Tabelle 3: Mittlere, geringste und höchste Fettgehalte (in %) nach LKV-Methode (Nah-/Mittel-Infrarot-Spektroskopie) und Standardverfahren (Gerber-Verfahren)

	Melkautomat (n = 10)				Drehmelkstand (n = 10)			
	\bar{x}	s	Min.	Max.	\bar{x}	s	Min.	Max.
LKV-Methode	4,20	0,86	2,97	5,74	4,88	0,49	4,20	5,90
Gerber-Verfahren	4,23	0,90	3,15	5,95	4,71	0,53	4,05	5,80
Abweichung	0,03		0,17	0,93	0,17		0,10	0,34

Die Einzelwerte sind im Anhang in Tabelle 2 aufgeführt.

Da nach bisherigen Untersuchungen die beiden verschiedenen Konservierungsstoffe keinen Unterschied in der Fettgehaltbestimmung durch NIRS ergeben (*Persönliche Mitteilung von Herrn Höckels, Leiter des LKV-Zentrallabor Krefeld*), muss die Differenz in der Fettgehaltsbestimmung andere Ursachen haben. Nach Untersuchungen von IPEMA und SCHUILING (1992), VAN DER VORST und HOGEVEEN (2000), LIND et al. (2000) und WIKTORSSON et al. (2000) hat unter anderem die Zwischenmelkzeit einen starken Einfluss auf das Auftreten freier Fettsäuren in Milchproben. Eine Verringerung der Zwischenmelkzeit durch mehrmaliges tägliches Melken (> 2 mal je Tag) führt zu einem Anstieg der freien Fettsäuren in der Milch. Denkbar wäre dadurch auch eine Veränderung des Fettsäuremusters im Milchfett, die die NIRS-Ergebnisse beeinflussen könnten.

3.3.3 Untersuchung zur Anfütterung der Kühe bei Laktationsbeginn

Ein möglicher Grund für die geringere Milchleistung der AMV-Kühe wurde in dem für beide Gruppen gleichen Anfütterungsplan mit Milchleistungsfutter nach der Abkalbung gefunden (Abbildung 11). In den ersten fünf Wochen der Laktation wurde die Kraftfuttermenge wöchentlich bis zur maximalen Menge von 10 kg/Tag stufenweise gesteigert. Ab der sechsten Woche erfolgte die Festlegung der täglich zu verabreichenden Kraftfuttermenge 14-tägig nach der durchschnittlichen ECM-Menge der vorhergehenden zwei Wochen. Aus ernährungsphysiologischen Gründen wurde die Kraftfuttermenge auf 3,0 kg je Besuch der AMV- bzw. Kraftfutterstation beschränkt. Bei der Festlegung dieses Anfütterungsplanes

wurde davon ausgegangen, dass eine Kuh während der ersten sechs Wochen das AMV durchschnittlich 3,3-mal am Tag besucht. Unter dieser Voraussetzung wäre es einer Kuh möglich gewesen, die maximal zugeteilte Menge von 10 kg Kraftfutter pro Tag aufzunehmen. Entgegen dieser Erwartung lag die Melkfrequenz im Melkautomaten am 35. Tag der Laktation im Durchschnitt aber nur bei etwa 3,0 Melkungen je Tag (vgl. Abbildung 12). Unter dieser Voraussetzung konnten die Kühe maximal nur 9,0 kg Milchleistungsfutter aufnehmen. Aus diesem Grund wurde im September 2000 die Anfütterungsperiode wie in Abbildung 13 dargestellt geändert. Bis zur 11. Laktationswoche wurde das Kraftfutter nach dem festen Anfütterungsplan zugeteilt und erst anschließend leistungsabhängig verabreicht.

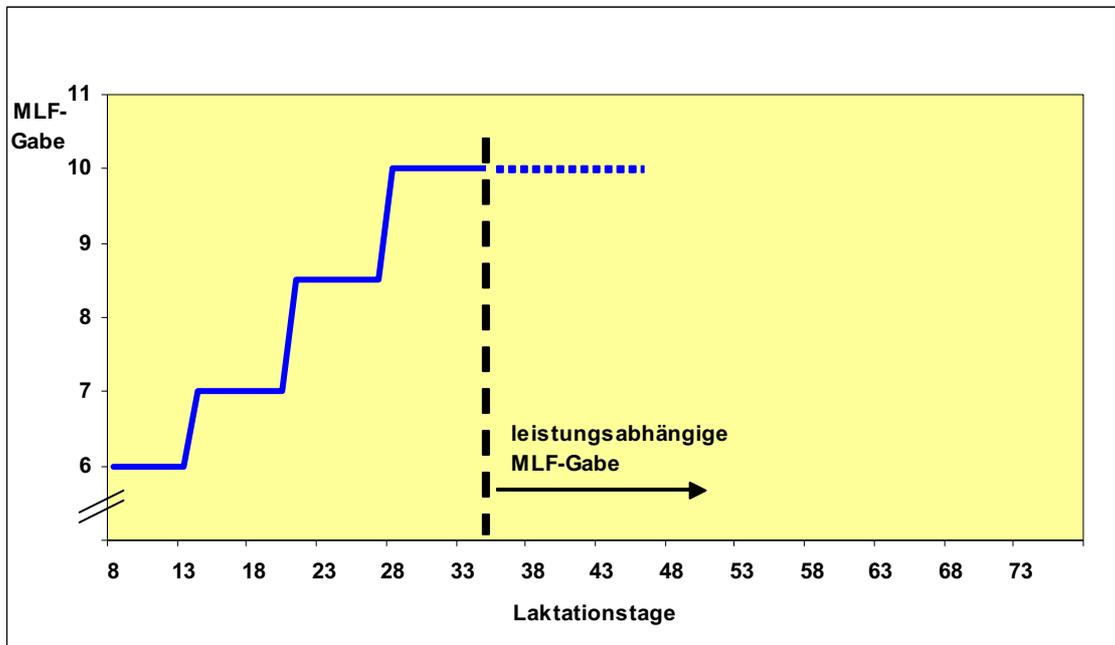


Abbildung 11: Verabreichung des Milchleistungsfutters in den ersten beiden Versuchsperioden

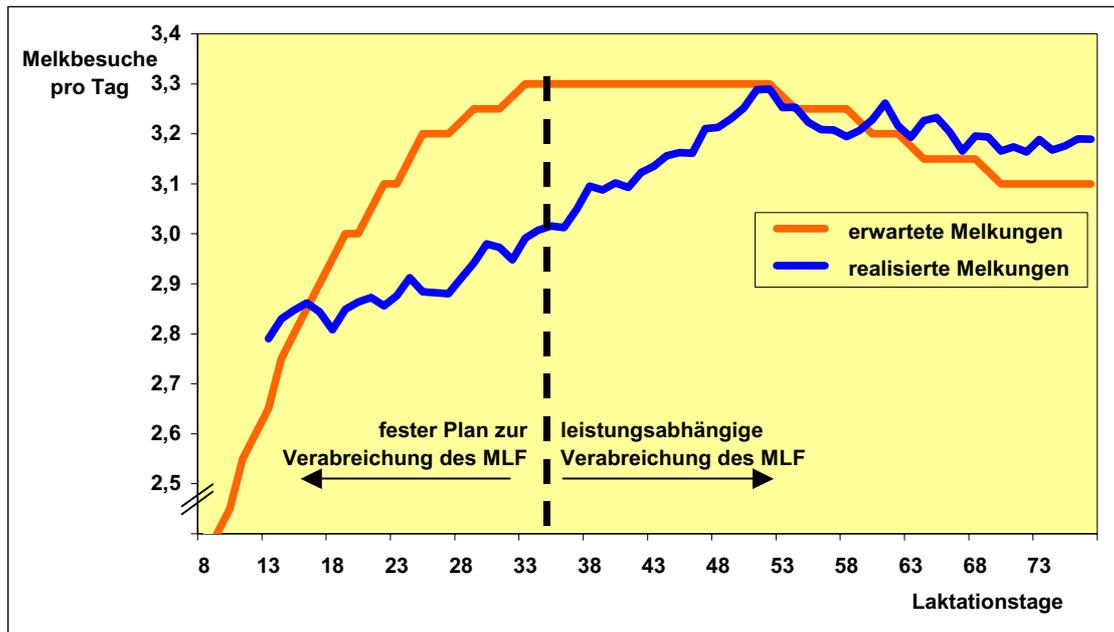


Abbildung 12: Erwartete und realisierte (3-tägiger gleitender Durchschnitt) Melkungen pro Tag

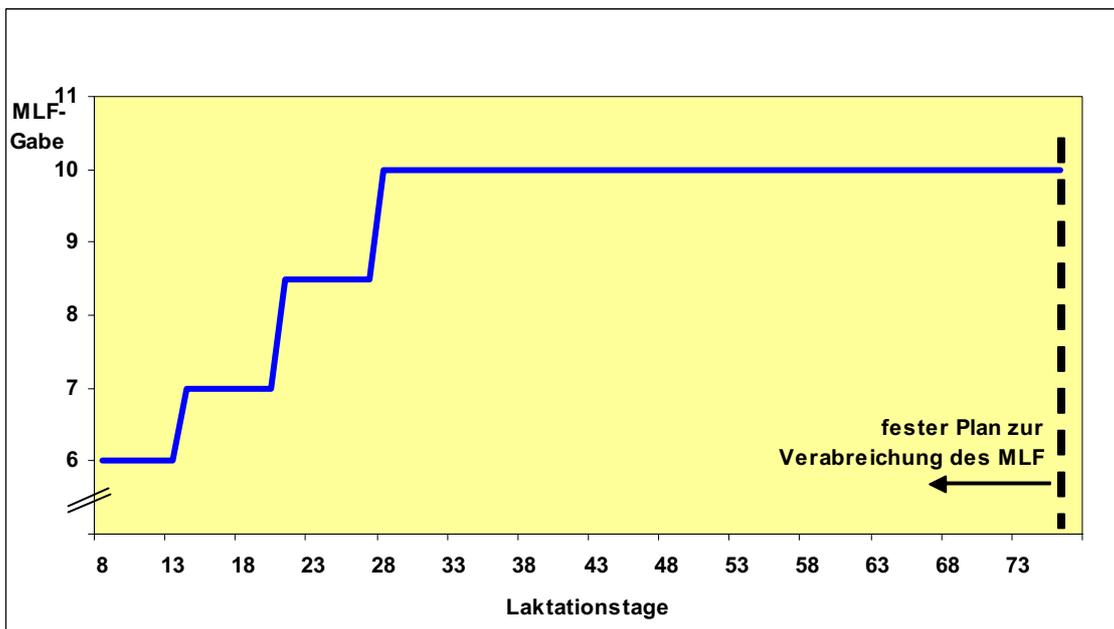


Abbildung 13: Verabreichung des Milchleistungsfutters nach der Umstellung des Anfütterungsplans (dritte Versuchsperiode)

3.4 Ergebnisse der dritten Versuchsperiode

Die dritte Versuchsperiode umfasste insgesamt einen Zeitraum von 12,5 Monaten. Im Gegensatz zu den beiden vorangegangenen Versuchszeiträumen wurde das Anfütterungsregime gemäß den in Kapitel 3.3.3 beschriebenen Verfahren geändert. Gravierende technische Störungen traten in der dritten Versuchsperiode nicht auf. Insgesamt wurden 66 Versuchskühe in der Automatengruppe und 59 Kühe in der Drehmelkstandgruppe beobachtet.

3.4.1 Milchleistung und Milchqualität

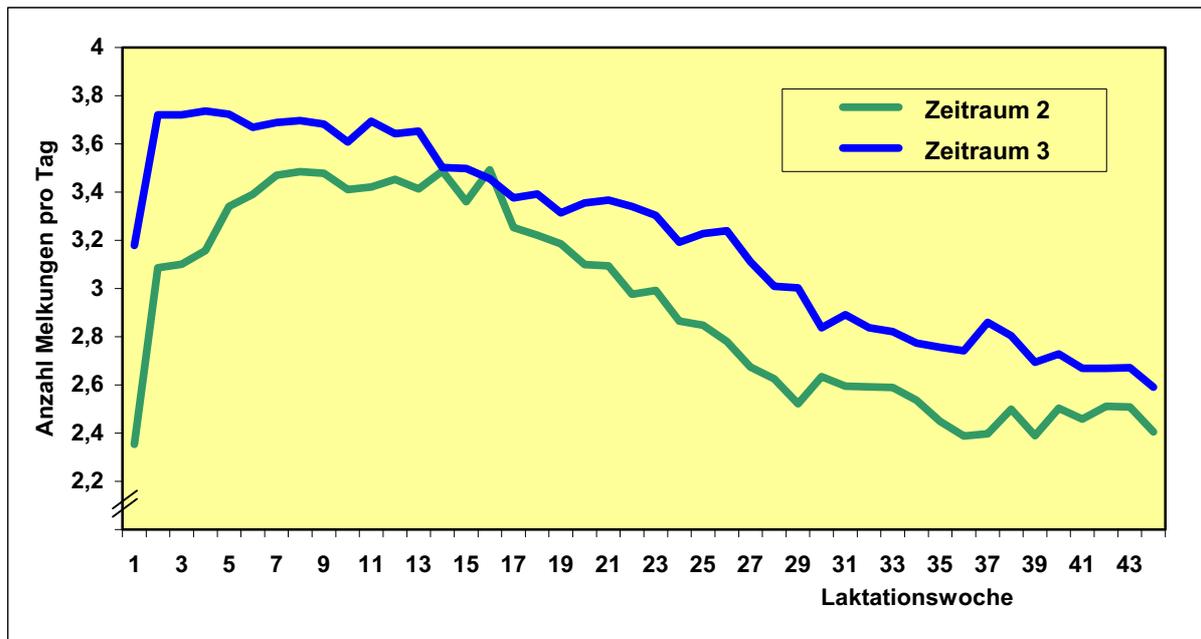


Abbildung 14: Durchschnittliche Melkhäufigkeit je Tag in Abhängigkeit vom Laktationstag (zweite und dritte Versuchsperiode)

Wie in Abbildung 14 zu sehen ist, erhöhte sich die Anzahl an Melkbesuchen pro Tag von 3,2 auf 3,7 Besuche in den ersten fünf Laktationswochen. Aufgrund der störungsfreien Technik kann deshalb eine Gewöhnung der AMV-Tiere an das Melksystem geschlussfolgert werden. Nicht auszuschließen ist jedoch auch ein verändertes Umgehen mit den AMV-Kühen durch

das betreuende Personal. Denkbar wäre ein Training der Automatenkühe in den ersten drei Laktationswochen, bei dem die Tiere häufig in das Melksystem geführt werden. Dieser Trainingseffekt kann sich auf die nachfolgenden Laktationswochen auswirken.

In der Gesamtmilchleistung der beiden Melksysteme konnte ein statistisch nicht abzusichernder Unterschied von 0,4 kg Milch pro Tag zu Gunsten des Drehmelkstandsystems festgestellt werden (Tabelle 4). Dieser Unterschied ist – wie aus Abbildung 15 zu entnehmen ist – insbesondere durch die Unterlegenheit der AMV-Kühe zu Beginn der Laktation zu erklären. Im Gegensatz zur zweiten Versuchperioden erreichen jedoch die AMV-Kühe in der Laktationsspitze vergleichbare Leistungen. Durch das veränderte Anfütterungssystem sind die AMV-Kühe offensichtlich in der Lage, ihr tierindividuelles Leistungsvermögen in ähnlicher Weise zu realisieren wie die Kühe der Drehmelkstandgruppe.

Tabelle 4: Mittlere Tagesleistungen (Least Square Means) und Standardfehler (SE) verschiedener Produktionsmerkmale in der dritten Versuchsperiode

	Melkautomat (n = 66)		Drehmelkstand (n = 59)		Signifikanzniveau der Differenzen (p =)
	LSM	SE	LSM	SE	
Milchmenge (kg/Tag)	26,3	0,75	26,7	0,79	0,99
ECM-Menge (kg/Tag)	26,9	0,70	27,4	0,72	0,99
Milchfettgehalt (%)	3,97	0,05	4,17	0,05	0,08
Milchproteingehalt (%)	3,29	0,03	3,35	0,03	0,45
Aufnahme Mischration (kg T/Tag)	14,3	0,28	14,5	0,29	0,99
Milchleistungsfutter (kg/Tag)	4,28	0,25	3,63	0,24	0,38

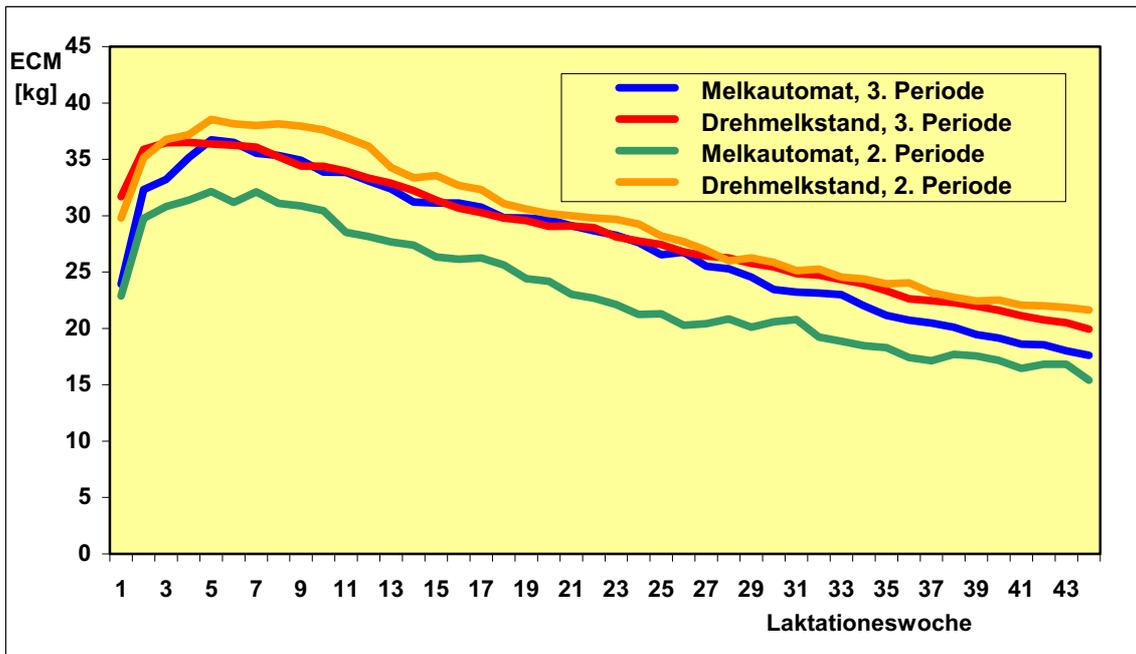


Abbildung 15: 305-Tage-Laktationskurven der energiekorrigierten Milchmenge (zweite und dritte Versuchsperiode)

Bei gleichem Proteingehalt war der Fettgehalt der Automatengruppe um absolut 0,20 % geringer (Tabelle 4). Ähnliche Unterschiede im Fettgehalt werden auch von SPOLDERS et al., (2001) sowie SHOSHANI und CHAFFER (2002) berichtet.

In der Automatengruppe wurden je Kuh und Tag 0,2 kg Trockensubstanz der Mischration weniger und 0,65 kg mehr an Milchleistungsfutter aufgenommen. Die Differenzen ließen sich jedoch nicht statistisch absichern. Abbildung 16 stellt den Verlauf der Aufnahme an Mischration über die Laktation dar. In allen Versuchsperioden unterschieden sich diese Kurven nur wenig. Unterschiede zwischen den Versuchsperioden gab es jedoch in der Aufnahme an Milchleistungsfutter (Abbildung 17). Diese Unterschiede sind durch die Ausdehnung des fixen Anfütterungsregimes in beiden Versuchsgruppen zu Beginn der Laktation zu erklären und besonders bei den AMV-Kühen sichtbar.

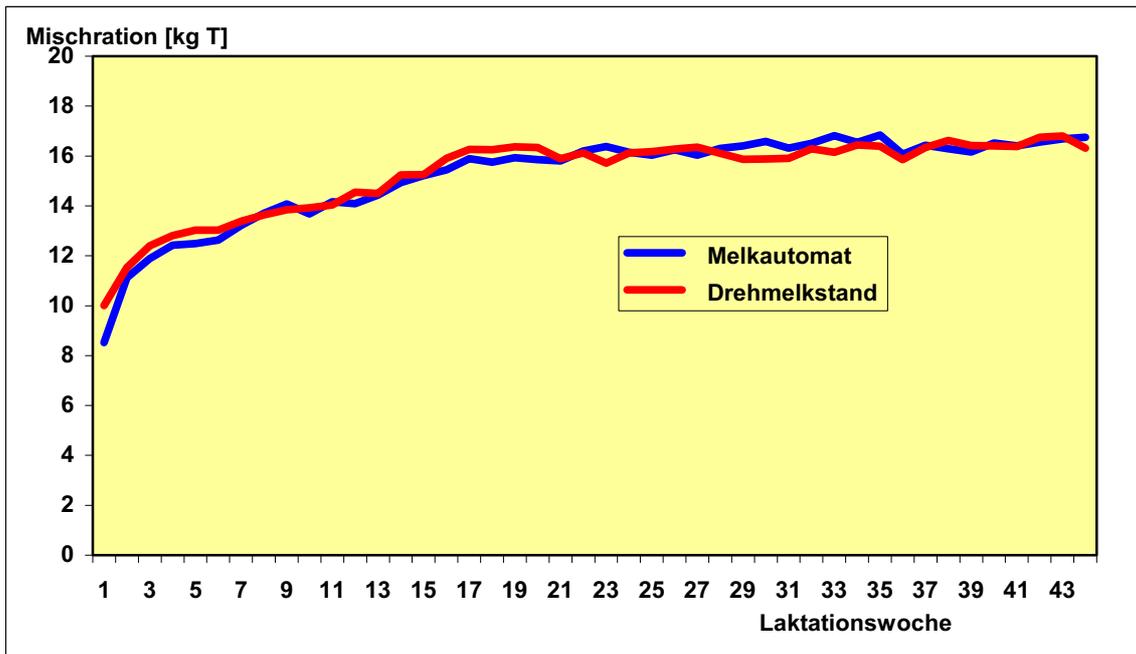


Abbildung 16: Tägliche T-Aufnahme der Mischration in Abhängigkeit vom Laktationsstadium (dritte Versuchsperiode)

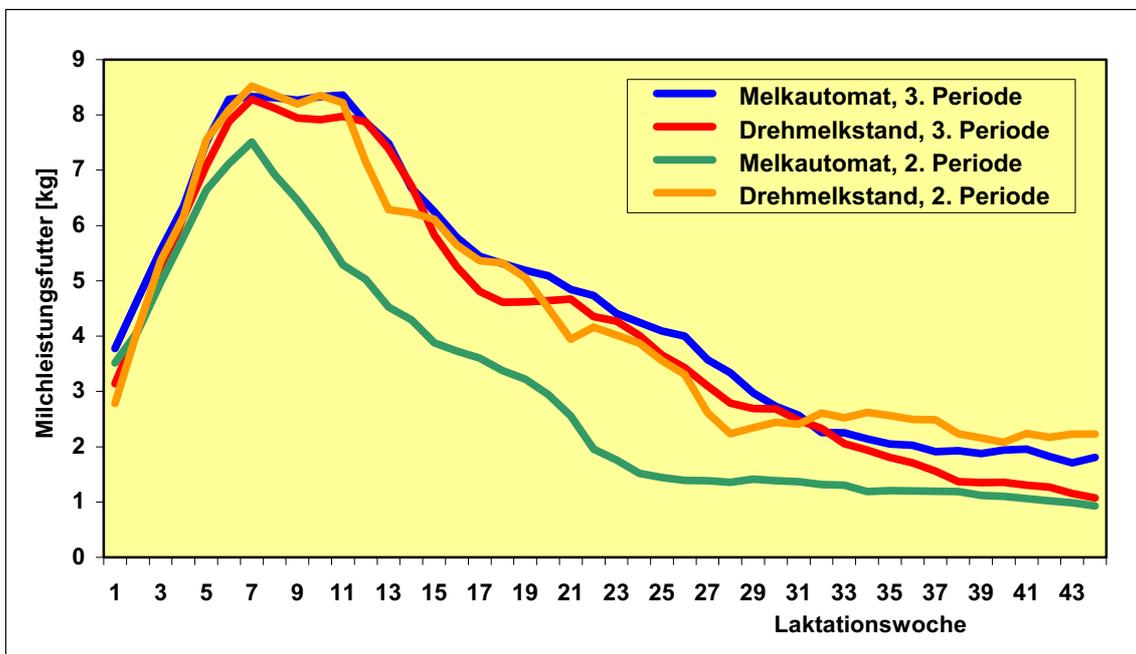


Abbildung 17: Täglicher Verzehr an Milchleistungsfutter (Frischmasse) in Abhängigkeit vom Laktationsstadium (zweite und dritte Versuchsperiode)

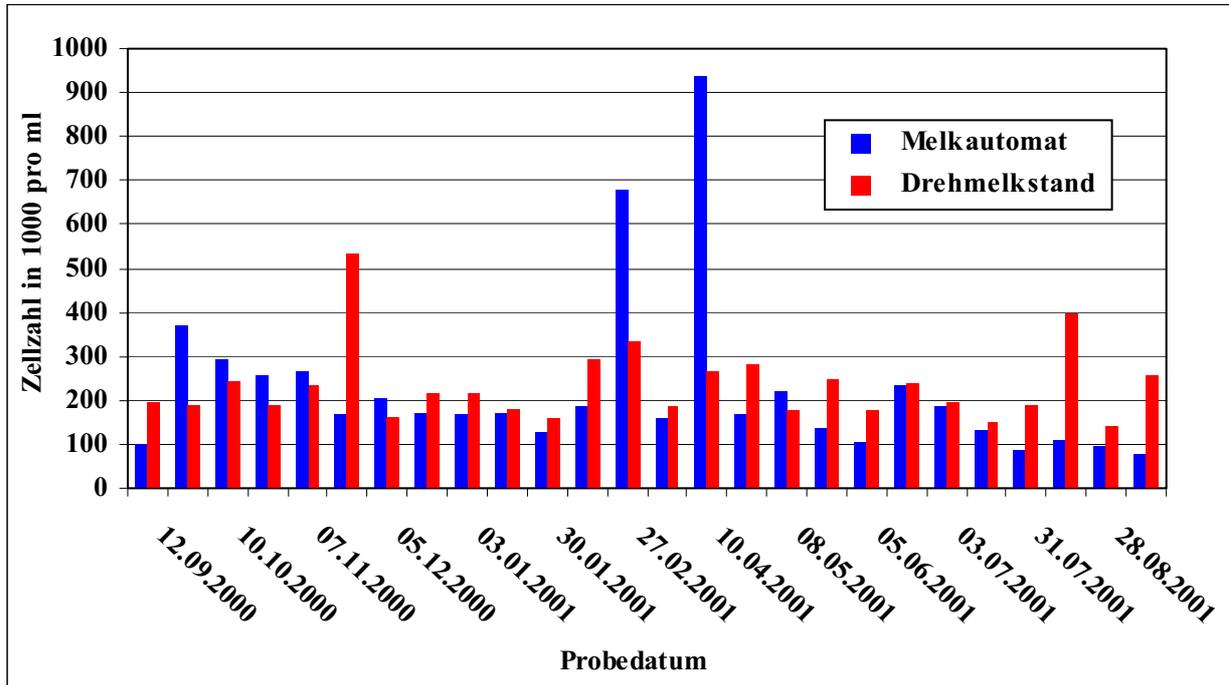


Abbildung 19: Zeitlicher Verlauf der durchschnittlichen Zellzahlgehalte nach Versuchgruppe (Einzeltierkontrolle Milchleistungsprüfung, dritte Versuchsperiode)

3.4.2 Untersuchungen zum Fettgehalt und zur Fettzusammensetzung

Während der dritten Versuchsperiode durchgeführte Zwischenauswertungen ergaben einen signifikant geringeren Milchfettgehalt in der Melkautomatengruppe als in der Drehmelkstandgruppe. Es stellte sich in ähnlicher Weise wie in der zweiten Versuchsperiode die Frage, ob der Milchfettgehalt, der sich bei mehrmaligem täglichem Melken (> 2 Melkungen je Tag) ergibt, möglicherweise bei der Schätzung über Nah-/Mittel-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) in der Routineuntersuchung des LKV nicht korrekt geschätzt wird.

Die Untersuchung des Milchfettgehaltes in der ersten Versuchsperiode umfasst die Milch von nur jeweils 10 Kühen der beiden Versuchsgruppen (vgl. Kap. 3.3.2). Im Gegensatz dazu wurden in der dritten Periode, die während einer der alternierenden Kontrollen im August 2001 erfasste Milch aller Kühe der Versuchsherde analysiert. Im Drehmelkstand wurde die Milch der Morgenprobe von 38 Versuchstieren nach manueller Homogenisierung auf 2 Probeflaschen verteilt. Am Melkautomaten wurden 41 Kühe während einer 24-stündigen

Periode einmalig beprobt. Vor der Befüllung der Probenröhrchen im Probenshuttle wurde eine Teilmenge der Milch mittels eines T-Stücks in eine zweite Milchprobenflasche gelenkt. Alle Untersuchungsflaschen wurden mit dem Konservierungsmittel Bromopol versetzt, so dass kein Einfluss des Konservierungsmittels erwartet werden konnte. Die erste Probenreihe wurde im Zentrallabor des LKV Rheinland in Krefeld nach NIRS untersucht, die zweite Probenreihe nach Bonn gebracht und nasschemisch am Institut für Tierernährung der Universität Bonn nach Gerber (Referenzverfahren für die Milchfettbestimmung) untersucht. Alle Untersuchungen zum Fettgehalt, insbesondere Untersuchungen zu den Gehalten an flüchtigen Fettsäuren und zur Fettzusammensetzung erfolgten in enger Kooperation mit dem Zentrallabor des LKV Rheinland.

Tabelle 5: Vergleich der Fettgehaltsbestimmung und der freien Fettsäuren (August 2001). Rohmittelwerte

	Melkautomat (n = 41)		Drehmelkstand (n = 38)	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Gemelksmenge je Probe (kg)	8,35	2,73	17,71	5,47
Fettgehalt, Gerber (%)	3,67	0,81	3,44	0,58
Fettgehalt, NIRS (%)	3,76	0,81	3,31	0,58
Freie Fettsäuren (mmol / 100 g Fett)	1,03	0,43	0,41	0,30

Tabelle 5 beinhaltet die Rohmittelwerte in Abhängigkeit der beiden Melksystemgruppen. Mit Ausnahme der durchschnittlichen Gemelksmenge je Probe ist bei allen anderen dargestellten Merkmalen eine deutliche Überlegenheit der AMV-Gruppe erkennbar. Ein direkter Vergleich der angegebenen durchschnittlichen Gemelksmenge je Probe ist nicht zulässig. Bei dem Mittelwert der AMV-Gruppe handelt es sich um den Durchschnitt jeder einzelnen Melkung, die uneinheitlich über den Probetag verteilt waren. Bei der Karussellgruppe hingegen umfasst der Mittelwert die im Rahmen einer alternierenden Milchkontrolle abendlich erfassten Probegemelksmengen.

Tabelle 6: Schätzgenauigkeit der NIRS – Methode im Vergleich zu Referenzmethode Gerber in der Bestimmung des Milchfettgehaltes

	Melkautomat (n = 41)	Drehmelkstand (n = 38)
Verzerrung: Gerber – NIRS (% absolut)	-0,09	-0,13
$\sqrt{\text{MSE}}$ (%)	0,263	0,076
R^2 (%)	89,64	98,39

Beim Vergleich der beiden Analyseverfahren zur Bestimmung des Milchfettgehaltes zeigt die NIRS-Methode deutlich höhere Werte. Der Gerberfettgehalt wird durch die NIRS-Methode bei beiden Melkverfahren um ca. 0,1 % überschätzt (Tabelle 6). Regressionsanalytisch erklärt der NIRS-Fettgehalt ca. 98 % der Variation des Gerberfettgehaltes in der Drehmelkstandgruppe und 90 % in der AMV-Gruppe. Die Streuung der Abweichungsquadrate ist mit 0,08 in der Drehmelkstandgruppe deutlich niedriger als in der AMV-Gruppe (0,26). Die zu Beginn des Kapitels geäußerte Vermutung, dass die unterschiedlichen Fettgehalte der beiden Melksysteme durch systematische Fehleinschätzungen der NIRS-Methode zu erklären seien, kann aus den vorliegenden Ergebnissen nicht abgeleitet werden. Allerdings zeigt die NIRS-Methode in der AMV-Gruppe eine im Vergleich zu Drehmelkstandgruppe niedrigere Schätzgenauigkeit.

Auffällig ist der am Melkautomat festzustellende deutlich höhere Gehalt an freien Fettsäuren. Diese Beobachtung wurde statistisch unter Berücksichtigung der Modellfaktoren Melksystem (AMV, Drehmelkstand), Gemelksmenge der Probe * Melksystem sowie Fettgehalt der Probe weiter verifiziert (Tabelle 7).

Im Vergleich zu den Rohmittelwerten ist der Unterschied zwischen der AMV und Karussellgruppe erheblich reduziert, jedoch mit einer Differenz von 0,09 mmol/ 100 g Fett statistisch hoch signifikant absicherbar. Deutlich erkennbar ist der Einfluss der Gemelksmenge der analysierten Probe auf den Gehalt an freien Fettsäuren. Im Melkautomaten ist diese Gemelksmenge im Wesentlichen ein Indikator der Zwischenmelkzeit. Mit zunehmender Gemelksmenge der Probe und damit einhergehend verlängerter Zwischenmelkzeit, sinkt der Anteil freier Fettsäuren um 0,08 mmol / 100 g Fett je kg zusätzlicher Gemelksmenge. In der Drehmelkstandgruppe ist die Abhängigkeit

zwischen Gemelksmenge und Anteil freier Fettsäuren weniger stark ausgeprägt. Die Zwischenmelkzeiten streuen in dieser Gruppe vermutlich weniger als in der AMV-Gruppe, so dass ein reduzierter Einfluss zu erwarten ist. Der trotzdem statistisch abzusichernde Einfluss der Gemelksmenge ist vermutlich eher durch tierindividuelle Unterschiede in der Milchleistung als durch unterschiedliche Zwischenmelkzeiten zu erklären.

Tabelle 7: Statistische Kennzahlen der Analyse der Freien Fettsäuren in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren.

Einflussfaktor	LSQ – Schätzwert	Globale Signifikanz (p =)
Melksystem	AMV: 0,65 (±0,10) Drehmelkstand: 0,56 (±0,07)	0,002
Gemelksmenge (Kovariable)	AMV: -0,08 (±0,02) Drehmelkstand -0,03 (±0,01)	>0,0001
Fettgehalt (Kovariable)	-0,02 (±0,06)	0,701

Die oben genannte niedrigere Schätzgenauigkeit der NIRS Methode in der Automatengruppe ist möglicherweise in den höheren Gehalten an freien Fettsäuren begründet, die die Fettbestimmung beeinflussen könnte. Bisher verwendete Eichkurven zur Bestimmung des Milchfettgehaltes sind überwiegend mit Milch aus konventionell gemolkenen Herden mit Zwischenmelkzeiten von 10 bis 14 Stunden und zweimal täglichem Melken erstellt worden. Deshalb sollte untersucht werden, ob in neuen Eichkurven nicht der Gehalt an freien Fettsäuren berücksichtigt werden sollte.

3.4.3 Weitere Untersuchungen zum Gehalt an freien Fettsäuren

Der potentielle Einfluss des Melkverfahrens auf den Gehalt von freien Fettsäuren wurde in einer viermonatigen Versuchsperiode weiter analysiert. Zwischen Juli 2001 und September

2001 war es möglich, in den durchgeführten LKV-Routineuntersuchungen zusätzlich Informationen über den Gehalt an freien Fettsäuren zu erhalten. Diese Untersuchungen wurden zunächst im zweiwöchigen Abstand durchgeführt. Hierbei wurde in der AMV-Gruppe die Probe jeder einzelner Melkung untersucht. In der Drehmelkstandgruppe hingegen wurde alternierend, entweder ein Gemisch aus Morgen- und Abendgemelk oder Morgen- und Abendgemelk separat analysiert. Ergänzt wurden diese Untersuchungsergebnisse durch 14-tägige Zwischenbeprobungen im Rahmen einer alternierenden Kontrolle (morgens oder abends) in der Drehmelkstandgruppe und einer je Kontrolltag einmaligen Beprobung aller Kühe der AMV-Gruppe. Insgesamt wurden an neun im Abstand von einer Woche durchgeführten Kontrollen die Analyseergebnisse und zugehörigen Gemelksmengen von 1349 Milchproben von 92 Kühen erfasst. Die Ergebnisse des in Abschnitt 3.4.2 beschriebenen Versuchs sind im vorliegenden Datenmaterial enthalten.

Tabelle 8: Gemelksmengen je untersuchte Probe und Fettgehalte im Zeitraum Juli 2001 bis September 2001.

	Melkautomat (n = 390)		Drehmelkstand (n = 959)	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Gemelksmenge je Probe (kg)	8,93	2,53	15,18	5,15
Fettgehalt (%)	3,81	0,76	4,09	0,85
Freie Fettsäuren (mmol / 100 g Fett)	1,18	0,73	0,58	0,32

Die in Abschnitt 3.4.2 beschriebenen Ergebnisse werden anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse weitestgehend bestätigt. Wiederum zeigt die Drehmelkstandgruppe einen deutlich höheren Anteil an freien Fettsäuren (Tabelle 8).

Diese Beobachtung wurde statistisch unter Berücksichtigung der Modellfaktoren Melksystem (AMV, Drehmelkstand), Gemelksmenge der Probe * Melksystem (Kovariable), Fettgehalt der Probe (Kovariable) sowie dem zufälligen Einfluss der Kuh weiter verifiziert (Tabelle 9).

Tabelle 9: Statistische Kennzahlen der Analyse der Freien Fettsäuren in Abhängigkeit verschiedener Einflussfaktoren (Versuch Juli bis September 2001).

Einflussfaktor	LSQ – Schätzwert	Globale Signifikanz (p =)
Melksystem	AMV: 0,98 (±0,04) Drehmelkstand: 0,66 (±0,06)	>0,0001
Gemelksmenge (Kovariable)	AMV: -0,10 (±0,01) Drehmelkstand -0,02 (±0,01)	>0,0001
Fettgehalt (Kovariable)	0,03 (±0,02)	0,147
Wiederholte Messung der Kuh	Varianz zwischen den Kühen: 0,05 Wiederholbarkeit: 0,14	>0,0001

Der bereits in Abschnitt 3.4.2 beschriebene höhere Gehalt an freien Fettsäuren im automatischen Melkverfahren wird anhand der Ergebnisse dieser Untersuchung untermauert. Die AMV-Gruppe zeigt eine signifikante Abweichung von 0,32 mmol freie Fettsäuren / 100 g Fett im Vergleich zur Drehmelkstandgruppe. Der Einfluss der Gemelksmenge bzw. der Zwischenmelkzeit auf den Gehalt an freien Fettsäuren wird mit einem Regressionskoeffizienten von -0,10 mmol / 100 g Fett je kg Gemelksmenge der Probe in der AMV-Gruppe deutlich sichtbar. Dieser Regressionskoeffizient ist in der Drehmelkstandgruppe bei relativ konstanter Zwischenmelkzeit weit weniger ausgeprägt. Der Milchfettgehalt zeigt keinen statistisch absicherbaren Einfluss auf den Gehalt freier Fettsäuren.

In Molkereibetrieben verursacht Milch mit hohem Gehalt an freien Fettsäuren große Probleme bei der Verarbeitung, z.B. bei der Butterherstellung. Deshalb diskutieren einige Molkereien über höhere Auszahlungspreise an Landwirte, die Milch mit geringem Gehalt an freien Fettsäuren liefern können. Betriebe mit Melkautomaten können dieses Qualitätskriterium wahrscheinlich nicht mehr erfüllen und werden diese Zuschläge nicht erhalten. Bei der ökonomischen Betrachtung der Anwendung automatischer Melkverfahren müsste dieses Problem berücksichtigt werden.

3.4.4 Reproduktionsleistungen, Erkrankungen und Nutzungsdauer

Statistisch abzusichernde Aussagen zu funktionalen Merkmalen wie Reproduktionsleistung und Nutzungsdauer sowie Aussagen zu Erkrankungshäufigkeiten können nur bei Untersuchungen mit großen Tierzahlen getroffen werden. In der hier vorliegenden Untersuchung reichen die Tierzahlen dafür nicht aus, so dass nur beschreibende Aussagen über den kompletten Versuchszeitraum getroffen werden können.

In ca. 2,5 Jahren lag die durchschnittliche Anzahl an Besamungen je erfolgreiche Besamung in der Automatengruppe bei 2,0 Besamungen je Kuh und Jahr, in der Drehmelkstandgruppe bei 2,6 Besamungen je Kuh und Jahr (Tabelle 10). Daraus kann man schließen, dass der geringere Mensch-Tier-Kontakt in der Melkautomatengruppe keinen Einfluss auf die Brunstbeobachtung in der Herde ausübt. Jedoch ist eine Aussage darüber nur unter Vorbehalt zu treffen, da in dem gesamten Versuch insgesamt nur 174 Kühe auf 104 Kuhplätzen beobachtet wurden. Untersuchungen mit längeren Beobachtungszeiten und größeren Tierzahlen müssen diese Aussage kontrollieren und unter Umständen revidieren.

Im gesamten Untersuchungszeitraum sind 413 Behandlungen für unterschiedliche Erkrankungen durchgeführt worden. 19 Mastitiden wurden in der Drehmelkstandgruppe behandelt, 18 Euterentzündungen in der Automatengruppe. Ebenso gab es keine Unterschiede in den Erkrankungsbildern Stoffwechsel, Klauenerkrankung, Beinverletzung und Nachgeburtsverhalten. Die große Anzahl von 413 Behandlungen gründet sich überwiegend auf insgesamt 217 Anwendungen von Trockenstellpräparaten, die jeder Kuh vor jeder Trockenstellphase verabreicht wurde. Die hier aufgezeichneten Erkrankungen zeigen keine Unterschiede in den Häufigkeiten verschiedener Erkrankungen. Daher ist zu vermuten, dass das Melksystem keinen Einfluss auf die Erkrankungsrate ausübt. Untersuchungen mit großen Tierzahlen müssen diese Aussage jedoch bestätigen.

43 Kühe sind in der Melkautomatengruppe aus unterschiedlichen Gründen ersetzt worden, 31 Kühe in der Drehmelkstandgruppe. Wichtigster Grund für den Abgang von Kühen und deren Ersatz durch Färsen lag in der Zwischenkalbezeit, die 455 Tage nicht überschreiten sollte. Aus diesem Grund wurden 17 Kühe in der Melkautomatengruppe und 21 Kühe in der Drehmelkstandgruppe ersetzt. Daraus lässt sich schließen, dass in der Beobachtung der Kühe kein Nachteil durch den geringeren Mensch-Tier-Kontakt in der Melkautomatengruppe verzeichnet werden konnte. Andere Abgangsgründe wie Verletzungen an Gelenken, Knochen und Klauen, Fremdkörper, Labmagenverlagerung, Mastitiden und Stoffwechselerkrankungen hatten nur geringe Bedeutung. Insgesamt waren 6 Kühe melkautomatenuntauglich. Das bedeutet, dass sie das neue Melksystem nicht annahmen oder nicht vom AMV gemolken werden konnten. Diese Untauglichkeiten traten nach einer vorhergehenden Abkalbung auf.

Eine Laktation wurden sie im AMV gemolken, in der Folgelaktation konnten sie aufgrund ihrer veränderten Euterform nicht mehr vom Melkautomaten angehängt werden. Da jedoch vor Versuchsbeginn eine Vorselektion der Kühe nach Exterieurmerkmalen vorgenommen worden war, kann die Zahl von 6,5 % aufgrund des Melksystems ausselektierten Kühen (6 von 96 am AMV gemolkenen Kühen) nicht auf den Praxisbetrieb umgesetzt werden. In Praxisbetrieben wird überwiegend die gesamte Herde umgestellt und im Regelfall keine Vorselektion stattfinden.

Tabelle 10: Übersicht über verschiedene Reproduktions- und Fitnessmerkmale in Abhängigkeit des Melksystems

	Melkautomat	Drehmelkstand
Anzahl Besamungen je erfolgreicher Trächtigkeit je Kuh und Jahr	2,0	2,6
Anzahl behandelter Mastitiden	18	19
Abgangsursache Mastitis	2	1
Abgangsursache Stoffwechselerkrankung	1	-
Abgangsursache Klauenerkrankung	1	1
Abgangsursache Beinverletzung	1	1
Abgangsursache Zwischenkalbezeit	17	21
systemuntaugliche Tiere	6	-

3.4.5 Wirtschaftlichkeit des automatischen Melkverfahren

Für den dritten Versuchszeitraum wurde versucht, die beiden Melkverfahren unter betriebswirtschaftlichen Aspekten miteinander zu vergleichen. Dabei wurden die ermolkenen verkaufstauglichen Milchmengen je Melksystem aufsummiert und mit dem zugehörigen Auszahlungspreis der Molkerei verrechnet. Die Molkerei verwendete zur Berechnung des Basispreises einen Milchfettgehalt von 3,7 % und einen Milcheiweißgehalt von 3,4 %. Je Prozent Fettabweichung wurden 0,033 € und je Prozent Eiweißabweichung 0,041 € je kg Milch zu- oder abgeschlagen. Dazu ergaben sich Zuschläge bis zu 0,0153 € je kg Milch, die

für beide Systeme gleich waren. Die Kosten der Mischration wurden mit 0,10 € je kg T angenommen, die Kosten des Milchleistungsfutters mit 0,20 € je kg.

Tabelle 11: Ökonomischer Vergleich der Melksysteme anhand der im dritten Versuchszeitraum ermolkenen Milchmenge und der verbrauchten Futtermengen

	Melkautomat	Drehmelkstand	Differenz	Differenz €
Verkaufte Milchmenge, kg	398.670	414.483	- 15.813	
Milchmenge je Kuhplatz, kg	7.667	7.971	- 304	
Milcherlös, €	135.495	147.857		- 12.362
Aufnahme Mischration, kg	211.503	222.839	- 11.336	
bei Kosten von 0,10 € /kg, €	21.150	22.284		+ 1.134
Aufnahme Milchleistungsfutter, kg	66.590	61.668	+ 4.922	
bei Kosten von 0,20 € / kg, €	13.318	12.334		- 984
Überschuss über Futterkosten, €	101.027	113.239		- 12.212

Tabelle 11 stellt den ökonomischen Vergleich der Melksysteme dar. Der Drehmelkstand erzielte im Zeitraum vom 1.09.2002 bis 18.09.2002 einen um 12.365 € höheren Milcherlös als der Melkautomat. Zwar entstanden im AMV um 1.134 € geringere Aufwendungen für die Mischration, dafür jedoch 984 € höhere Kosten für das verbrauchte Milchleistungsfutter. Insgesamt ergab sich für das AMV ein um 12.212 € geringerer Überschuss über die Futterkosten als bei dem konventionellen Melksystem.

3.4.6 Züchterische Aspekte unter Berücksichtigung des automatischen Milchentzugs

Da es sich bei den automatischen Melkverfahren um eine noch relative junge Entwicklung im Bereich der Milchproduktion handelt und bisher nur eine kleinere Anzahl von Milchkühen mit Melkautomaten gemolken werden, sind züchterische Gesichtspunkte noch nicht näher bearbeitet worden. Sicherlich ergeben sich durch die geänderte Situation beim Melken (freiwilliges Melken, eigener Melkrhythmus, gesteigerte Melkfrequenz) neue Ansatzpunkte für die Zucht bzw. Zuchtplanung. Dem Exterieur der Tiere wird eventuell höheres Gewicht zukommen, da nur eine aktive Kuh mit guten Fundamenten das AMV selbstständig ausreichend häufig aufsucht. Die Anforderungen, die an die Euterform zu stellen sind, werden durch die heutigen festansitzenden Euter mit gut ausgeprägtem Zentralband meistens zufriedenstellend erfüllt. Da die technischen Fortschritte bei der Zitzenlokalisierung mittlerweile auch das Anhängen bei Stufeneuter und schrägen Zitzen ermöglichen, scheint dieser Bereich durchaus durch den jetzigen Stand der Zucht erfüllt.

Die aktuellen Untersuchungen im Bereich des automatischen Melkens erstrecken sich noch nicht direkt auf den Bereich der züchterischen Anpassung der Tier an das neue Verfahren. Zur Zeit sind die Organisationen zur Durchführung der Milchleistungsprüfung mit der Entwicklung von Methoden zur Ermittlung der Tagesmilch-, Fett- und Eiweißmenge beschäftigt. Dabei sollen die entsprechenden Parameter mit hoher Genauigkeit unter gleichzeitiger Beachtung der Kosten für die Ermittlung geschätzt werden. Die Entwicklung solcher Methoden stellt die Basis für eine korrekte Datenerfassung dar, die dann für züchterische Belange genutzt werden kann.

3.5 Erhebungen in praktischen Betrieben

Die im Rahmen des beschriebenen Versuchs gewonnenen Erkenntnisse wurden durch Befragungen und Datenvergleich in Praxisbetrieben ergänzt. Durch Umfragen zu Problemen in der Umstellungsphase, zu Leistungs- und Milchqualitätsdaten und zum veränderten Arbeitsaufwand können Hinweise für andere Betriebe gewonnen werden.

3.5.1 Durchführung der Befragung

In elf landwirtschaftlichen Praxisbetrieben in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz wurden zwischen November 2000 und Januar 2001 mit Hilfe eines vierzehn Seiten langen Fragebogens Erhebungen zum Einsatz automatischer Melksysteme durchgeführt. Acht Betriebsleiter wurden von zwei Mitarbeitern des Institutes für Tierzuchtwissenschaft der Universität Bonn befragt. Drei Milcherzeuger füllten den Fragebogen selbständig aus.

Nicht alle Fragen wurden wegen des Schutzes von Betriebsgeheimnissen beantwortet bzw. waren wegen unterschiedlicher subjektiver Sichtweisen in der Beurteilung der Betriebsleiter nur bedingt auswertbar. So wurden zum Beispiel Mindeststandards in der Qualität der Anlieferungsmilch je nach Betriebsleiter unterschiedlich definiert mit der Folge, dass Milch gleicher Qualität sowohl mit zufriedenstellend als auch mit unzureichend bewertet wurde. Aufgrund dieser Probleme wurden die Fragebogen nur beschreibend ausgewertet. Primäres Ziel der Befragung war es, Tendenzen herauszustellen, die die Ergebnisse der eigenen Versuche bestätigen oder hinterfragen könnten.

Bei einigen Fragen des Fragebogens konnten Rangierungen aus einer Palette möglicher Antworten angegeben werden. Die Auswertung dieser Fragen erfolgte mit Hilfe eines Punktsystems. Maximal konnten je Antwort soviel Punkte vergeben werden, wie Antworten möglich waren. Die zuerst genannte Antwort wurde mit der maximalen Punktzahl gewichtet, die Gewichte der nachfolgend positionierten Antworten wurden schrittweise um einen Punkt reduziert. Abschließend wurde die relative Bedeutung einer Antwort als prozentualer Anteil der erreichten Punktzahl zur Gesamtzahl aller vergebenen Punkte ausgedrückt.

Die Betriebe wurden im Durchschnitt 1,7 Jahre nach Einbau des automatischen Melkverfahrens befragt, dabei besaß der „unerfahrenste“ Betrieb seinen Melkautomaten nicht länger als zehn Monate, der „erfahrenste“ seinen Melkautomaten schon fast drei Jahre. In die Untersuchung gingen die automatischen Melksysteme der vier Herstellerfirmen Lely, Prolion, Westfalia und Fullwood ein.

3.5.2 Ergebnisse der Befragung

Begründung für den Kauf des Melkautomaten

Als wichtigster Grund für den Einsatz eines automatischen Melkverfahrens wurde die erwartete Arbeitszeitentlastung, gefolgt von der AK-Einsparung, der Aufstockung der Herde und einer Steigerung in der Milchmenge angegeben. Die komplette Reihenfolge lautete:

Mögliche Antwort	Relative Gewichtung
1. Arbeitszeitentlastung	24,6 %
2. AK-Einsparung	16,4 %
3. mehr Zeit für Familie und Freizeit	15,3 %
4. Steigerung der Milchmenge	13,1 %
5. höhere Flexibilität	12,7 %
6. Aufstockung der Herde	11,9 %
7. gesamte Herde mit einer Person melken	3,0 %
7. Melkfähigkeit nach Arbeitsunfall wieder hergestellt	3,0 %

Interessant erscheint, dass die beiden wichtigsten Gründe direkt mit der Einsparung an Arbeitszeit zu tun haben.

Sechs Landwirte entschieden sich für den Kauf einer Einboxenanlage (drei Betriebe mit jeweils einer Box, drei Betriebe mit jeweils zwei Boxen), fünf Landwirte kauften eine Mehrboxenanlage (ein Betrieb mit vier Boxen, drei Betriebe mit drei Boxen, ein Betrieb mit zwei Boxen). Vier Milcherzeuger entschieden sich für den Kauf des Systems Lely-Astronaut, drei für das System Westfalia-Leonardo, zwei für das System Prolion-Liberty, einer für das System Prolion-Freedom und einer für das System Fullwood-Merlin. Zehn der elf Betriebsleiter nutzten die neuen automatischen Melkverfahren sofort für die gesamte Herde, ein Betriebsleiter kaufte zuerst eine Melkbox für 50 % seiner Herde. Nach zwei Monaten baute er eine zweite Melkbox für die restlichen 50 % der Herde ein.

Auswahl des Herstellers

Die Landwirte wurden nach dem Entscheidungsgrund für den Hersteller ihres AMV befragt. Die wichtigsten Gründe lagen in den Serviceleistungen der Herstellerfirma, gefolgt von der Handhabung der Melktechnik und der Erfahrung sowie der Marktposition des Herstellers. Die komplette Reihenfolge lautete:

Mögliche Antwort	Relative Gewichtung
1. Serviceleistungen	24,1 %
2. Handhabung der Melktechnik	16,0 %
3. Erfahrung / Marktposition der Herstellerfirma	15,1 %
4. Technische Details	11,6 %
5. Erweiterungsmöglichkeiten	7,8 %
6. Preis des AMV	7,3 %
7. Erfahrung von Kollegen / Erfahrung von Beratungsfirmen	6,0 %
8. Einziger Anbieter zum Zeitpunkt des Kaufs	4,3 %
9. Nähe zum Hersteller	3,9 %
9. Hygienische Gründe	3,9 %

Umstellung der Herde auf das automatische Melkverfahren

Vor der Umstellung der Herde auf die automatischen Melkverfahren wurden neun Herden in Fischgrätenmelkständen, eine Herde in einem Side-by-side-Melkstand und eine Herde in einem Anbindestall mit einer Rohrmelkanlage gemolken. Die meisten Betriebe waren relativ schlecht ausgestattet mit zusätzlichen Hilfen in der Melktechnik. Drei Betriebe verfügten über Warteräume, drei Betriebe über eine Abnahmeautomatik. Nur ein Milcherzeuger war relativ gut ausgestattet mit einem Warteraum, Nachtreibehilfe, Vorstimulation und Abnahmeautomatik. In neun der elf Betriebe melkte nur eine Person. Dies war meistens der Betriebsleiter, zum Teil im Wechsel mit seiner Ehefrau, einem Auszubildenden oder einem Altenteiler. Zwei Betriebe melkten mit zwei Personen, davon hatte ein Betrieb vor der Umstellung auf die AMV-Technik zwei Herden, in denen mit zwei unterschiedlichen Fischgrätenmelkständen gearbeitet wurde.

Vor der Umstellung auf das AMV merzte nur ein Betriebsleiter drei Kühe (4,6 % seiner Herde) aus, die anderen zehn Landwirte selektierten vor der Umstellung keine Tiere aus. Nach der Umstellung der Herde wurden von allen 880 beobachteten Kühen durchschnittlich 10 % wegen Nichteignung aussortiert, wobei jedoch zwei Betriebe gar keine Kühe ausmerzten und zwei Betriebe fast ein Drittel ihrer Herde austauschten. Neun Betriebe stellten auf einen Schlag 100 % ihrer melkenden Kühe auf die neue Technik um, ein Betrieb stellte erst 50 % der Herde, vierzehn Tage später die anderen 50 % um. Wie oben bereits erwähnt, kaufte ein Betrieb seine zweite Melkbox etwa zwei Monate nach der Umstellung der ersten 50 % der melkenden Kühe und stellte dann den zweiten Teil der Herde um. In sechs Betrieben waren die Kühe fast vollständig innerhalb von zwei Wochen an die neuen Melksysteme gewöhnt, in drei Betrieben brauchten 18 % bis 33 % der Tiere länger als zwei Wochen. Zwei Betriebe machten dazu keine Angaben.

Die Landwirte beurteilten die Hilfestellung der Herstellerfirma bei der Herdenumstellung mit einer Ausnahme als sehr gut oder gut.

Ein großes Problem bei der Umstellung der Herde war die Euterform der Milchkühe. Niedrige Euter (geringer Abstand zwischen Euterboden und Stallboden), weit nach außen stehende Zitzen und eng aneinanderliegende Zitzen verursachten Schwierigkeiten bei dem Ansetzen des Melkgeschirrs. Einige wenige Tiere waren über längere Zeit relativ ängstlich oder traten wiederholt die Melkbecher ab. Nur eine von insgesamt 880 Kühen auf elf Betrieben verweigerte das neue Melksystem total.

Haltungssysteme

In sechs Betrieben wurden die Haltungsbedingungen mit dem Einsatz des AMV geändert, in fünf Betriebe nicht. Tabelle 12 zeigt, dass die Kühe nach Einbau der Melkautomaten in sechs Betrieben in Neubauten, in drei Betrieben in Altbauten und in zwei Betrieben in renovierten Altbauten gehalten wurden. Ein Betrieb stellte seine Herde von Anbindung direkt auf Boxenlaufstallhaltung mit automatischem Melkverfahren um.

Nach dem Einbau des Melkautomaten arbeiteten neun Betriebe mit Flüssigmist, ein Betrieb mit Festmist und ein Betrieb mit einer Kombination aus beidem. In acht der elf Ställe waren die Liegeboxen mit Matratzen oder Gummimatten ausgelegt, in den drei Ställen ohne Matten wurde in hohen Mengen Stroh und/oder Strohmehl verwendet. Nach dem Einbau der

Melkautomaten hatten fünf Betriebe einen Laufhof, vor dem Einbau waren es nur vier Betriebe (Tabelle 12).

Tabelle 12: Häufigkeit verschiedener Haltungs- und Entmistungsverfahren vor und nach Einbau des AMV

	zum Zeitpunkt der Befragung	vor Einbau des AMV
Neubau	6	3
Altbau	3	5
renovierter Altbau	2	3
Flüssigmist	9	6
Festmist	1	3
Kombination fest/flüssig	1	2
Matratzen/Gummimatten	8	3
Stroh-/Strohmehleinstreu	3	7
Laufhof	5	4

Fütterung

Tabelle 13: Anzahl der Betriebe mit verschiedenen Milchleistungsfuttern und Weidegang vor und nach Einbau des AMV

	zum Zeitpunkt der Befragung	vor Einbau des AMV
Milchleistungsfutter: 18/3	5	7
20/3	2	-
20/4	2	2
keine Benennung	2	2
Weidegang	2	8

Alle Landwirte nutzten Maissilage und Grassilage als Grundfutter. Einige Betriebsleiter fütterten zusätzlich Heu, Biertreber, Pressschnitzel, Raps/Soja, Weizen oder Weizenmehl.

Manche Landwirte setzten proteinreiches Ausgleichskraftfutter ein. Tabelle 13 stellt die Verteilung der Milchleistungsfutter dar.

Acht Betriebe verabreichten das Milchleistungsfutter nur über den Melkautomaten. Drei Betriebe verabreichten hier nur eine Lockkraftfuttermenge, über Kraftfutterstationen gaben sie das restliche Milchleistungsfutter.

Beurteilung der Technik des Melkautomaten

Das Lokalisieren der Zitzen beim Anhängen des Eutergeschirrs sorgte in sechs Betrieben kaum für Probleme. Vier Betriebe berichteten von Problemen beim Auffinden und/oder Anhängen einiger Kühe. Ein Landwirt korrigierte bei einigen Kühen die Zitzenbecher manuell nach. Anscheinend größtes Problem beim Auffinden und Anhängen der Zitzenbecher war ein zu enger Abstand zwischen den Zitzen. Problematisch waren jedoch auch der Abstand zwischen Euterboden/Zitzenspitze und Stallboden, stark unterschiedlich ausgeprägte Euterviertel, die Stellung/Winkelung der Zitzen zueinander, ausgeprägte Stufeneuter und zu großer Zitzendurchmesser.

Acht Betriebsleiter beurteilten die Zitzensäuberung als ausreichend. Zwei Landwirte berichteten, dass nur die Zitzenspitzen gereinigt wurden. Der Reinigungsgrad der Zitzen bzw. des Euters war anscheinend stark unterschiedlich bei verschiedenen Kühen. Besondere Probleme machten Spaltenlieger. Teilweise wurde bemängelt, dass bei Kühen mit hohen Eutern die Reinigungseinrichtungen den Euterboden nicht erreichten.

Die Qualität der an die Molkereien abgelieferten Milch schwankte erheblich. Vier Betriebe hatten nie Probleme mit der Anlieferungsmilch, sechs Betriebe hatten jeweils bis zu vier auffällige Proben im Jahr. In einem Betrieb mit besonders häufigen Problemen wegen zu hoher Keimzahl wurde als Ursache die Obenbefüllung des Milchtanks ermittelt. Milchspritzer an den Tankinnenwänden konnten nur unzureichend entfernt werden.

Alle Melkautomaten wurden zwei bis drei Mal pro Tag gereinigt. Sechs Betriebe reinigten zwei Mal pro Tag, vier Betriebe dreimal, ein Betrieb reinigte im Winter zwei Mal und im Sommer drei Mal täglich. Die durchschnittliche Dauer je Reinigung lag bei 28 Minuten, schwankte jedoch erheblich von drei Mal pro Tag mit jeweils 10 Minuten bis zwei Mal pro Tag mit jeweils 43 Minuten. In acht Systemen wurde automatisch und in drei Systemen halbautomatisch gereinigt. Neun Melkautomaten konnten Problemmilch separieren, acht die

Milchleistungsprüfung (mit Hilfsmitteln) durchführen und sieben Automaten tägliche Einzelgemelke erfassen. Die durchschnittliche Rohrlänge der Milchleitungen zwischen Melkautomat und Milchtank lag bei 16 Metern (7,5 m bis 38 m) und war ähnlich hoch wie vor der Umstellung (Durchschnitt: 13 m, 5 m bis 45 m). Zwei Betriebe mussten den Melkautomaten nach der Milchabholung per Hand wieder einschalten. Von mehreren Betrieben wurde berichtet, dass nach der Milchabholung per Hand auf den vorgeschalteten Puffertank umgeschaltet werden musste.

Durchschnittlich fünf Mal pro Monat wurden Alarmmeldungen ausgelöst (min. ein Mal bis max. zehn Mal pro Monat), relativ gleich verteilt auf Tag und Nacht. Gekennzeichnet waren diese Fehlermeldungen durch unregelmäßiges Auftreten von Perioden mit vielen Alarmen und Perioden mit wenigen Alarmen. Sieben Betriebe gaben an, dass durchschnittlich vier Mal seit Einbau des Melkautomaten Probleme mit Hilfe von Servicefirmen beseitigt werden mussten (min. zwei Mal bis max. neun Mal). Abhängig von regelmäßigen Wartungsarbeiten und von Problemen an den AMV waren auch die Besuche der Serviceteams unregelmäßig verteilt: ein Betrieb hatte bis zu zwei Mal pro Woche Besuch, ein Betrieb ein Mal pro Woche und ein Betrieb ein mal pro Monat.

Die Servicearbeiten aller Firmen wurden mit gut bis sehr gut beurteilt. Die mitgelieferten Herdenmanagementprogramme wurden in der Verständlichkeit gut beurteilt, bemängelt wurde jedoch die Vollständigkeit (Fehlen von Schnittstellen zur HIT-Datenbank, Fehlen von Fütterungsprogrammen).

Milchleistung und Qualität

Unmittelbar nach Einführung des automatischen Melkverfahrens wurde in sechs Betrieben nach den Angaben der Landwirte weniger Milch erzeugt, in zwei dieser sechs Betriebe sogar eine wesentlich geringere Milchleistung. Nur in zwei Betrieben stieg die Milchleistung. Der Fettgehalt, Eiweißgehalt, die Keimzahl und die Zellzahl wiesen nach den Angaben der Landwirte über alle Betriebe hinweg tendenziell die gleiche Höhe auf. Der Wassergehalt in der Anlieferungsmilch stieg leicht an. Das einmalige Auftreten von Hemmstoffen in der Anlieferungsmilch eines Betriebes ließ sich durch einen Bedienungsfehler des Steuerungscomputer erklären.

In der Umstellungsphase lag die durchschnittliche Melkhäufigkeit je Tag bei 2,35, variierte jedoch stark zwischen 1,8 und 3,0. Nach der Umstellungsphase lag die durchschnittliche Melkhäufigkeit bei 2,6, die jemals maximal erreichte Melkhäufigkeit bei durchschnittlich 2,9. Bei der Befragung lag die aktuelle Melkhäufigkeit bei durchschnittlich 2,6 und variierte zwischen 2,3 und 2,9. Sieben Betriebe hatten die Anrechte der Kuhbesuche nach der Zwischenmelkzeit eingestellt, vier Betriebe nach der Milchmenge. Die durchschnittliche maximale Zwischenmelkzeit lag bei 11,7 Stunden, variierte jedoch von 6 bis 18 Stunden (Tabelle 14).

Tabelle 14: Melkhäufigkeiten pro Tag zu unterschiedlichen Zeitpunkten

	\bar{x}	min	max
Melkhäufigkeit je Tag in der Umstellungsphase	2,35	1,8	3,0
Melkhäufigkeit je Tag direkt nach der Umstellungsphase	2,6	2,15	2,9
Melkhäufigkeit je Tag zum Zeitpunkt der Befragung	2,6	2,3	2,9

Längere Zeit nach Einführung des automatischen Melkverfahrens wurde nach der subjektiven Einschätzung der Landwirte in der Mehrzahl der elf Betriebe im Vergleich zum Status vor der Umstellung die gleiche oder eine höhere Milchmenge erreicht. Jedoch hatten nur zwei der elf Betriebe ihre Haltungs- und Fütterungsbedingungen nicht verändert. Der eine dieser beiden Betriebe erzielte eine geringere Milchleistung bei gleicher Anzahl Kühe, der andere Betrieb eine höhere Milchleistung. Dieser Milcherzeuger hatte jedoch bei Umstellung auf den Melkautomaten seine Herde um 30 Tiere vergrößert, so dass die Leistungssteigerung in dem Zukauf von Tieren mit höherem genetischen Potential begründet sein könnte. Der Fettgehalt in der Anlieferungsmilch war tendenziell genau so hoch wie vor der Umstellung, der Eiweißgehalt im Durchschnitt geringfügig höher. Unterschiede in der Keimzahl, in der Zellzahl und im Wassergehalt der Anlieferungsmilch wurden nicht genannt. Hemmstoffe in der Tankmilch traten nicht auf.

Insgesamt wurden 1101 Milchkühe nach Einführung der Melkautomaten gemolken. Das waren 221 Milchkühe mehr als vor der Umstellung. Ein Betrieb hatte seine Kuhzahl reduziert, in zwei Betriebe war sie gleich geblieben und acht Betriebe hatten um 5 bis 60 Kühe

aufgestockt. Tabelle 15 zeigt die von den Milcherzeugern angegebenen Daten in Kuhzahl, Milchleistung und die Zwischenkalbezeit vor dem Einbau der Melkautomaten und zum Zeitpunkt der Befragung. Ein Betriebsleiter konnte dabei zu den aktuellen Leistungen seiner Herde noch keine Angaben machen, da eine 305-Tage-Laktation noch nicht vorlag.

Tabelle 15: Anzahl der in der Untersuchung berücksichtigten Kühe, Milchleistungsdaten und Zwischenkalbezeit vor und nach Einführung des automatischen Melkverfahren nach Angaben der Betriebsleiter.

	zum Zeitpunkt der Befragung	vor Einbau des AMV
Ø Herdengröße	100	80
Ø Milchmenge (kg/Kuh Jahr)	7.696	7.303
Ø Fettgehalt (%)	4,14	4,16
Ø Eiweißgehalt (%)	3,42	3,33
Ø Zwischenkalbezeit (Tage)	392	388

Die durchschnittliche Jahresmilchleistung ist nach den Angaben der Landwirte nach Einbau des AMV um etwa 400 kg angestiegen. Sieben Betriebe gaben einen Anstieg der Milchleistung um durchschnittlich 910 kg an. Zwei Landwirte berichteten über ein Leistungsdefizit von durchschnittlich 340 kg. Ein Betrieb behielt die gleiche durchschnittliche Jahresmilchleistung. Der durchschnittliche Fettgehalt ist anscheinend leicht gesunken, der Eiweißgehalt scheint geringfügig zu steigen. Die Zwischenkalbezeit blieb in etwa gleich.

Acht Betriebe hielten HF-Milchkühe, zwei Betriebe nutzen HF- und Fleckviehkühe, ein Betrieb arbeitet mit HF- und alten rotbunten Milchkühen.

Fast alle Landwirte sahen positive Auswirkungen des Melkautomaten auf die Ruhe in der Herde. Durch das individuelle Melken der Kühe wurden Rankämpfe in der Herde reduziert. Nur ein Betriebsleiter beobachtete vermehrte Rankämpfe in der Herde. Ein leicht positiver Trend auf die Futterraufnahme wurde beobachtet, sogar bei Kühen, bei denen sich weder die Haltungsbedingungen noch die Fütterung verändert hatten.

Fünf Landwirte berichteten, dass sie Mastitiden bei dem automatischen Melkverfahren gut erkennen könnten, nur ein Betrieb fand die Erkennungsmöglichkeiten nicht ausreichend. Vor

der Umstellung hatten fünf Betriebe größere Probleme mit Eutererkrankungen. Direkt nach der Umstellung auf den Melkautomaten traten tendenziell gleich viele Mastitiserkrankungen auf, längere Zeit nach der Umstellungsphase tendenziell weniger.

Arbeitszeit und Wiederbeschaffung

Acht der elf Betriebsleiter sparten durch den Einsatz eines automatischen Melkverfahrens Arbeitszeit ein, einer davon sogar bei Aufstockung seiner Herde um 30 Kühe. Drei Landwirte erreichten keine Verringerung der Arbeitszeit, jedoch konnten zwei dieser drei Betriebe ihre Herde um 30 bzw. 38 Tiere aufstocken. Nur ein Betrieb hat definitiv keine Arbeitszeit eingespart. Die Melkarbeit verringerte sich deutlich, ebenso die Arbeitszeit für die Reinigung des Melkbereiches. Tendenziell mehr Arbeitszeit wurde für die Herdenkontrolle am PC, die Tierkontrolle im Stall und für eigene Wartungsarbeiten verwendet. Die freigewordene Zeit wurde hauptsächlich für die Familie, in der Freizeit oder für ein Hobby eingesetzt. Nach Angaben der Landwirte wurde auch mehr Zeit für die Aufstockung der Herde, die Tierbeobachtung, die Ausweitung der Außenarbeiten und die Verbesserung des eigenen Managements verwendet. Der durchschnittliche Arbeitskräftebedarf für die Melkarbeit sank nach Einführung des automatischen Melkverfahrens von durchschnittlich 1,5 AK auf 1,2 AK.

Zehn der elf befragten Landwirte würden wieder ein automatisches Melkverfahren einsetzen, da sie sehr zufrieden mit der Melktechnik waren, die Flexibilität des Systems wertschätzten und die Verbesserung in der Arbeitsgestaltung nicht missen wollten. Einer der elf Betriebsleiter war zwar mit der Technik seines Melkautomaten sehr zufrieden, würde jedoch aufgrund der hohen Kosten nicht unbedingt wieder ein AMV einsetzen. Acht Landwirte würden das gleiche Fabrikat wieder kaufen, da sie das Melksystem als sehr robust einstufen und mit den Servicefirmen sehr zufrieden waren. Drei Betriebsleiter zeigten auch Interesse an den Systemen anderer Hersteller.

3.5.3 Leistungsvergleich aus den Daten der Milchleistungsprüfung

Von neun Betrieben, die vor dem 1. September 2000 auf ein automatisches Melksystem umgestellt hatten, lagen die Daten aus der Milchleistungsprüfung aus dem Zeitraum von 2

Jahren vor und nach Einführung des Melkautomaten vor. In diesen Betrieben wurden zwischen 35 und 100 Kühen gemolken. Ein Betrieb hatte bei der Umstellung auf das automatische Melksystem die Kuhzahl von 40 auf 75 Kühe erhöht. In den anderen Betrieben war die Kuhzahl etwa gleich geblieben.

In Tabelle 16 werden die Durchschnittsleistungen aus verschiedenen Zeiträumen vor und nach der Umstellung gegenübergestellt.

Tabelle 16: Durchschnittsleistungen in verschiedenen Zeiträumen vor und nach der Umstellung

	Zeitraum -24 Monate bis -1 Monat vor Umstellung	Zeitraum +1 Monat bis +24 Monate nach Umstellung
Milchmenge/Tag kg	23,3	23,5
Fettgehalt %	4,20	4,05
Eiweißgehalt %	3,37	3,36
	Zeitraum -24 Monate bis -12 Monate vor Umstellung	Zeitraum +12 Monate bis +12 Monate nach Umstellung
Milchmenge/Tag kg	23,4	23,7
Fettgehalt %	4,20	4,05
Eiweißgehalt %	3,37	3,38
	Zeitraum -24 Monate bis -6 Monate vor Umstellung	Zeitraum +6 Monate bis +12 Monate nach Umstellung
Milchmenge / Tag, kg	23,5	23,5
Fettgehalt, %	4,20	4,05
Eiweißgehalt, %	3,36	3,38

Durch die Umstellung auf das automatische Melkverfahren konnte im Durchschnitt keine Steigerung der täglichen Milchmenge erreicht werden. Der Fettgehalt sank um absolut 0,15%, während der Eiweißgehalt etwa gleich blieb. Allerdings gab es große Unterschiede zwischen

den Betrieben. Drei Betriebe wiesen nach der Umstellung höhere Leistungen auf, sechs Betriebe geringere Leistungen. Ob die Leistungssteigerungen in den wenigen Betrieben auf den automatischen Milchentzug oder geänderte Haltungs- und Fütterungssysteme oder auf geändertes genetisches Material zurückzuführen sind, lässt sich aus dieser Erhebung nicht ableiten.

4. Zusammenfassung

In den letzten Jahren wurden weltweit etwa 2000 automatische Melkverfahren installiert. Neben Vorteilen wie verminderter Arbeitsbelastung sowie flexiblerer und sozialverträglicher Arbeitsgestaltung propagieren Herstellerfirmen eine mögliche Milchleistungssteigerung von 10 bis 15 %, die durch das automatische Melken hervorgerufen werde. Bisherige Untersuchungen verglichen jedoch nur die Leistungen vor und nach Einführung von Melkautomaten in derselben Herde. Diese Versuche berücksichtigten jedoch nur unzureichend mögliche veränderte Umweltbedingungen zwischen den Beobachtungszeiträumen bzw. genetische oder tierindividuelle Unterschiede.

Im Rahmen eines Projektes des Lehr- und Forschungsschwerpunktes „Umweltverträgliche und standortgerechte Landwirtschaft“ wurde im Landwirtschaftszentrum Haus Riswick der Landwirtschaftskammer Rheinland in Kleve ein Versuch mit 104 HF-Kühen zu Fragen des automatischen Milchentzuges über einen Zeitraum von 2,3 Jahren durchgeführt. Dabei wurden jeweils 52 Kühe in einem Melkautomaten gemolken (Einboxenanlage, freier Kuhverkehr) und 52 Kühe zweimal täglich in einem Drehmelkstand. Um gleiche Startbedingung der zwei Kuhgruppen zu erreichen, wurden die Kühe aufgrund ihrer Milchmenge und Milchinhaltsstoffe sowie der Anzahl an Laktationen und des Laktationsstadiums eingeteilt. Ausgefallene Versuchskühe wurden durch Färsen ersetzt. Als Leistungsinformation für die Auswahl der Färsen wurden Milchmenge und Milchzusammensetzung der Muttertiere verwendet. Da alle Versuchstiere zeitgleich und unter vergleichbaren Bedingungen gehalten wurden, konnten die Kühe der Versuchsgruppen aufgrund ihrer engen Auswahlkriterien miteinander verglichen werden. Zusätzlich wurden Ergebnisse der Milchleistungsprüfungen einiger westdeutscher Praxisbetriebe untersucht und Befragungen zur Umstellung und zum Arbeitsbedarf durchgeführt.

Die Daten des Riswicker Versuches und die Ergebnisse der Untersuchung in praktischen Betrieben zeigen, dass eine Milchleistungssteigerung nicht erreicht werden kann. Bei gleichem Futtermittelverzehr werden sowohl in konventionell gemolkenen Herden als auch in automatisch gemolkenen Herden gleich hohe Milchleistungen erreicht. Bei Verwendung eines Melkautomaten muss jedoch mit einem Absinken des Fettgehaltes um absolut 0,15 bis 0,20 % Fett gerechnet werden. Der Milchproteingehalt scheint nicht beeinflusst zu werden. Ein Anstieg von freien Fettsäuren konnte in automatisch gewonnener Milch beobachtet werden. Die Verringerung an Milchfett und der Anstieg an freien Fettsäuren scheinen ursächlich zusammenzuhängen, eine physiologische Begründung kann aber nicht gegeben werden. Der geringere Milchfettgehalt und der höhere Gehalt an freien Fettsäuren müssen aus

ökonomischer Sicht vor der Anschaffung eines automatischen Melkverfahrens einzelbetrieblich berücksichtigt werden.

Während der gesamten Untersuchung stieg der Keimgehalt der Tankmilch in der Automatengruppe immer wieder unverhältnismäßig hoch an. Dies legt die Vermutung nahe, dass das automatische Melksystem und die Tankeinrichtung unzureichend gereinigt wurden oder die Milch an einigen Tagen mangelhaft gekühlt wurde. Immer wiederkehrende Anstiege in den somatischen Zellzahlen der AMV-Kühe wurden beobachtet. Eine Häufung dieser Anstiege in der Umstellungsphase auf das neue Melksystem ließe sich durch die Einführung der neuen Melktechnik erklären, Anstiege lange Zeit nach der Einführung aber nicht mehr. Jedoch zeigte trotz der zeitweise problematischen Qualitätsparameter keine Kuhgruppe besondere Auffälligkeiten an Eutererkrankungen. Permanent durchgeführte bakteriologische Untersuchungen ergaben, dass kein Euterviertel mit pathogenen Keimen infiziert war.

Große Probleme im Herdenmanagement stellten die unzureichenden Informationen zur Früherkennung von Eutererkrankungen dar. Trotz mehrfacher Ankündigung der Herstellerfirma wurde eine viertelspezifische Leitfähigkeitsmessung bis zum Versuchsende nicht eingeführt. Um zusätzliche Informationen zur Früherkennung von Mastitiden zu erhalten, wurden deshalb in den letzten 1,75 Jahren wöchentlich alternierende Milchkontrollen durchgeführt. Durch diese Maßnahme wurden die Eutererkrankungen deutlich gesenkt.

Die Gesundheit der Milchkühe, im speziellen die Eutergesundheit, und die Nutzungsdauer scheinen durch das automatische Melken nicht beeinflusst zu werden. Die Anzahl der Besamungen und die Anzahl der Kühe, die den Versuch aufgrund zu hoher Zwischenkalbezeiten verlassen mussten, lassen den Schluss zu, dass in diesen Punkten kein Nachteil durch einen geringeren Mensch-Tier-Kontakt in der Automatengruppen zu erwarten ist.

Im vorliegenden Versuch wurden keine Untersuchungen zum Arbeitszeitbedarf der zwei Melkverfahren durchgeführt, da solche Erhebungen im Versuchsbetrieb nicht auf die Praxis übertragen werden könnten. Jedoch wurden praktische Landwirte zu Veränderungen in der Arbeitszeit befragt. Eine Einsparung an Arbeitszeit kann durch automatische Melkverfahren erreicht werden. Nach Angaben der Landwirte konnte der Arbeitskräftebedarf um 0,3 Arbeitskräfte je Betrieb gesenkt werden. Tendenziell wird mehr Zeit für die Herdenkontrolle am PC, die Tierkontrolle im Stall und für Wartungsarbeiten am Melksystem aufgebracht. Die arbeitsintensive reine Melkarbeit fiel fast komplett weg. Die freigewordene Zeit wurde für die Familie, für Freizeitaktivitäten und für die Tierbeobachtung verwendet. Jedoch muss auch bedacht werden, dass bei technischen Problemen am Melkautomaten die Reparaturarbeit

jederzeit – auch nachts – durchgeführt werden muss. Dies kann zu extremen Belastungen gerade in der Umstellungsphase führen. Da die Angaben der Landwirte jedoch nicht auf gemessenen Ergebnissen beruhen, müssen Aussagen zum Arbeitskräftebedarf unter Vorbehalt getroffen werden.

5. Schlussfolgerungen für die Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis

Automatische Melkverfahren sind geeignet, die Arbeit in Familienbetrieben flexibler und damit sozialverträglicher zu gestalten. Die Funktionssicherheit der Melkautomaten scheint gewährleistet. Die Kühe nehmen die Technik an, Probleme mit Tier- und Eutergesundheit sind nicht zu befürchten.

Die Arbeitsbelastung kann gemindert werden. Arbeitszeiteinsparungen können aber wohl nur realisiert werden, wenn die Kühe selbständig, d. h. ohne zusätzliches Nachtreiben, die Melkbox aufsuchen. Aus diesem Grund ist ein geregelter Kuhverkehr mit Selektionsboxen erforderlich.

Automatischer Milchentzug allein führt allerdings nicht ohne weiteres zu einer höheren Milchleistung. Daher können die im Vergleich zu konventionellen Systemen noch höheren Investitionskosten nicht durch eine höhere Milchleistung je Kuh gedeckt werden. Darüber hinaus muss mit einer Verringerung des Milchfettgehaltes und einem Anstieg der freien Fettsäuren gerechnet werden.

Da einige Molkereien schon heute Qualitätszuschläge bei Einhaltung bestimmter Maximalwerte an freien Fettsäuren beabsichtigen, könnten die höheren Gehalte an freien Fettsäuren in Zukunft noch zu ökonomischen Entscheidungen gegen das automatische Melken führen.

6. Literaturverzeichnis

- ADR (1994): Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter. Richtlinien für das Verfahren der Durchführung der Milchleistungsprüfung. ADR-Handbuch, Empfehlungen und Richtlinien.
- DLG (1986): Grundfutteraufnahme and Grundfutterverdrängung bei Milchkühen. DLG-Information 2/1986, DLG-Verlag, Frankfurt (Main)
- DLG (1997): DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7., erweiterte und überarbeitete Auflage. DLG-Verlag, Frankfurt (Main)
- DLG (1998): Die bedarfsgerechte Proteinversorgung der Milchkuh – Nutzbares Rohprotein (nXP) und ruminale Stickstoffbilanz (RNB) in der praktischen Fütterung. DLG-Information 1/1998, DLG-Verlag, Frankfurt (Main)
- Economides, S. (1999): The effects of milking cows three times daily on milk yield, milk composition and profitability compared to two times daily milking. Miscellaneous Report 73, 3-11.
- GfE (Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere) (1991): Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern. Journal Animal Physiology and Animal Nutrition 65, 229-234
- GfE (Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie der Haustiere) (1995): Zur Energiebewertung beim Wiederkäuer. Berichte der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Band 4. Hrsg.: Giesecke, D., DLG-Verlag, Frankfurt (Main)
- Hogeveen, H., van Lent, A. J. H., Jagtenberg, C. V., Chastain, J. P. (1998): Free and one-way cow traffic in combination with automatic milking. Proc. of the Fourth International Dairy Housing Conference, St. Louis, Missouri, USA, 28.-30.1.1998, 80-87
- Ipema, A. H., Wierenga, H.K., Metz, J., Smits, AC. and Rossing, W. (1988): The effect of automated milking and feeding on the production and behaviour of dairy cows. Proc. of EAAP-Symp., EAAP-Publ. No. 40
- Ipema A. H. und Schuiling E. (1992): Free fatty acids; influence of milking frequency. Proceedings of the International Symposium on Prospects for Automatic Milking, EAAP publication No 65, Wageningen, the Netherlands, pp. 194-496.

- Ipema, A. H., Ketelaar-De Lauwere, C. C., de Koning, C. J. A. M., Smits, A. C., Sefanowska, J. (1997): Robotic milking of dairy cows. In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 3. internationalen Tagung 1997, Kiel, 11.-12.3.1997. Hrsg.: Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian Albrechts-Universität Kiel, 290-297
- Ipema, B. und de Koning, K. (1997): Melken mit dem Melkroboter. *Milchpraxis* 35 (2), 72-73
- Lind O, Ipema AH, de Koning C, Mottram TT, Hermann HJ. (2000): Automatic milking: reality, challenger and opportunities, Proceedings of the International Symposium of Robotic Milking, Lelystad, the Netherlands, pp.19-31.
- Loeffler, Klaus (1994): Anatomie und Physiologie der Haustiere. Ulmer Taschenbücher, Nr. 13, Stuttgart.
- N.N. (1998): Melkroboter macht noch Probleme. *Top agrar* 11/98, R3
- Ordolff, D. (1998): Elektronische Hilfen für das Herdenmanagement. *Milchpraxis* 36 (3), 130-132
- Rasmussen, M.D. (1999): Benefits from early removal of the milk unit. Proceedings of the British Mastitis Conference 1999, Stoneleigh, 55-61.
- SAS (1999): SAS Institute: Online Doc Version 8. SAS Inst. Inc., Cary, N.C., USA
- Shoshani, E. and Chaffer, M. (2002): Robotic milking: a report o a field trial in Israel. Proc. First North American Conf. on Robotic Milking, Toronto, Canada, III, 56-63
- Sonck, B. R. (1996): Labor organisation on robotic milking dairy farms. PhD thesis, Wageningen
- Spolders, M., Gädeken, D., Meyer, U., Flachowsky, G. and Coenen, M. (2001): Effekte eines automatischen Systems des Milchentzuges auf Milchleistung und –inhaltsstoffe im Vergleich zum herkömmlichen Melksystem (Auto-Tandem-Melkstand). 113. Conference of the VDLUFA, Short communications, Berlin, Germany, 113
- Tholen, E., Bunter, K.L., Hermes, S. and Graser, H.-U. (1996b): The genetic foundation of fitness and reproduction traits in Australian pig populations. II. Relationships between weaning to conception interval, farrowing interval, stayability, and other common reproduction and production traits. *Austral. J. Agric. Res.*, 47, 1275-90

- Van Lenteren, A.C. und Korsten, G. (2002): Sub-optimal cow and barn condition and its effects on the visiting frequency at the milking report. Proceedings of the First North American Conference on Robotic Milking, Toronto, Canada, III 64-69.
- Van der Vorst, Y. und Hogeveen, H. (2000): Automatic milking systems and milk quality in the Netherlands, Proceedings of the International Symposium of Robotic Milking, Lelystad, the Netherlands, pp. 73-82.
- Wangler, A. (2000): Leistungsprüfverfahren beim dreimaligen Melken.
<http://www.landwirtschaft-mv.de/melk-3x.mv>.
- Wesselink, W. (1992): First robot milker out on farms. Dairy Farmer 39, 60-62
- Wiktorsson, H. Svennersten-Sjaunja, K. Salomonsson, M. (2000): Short or irregular milking intervals in dairy cows - effects on milk quality, milk composition and cow performance, Proceedings of the International Symposium of Robotic Milking, Lelystad, the Netherlands, pp. 128-129.

7. Anhang

Tabelle A 1: Art der Wartungs-/Servicearbeiten und Stillstandsdauer im Versuchsjahr 1999

Datum	Art der Servicearbeiten	Dauer des Stillstandes des AMV (in Stunden)
24. März 1999	Vakuumpumpe	0
30. März 1999	Zylinder Melkarm	8, Drehmelkstand
1. April 1999	Zylinder Melkarm	0
7. April 1999	Software, Modem	2
28. April 1999	Controller, PC	18, Drehmelkstand
4. Mai 1999	Vakuumpumpe	0
5. Mai 1999	Software neu	6,5
18. Mai 1999	Pulsator	1
28. Mai 1999	Laser neu	11, Drehmelkstand
1. Juni 1999	Zitzenrollen	1,5
4. Juni 1999	Kühlaggregat	8
10. Juni 1999	Motor Melkarm	0
17. Juni 1999	Sensor Melkarm	0
18. Juni 1999	Controller	2
28. Juni 1999	Dippmittelschlauch	0
30. Juni 1999	Laser kalibriert	2
5. Juli 1999	Antriebsband Laser	0
9. Juli 1999	Laser kalibriert	0
12. Juli 1999	Laser kalibriert	0
13. Juli 1999	PC-Fehler	2
14. Juli 1999	Futterschnecke defekt	0
20. Juli 1999	Vakuumregler kontrolliert	0,5
27. Juli 1999	Ölwechsel	1,5
30. Juli 1999	Laserkabel neu	0
2. August 1999	Antriebsband Laser, Laser kalibriert	3
13. August 1999	Kabelbruch Durchflusserkennung	3
16. August 1999	Sensor Durchflussmessung	1
18. August 1999	PC, Melkarm, Laser neu	16, Drehmelkstand
25. August 1999	PC neu, Platine neu, Durchflusserkennung	1
29. August 1999	Kompressor, Spannungsabfall	2
31. August 1999	PC neu	3
1. September 1999	PC Netzwerk	0
2. September 1999	Software Update, techn. Neuerungen	9, Drehmelkstand
3. September 1999	Milchmengenmessung	2
4. September 1999	Vakuumpumpe	5
6. September 1999	Vakuumpumpe, Pulsator	2
9. September 1999	Laserschnittstelle ausgetauscht, Laser kalibriert	0
10. September 1999	Laser kalibriert	0
23. September 1999	Laserhöhe eingestellt	1,5
5. Oktober 1999	Durchflusssensor	0
7. Oktober 1999	Durchflusssensor	2
20. Oktober 1999	Zylinder Auslasstor	0
5. November 1999	Abnahmezeitpunkt eingestellt	0
8. November 1999	Vakuum eingestellt	1,5
9. November 1999	Milchprobenshuttle	3
17. November 1999	Milchtank	0
21. November 1999	Milchprobenshuttle	0
22. November 1999	Milchprobenshuttle	0
8. Dezember 1999	Software neu	8
12. Dezember 1999	Vakuum und Laser eingestellt	0

Tabelle A 2: Ergebnisse zur Untersuchung der Genauigkeit der Fettbestimmung (August 2000)

Kuh-Nr	1. Gerber	2. Gerber	durch. Gerber	LKV-Ergebnis	Differenz
Kühe des Drehmelkstandes					
667	4,1	4,0	4,05	4,20	0,15
764	4,6	4,6	4,60	4,76	0,16
146	5,8	5,8	5,80	5,90	0,1
663	4,7	4,7	4,70	4,83	0,13
709	5,0	5,0	5,00	5,14	0,14
808	5,0	5,1	5,05	5,14	0,09
732	5,2	5,2	5,20	5,37	0,17
593	4,4	4,4	4,40	4,66	0,26
680	4,3	4,3	4,30	4,47	0,17
793	4,0	4,0	4,00	4,34	0,34
Kühe am Melkautomaten					
152	4,4	4,4	4,40	4,70	0,3
833	3,8	3,8	3,80	4,04	0,24
669	3,8	3,9	3,85	3,48	-0,37
168	3,2	3,1	3,15	2,97	-0,18
774	4,5	4,6	4,55	4,55	0
766	6,0	5,9	5,95	5,02	-0,93
683	5,3	5,2	5,25	5,74	0,49
806	3,4	3,9	*	5,74	
734	4,2	4,2	4,20	4,03	-0,17
790	3,3	3,2	3,25	3,42	0,17
798	3,8	3,9	3,85	4,04	0,19

*) Diese Untersuchung hätte laut Vorschrift wiederholt werden müssen, in der Probenflasche war aber keine Milch mehr vorhanden.

8. Liste über Veröffentlichungen

N. Wirtz, K. Oechtering, E. Tholen, W. Trappmann (2001):

Comparison of an automatic milking system with a conventional milking parlour. 52nd Annual Meeting of the European Association for Animal Production. August 26 – 29, 2001, Budapest, Hungary, Book of abstracts, 137.

N. Wirtz, K. Oechtering, E. Tholen, W. Trappmann (2002):

Comparison of an automatic milking system to a conventional milking parlour. First North American Conference on Robotic Milking. March 20 – 22, 2002, Toronto, Canada, III 50-55.

N. Wirtz, K. Oechtering, E. Tholen, W. Trappmann (2002):

Vergleich der Leistungen zwischen einem automatischen Melkverfahren und einem konventionellen Drehmelkstand. Vortragstagung der DGfZ und GfT am 18./19. September 2002 in Halle/Saale, Kurzfassungen D 07.

9. Liste über Vorträge

N. Wirtz: Versuchsdurchführung – Datenerfassung und Aufbau von Datenbanken.
Workshop Fütterungsversuche mit Milchkühen des Bonner Förderkreises Tierernährung, 2./3.
Mai 2000, Kleve/Niederrhein.

K. Oechtering: Darstellung des Melkautomatenversuches.
Fortbildungstagung für Spezialberater Tierproduktion der Länder Nordrhein-Westfalen,
Rheinland-Pfalz und Saarland, 13./14. Juni 2000, Kleve/Niederrhein.

K. Oechtering: Einführungsvortrag zum Fachgespräch „Automatisches Melken“ der ALB
Rheinland-Pfalz/Saarland, 5. Dezember 2000, Kruchten, Kreis Bitburg/Prüm.

K. Oechtering: Wie viel High-Tech braucht die Hochleistungskuh?
Kolloquium Wissenstransfer des Forschungsschwerpunktes Umwelt- und Standortgerechte
Landwirtschaft, 24. Januar 2001, Bonn.

N. Wirtz: Kurzbericht zum Stand des Melkautomatenversuchs.
Tagung der Spezialberatungskräfte der Landwirtschaftskammern Rheinland und Westfalen-
Lippe, 20./21. Juni 2001, Kleve/Niederrhein.

K. Oechtering: Einführungsvortrag zum Fachgespräch „Automatisches Melken“ der ALB
Rheinland-Pfalz/Saarland.
6. Dezember 2001, Westerwaldkreis.

N. Wirtz: Comparison of an automatic milking system to a conventional milking parlour.
First North American Conference on Robotic Milking. 22.-22. März 2002, Toronto/Kanada.

N. Wirtz: Automatische Melkverfahren – Chancen und Risiken.
Treffen der Ehemaligen und Freunde des Instituts für Tierzuchtwissenschaft im Rahmen des
Tags der Landwirtschaftlichen Fakultät und des 2. Bonner Alumni Festes, 5./6. Juni 2002,
Bonn.

N. Wirtz: Vergleich der Leistungen zwischen einem automatischen Melkverfahren und einem
konventionellen Drehmelkstand. Vortragstagung der DGfZ und GfT, 18./19. September 2002,
Halle/Saale.

10. Liste über Posterpräsentationen, Vorführungen, Demonstrationen

Poster zur Ausstellung „Verbraucherschutz – Landwirtschaft – Umweltschutz“ im Landtag des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 28.-30. März 2001

Poster „Comparison of an automatic milking system with a conventional milking parlour“. 52nd Annual Meeting of the European Association for animal Production, 26.-29. August 2001, Budapest, Hungary.

Poster zur Messe „Eurotier“ , 12.-15. November 2002, Hannover.

11. Kurzfassung

Der Einsatz automatischer Melkverfahren (AMV) kann gerade Familienbetrieben arbeitswirtschaftliche Entlastungen bringen. Seit 1992 sind Melkautomaten in landwirtschaftlichen Praxisbetrieben im Einsatz. Ihre technischen Spezifikationen sind kontinuierlich verbessert worden, so dass derzeit praxistaugliche AMV zur Verfügung stehen.

In einer Versuchsherde von 104 HF-Kühen des Landwirtschaftszentrums Haus Riswick der Landwirtschaftskammer Rheinland wurde zwischen Mai 1999 und September 2001 ein Vergleich eines automatischen Melkverfahrens mit einem konventionellem Melkstand durchgeführt. 52 Kühe wurden in einem Melkautomaten gemolken (Einboxenanlage, freier Kuhverkehr), die anderen 52 Kühe zwei Mal täglich in einem Drehmelkstand. Beide Gruppen wurden zeitgleich in dem gleichen Boxenlaufstall gehalten, so dass überwiegend gleiche Umweltbedingungen bestanden. Um gleiche Startbedingung der zwei Kuhgruppen zu erreichen, wurden die Kühe aufgrund ihrer Milchmenge und Milchinhaltstoffe sowie der Anzahl an Laktationen und des Laktationsstadiums eingeteilt. Ausgefallene Versuchskühe wurden durch Färsen ersetzt. Als Leistungsinformation für die Auswahl der Färsen wurden Milchmenge und Milchzusammensetzung der Muttertiere verwendet.

Alle Kühe wurden mit einer ausgeglichenen Mischration aus Grassilage, Maissilage, Ausgleichsfutter und Milchleistungsfutter gefüttert, die eine Milchleistung von 25 kg energiekorrigierte Milchleistung (ECM) bei Kühen sowie 21 kg ECM bei Färsen abdeckte. In den ersten Laktationswochen wurde Milchleistungsfutter bis zu 10 kg gestaffelt gesteigert gefüttert. Nach der Anfütterungsperiode wurde das Milchleistungsfutter leistungsabhängig nach der ECM-Menge zugeteilt. In der Automatengruppe wurde das Milchleistungsfutter komplett im Melkautomat verabreicht, in der Drehmelkstandgruppe in drei automatischen Kraftfutterabrufstationen.

Von jeder Kuh wurden täglich die Milchmenge sowie die Aufnahme an Mischration und an Milchleistungsfutter erfasst. Alle zwei Wochen wurden Milchproben im Zentrallabor des Landeskontrollverbandes Rheinland auf Inhaltsstoffe untersucht. Zwischen Juni 2001 und September 2001 war es dabei möglich, zusätzlich zu den Ergebnissen der Inhaltsstoffe Informationen über die Konzentration an freien Fettsäuren in der Milch zu erhalten. Die Tankmilch wurde während des gesamten Versuches kontrolliert.

Wegen zahlreicher technischer Probleme in den ersten elf Versuchsmonaten müssen diese Ergebnisse für sich selbst diskutiert werden. Aufgrund zahlreicher Melkunterbrechungen wegen Service- und Wartungsarbeiten konnten die Milchkühe des AMV nicht ihren eigenen Melkrhythmus entwickeln. Die realisierten Milchmengen lagen in der Automatengruppe

signifikant niedriger als in der Drehmelkstandgruppe. Nach Lösung der technischen Probleme erreichte die Anzahl der Melkbesuche zwar einen durchschnittlichen Wert von 2,7 je Tag, die Milchleistung stieg jedoch nicht an. Erst nach Änderung des festen Anfütterungsplans in den ersten Laktationswochen konnten vergleichbare Daten zwischen den zwei Melksystemen gesammelt werden.

Im Gegensatz zu den Erwartungen realisierten die Kühe am Melkautomaten keine höhere Milchleistung als die Kühe am Drehmelkstand. Beide Gruppen erzielten eine vergleichbar hohe Milch- und ECM-Leistung. Während der gesamten Untersuchung konnte ein geringerer Gehalt an Milchfett in der Automatengruppe beobachtet werden. Dieser Trend konnte durch eine Kontrolle der LKV-Ergebnisse von neun praktischen Betrieben und von anderen unabhängigen wissenschaftlichen Untersuchungen bestätigt werden. Sowohl der Milcheiweißgehalt als auch die Futteraufnahme waren in beiden Systemen gleich hoch. In der Milch der automatisch gemolkenen Kühe wurde eine höhere Konzentration an freien Fettsäuren gefunden. Der geringere Milchfettgehalt und der Anstieg der freien Fettsäuren muss aus ökonomischer Sicht kritisch beurteilt werden. Vor Anschaffung eines AMV muss eine betriebsspezifische ökonomische Betrachtung vorgenommen werden.

In allen Versuchsperioden wurde der Eutergesundheitsstatus kontrolliert. Viertelspezifisch wurden von jeder Kuh bakteriologische Untersuchungen durchgeführt, jedoch wurde keine Kuh positiv getestet. Nach Einführung des AMV stiegen die somatischen Zellzahlen in der Sammelmilch des Melkautomaten wie erwartet an, jedoch wurde in keiner der beiden Gruppen eine höhere Häufigkeit an Mastitiden entdeckt. Nach einer Eingewöhnungsphase sanken die somatischen Zellzahlen auf ein akzeptables Niveau ähnlich den Zellzahlen der Drehmelkstandgruppe. In einigen Zeitperioden stiegen der Keimgehalt und der Gefrierpunkt in der Sammeltankmilch der AMV-Gruppe an. Dies muss nicht nur aus ökonomischer Sicht kritisch beurteilt werden.