

Endbericht

für das Projekt Nr. 1206

Einsatz eines automatischen Melksystems unter österreichischen Rahmenbedingungen

Projektleiterin: Dipl.-Ing. Dr. Andrea Römer

Projektmitarbeiter: Geschäftsführer Mag. Gerald Spuller,
Ing. Josef Huber, Tierhaltung;
Josef Handl, Johann Gassner, Melkroboter;
Stefan Steiner, Johann Schalhas, Melkstand;
Herbert Leitner, Martin Hintersteiner, Futterbereitung

Kooperationspartner: Institut für Tierhaltung und Tierschutz der Veterinär Medizinischen
Universität Wien- Leiter: Prof. Dr. Josef Troxler
Agentur für Ernährungssicherheit Wolfpassing- Abteilung
Milchhygiene- Leiter: Hr. Dr. Alfred Rammelmeyer
Institut für Agrarökonomie der Universität für Bodenkultur Wien-
Leiter: Prof. Dr. Walter Schneeberger

Laufzeit: 30.9.2000 bis 30.9.2004



Auswirkungen eines automatischen Melksystems auf die Milchleistung,
Futteraufnahme und Nutzungsdauer von österreichischen
Fleckvieh- und Braunviehkühen



1. Einleitung-----	8
2. Literaturübersicht-----	9-18
-2.1 Bestandteile eines Melkroboters und Bauformen -----	9
-2.2 Stallmanagements mit und ohne Melkroboter-----	10
-2.3 Managements mit bzw. ohne Selektionstor -----	11
-2.4 Nutzungsdauer-----	12
2.5 Milchleistungen und Milchqualitäten-----	13-15
-2.6 Futteraufnahmen-----	16
-2.7 Automatisches Melken und Weidegang-----	17
3. Material und Methoden-----	19-40
3.1 Vorversuchsperioden-----	19- 27
3.2 Hauptversuchsperioden-----	28- 40
3.2.1 Tierfütterung-----	28- 29
3.2.2 Calan -Fütterungssystem-----	30
3.2.3 Kraftfutter-----	31
3.2.4 Futterrationen-----	32- 36
3.2.5 Weide-----	37
3.3 Technische Vorraussetzungen-----	38- 40
3.3.1 Datenspeicherungen -----	38
3.3.2 Melkrobotertyp, Software-----	38
3.3.2.1 Wesentliche Elemente der Melkrobotersoftware-----	38- 40
3.3.2 Melken mit dem Melkstand-----	40
3.4 Statistische Auswertung-----	40
4. Ergebnisse-----	41- 81
4.1 Ergebnisse zur Milchleistung während der Vorperiode-----	41 - 45
4.2 Ergebnisse in der Hauptperiode-----	46 - 81
4.2.1. Jahresübersicht der Milchmenge 2001-2003-----	46 - 47
4.2.2 Futterqualität 2001-2003-----	48- 49
4.2.3 Entwicklung der Lebendmasse 2001-2003-----	50
4.2.4 Ergebnisse aus 2001-----	51- 53

4.2.5 Ergebnisse aus 2002 -----	54 - 56
4.2.6 Ergebnisse aus 2003-----	57- 61
4.2.7 Einfluss des Tierverkehrs am Roboter auf die Milchleistung-----	62 - 63
4.2.8 Ergebnisse der Milchleistung gruppiert nach Versuchsjahr-----	64
4.2.9 Ergebnisse der Milchleistung gruppiert nach Laktationsnummer-----	65
4.2.10 Einfluss der Rasse und Laktationsnummer auf die Milchleistung-----	68 - 71
4.2.11 Varianz der Milchleistung am Roboter im Vergleich zur Melkstandgruppe-----	72
4.2.12 Nutzungsdauer-----	73
5. Diskussion-----	74- 76
6. Zusammenfassung-----	77- 78
7. Summary-----	78
8. Schlussfolgerung-----	79
9. Anhang-----	80- 83
10. Literaturquellen-----	84- 89
Danksagung-----	90

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Vergleich von gesteuerten gegenüber freiem Tierverkehr am Roboter.....	13
Tab. 2: Ursachen für nicht erfolgreiches Melken mit Melkrobotern.....	14
Tab. 3: Einfluss der Anzahl Melkungen auf die Herdenleistung pro Jahr.....	15
Tab. 4: Einfluss der Zeitdauer von Melkrobotern im Betrieb auf die Milchleistung der Kühe.....	15
Tab. 5: Veränderung der Milchinhaltsstoffe nach Umstellung von konventioneller Melktechnik auf Automaten.....	16
Tab. 6: Milchproduktion und Anzahl Melkungen Kurzzeiteffekt des Weideganges in Relation zur ansteigenden Tierzahl bei Ein-Box Melkrobotern	19
Tab. 7: Einteilung der Fleck- und Braunviehkühe nach Milchleistung und Laktationsstadium	22
Tab. 8: Einteilung der Versuchstiere nach Milchleistungsparametern	23
Tab. 9: Versuchsplan Melkroboterprojekt: Fütterung und Management.....	30
Tab. 10: Zusammensetzung der Handelsfuttermischungen.....	32
Tab. 11: Versuchsrationen in 2001 und 2002 für die Kühe in der Laktation.....	34
Tab. 12: Versuchsrationen in 2003 für die Kühe in der Laktation.....	35
Tab. 13: Melkungen am Melkroboter in Abhängigkeit der Milchleistung und des Laktationsabschnittes.....	40
Tab. 14: Statistische Auswertung der Milchleistungsergebnisse.....	42
Tab. 15: Analytische Gärqualität der verwendeten Silage.....	49
Tab. 16: Analytierte Gehalte an Rohfaser und Rohprotein sowie Gehalten an NEL und RNB 2001-2002	50
Tab. 17: Analytierte Gehalte an Rohfaser und Rohprotein sowie Gehalten an NEL und RNB 2003	50
Tab. 18: Entwicklung der Lebendmasse im Versuchszeitraum.....	51
Tab. 19: Milchleistung der Roboter- und Kontrollgruppe 2001.....	52
Tab. 20: Laktationstage und Milchinhaltsstoffe der beiden Gruppen in 2001.....	52
Tab. 21: Aufteilung der beiden Gruppen innerhalb der Fütterungsvarianten 2001.....	53
Tab. 22: Kraft- Grund- und Gesamtfutteraufnahme der Roboter- und Kontrollgruppe 2001..	54
Tab. 23: Milchleistung in den Fütterungsvarianten 2002.....	55
Tab. 24: Laktationstage und Milchinhaltsstoffe der beiden Gruppen.....	56
Tab. 25: Aufteilung der beiden Gruppen innerhalb der Fütterungsvarianten 2002.....	56
Tab. 26: Kraft- Grund- und Gesamtfutteraufnahme der Gruppen 2002.....	57

Tab.27: Milchleistung der beiden Gruppen in Abhängigkeit der Fütterungsvarianten in 2003.....	58
Tab.28: Laktationstage und Milchinhaltsstoffe der beiden Gruppen in 2003.....	59
Tab.29: Aufteilung der beiden Gruppen innerhalb der Fütterungsvarianten 2003.....	61
Tab.30: Kraft-, Grund- und Gesamtfuttermittelaufnahme der Gruppen 2003.....	61
Tab.31: Milchleistung bei freiem und gesteuertem Kuhverkehr in 2003.....	63
Tab.32: Mittlere Milchleistungsergebnisse der beiden Versuchsgruppen (2001-2003).....	65
Tab.33: Milchleistungsergebnisse der 1. Laktation und 2. Laktation von beiden Gruppen von 2001 bis 2003.....	66
Tab.34: Mittlere Standardabweichungen der Milchleistung am Melkroboter nach Jahren....	73
Tab.35: Abgangsursachen der Kühe in beiden Gruppen 2001-2003.....	82
Tab.36: Versuchskühe der Robotergruppe (Nov.2000 bis Nov. 2003).....	89-90
Tab.37: Versuchskühe der Kontrollgruppe (Nov 2000 bis Nov 2003).....	91-92

Abbildungsverzeichnis

Abb.1 Einstufung von 51 melkenden Fleckviehkühen nach den Euterkriterien.....	26
Abb.2 Einstufung von 18 melkenden Braunviehkühen nach den Euterkriterien.....	26
Abb.3 Einteilung der Kontrollgruppe (Melkstand) nach den Euterkriterien.....	27
Abb.4 Einteilung der AMS-Gruppe nach den Euterkriterien.....	27
Abb.5 Anteile der Futtermittel der Konventionellen Ration	36
Abb.6 Anteile der Futtermittel der Aufgewerteten Ration	36
Abb.7 Anteile der Futtermittel in der TMR	37
Abb.8 Anteile der Futtermittel in der TMR	37
Abb.9 Entwicklung der Milchleistung in der Vorperiode bis zum Beginn der Hauptperiode	42
Abb.10 Unkorrigierte bzw. Milchfett- und Milcheiweißkorrigierte und Milchfettkorrigierte Milchleistungen der beiden Versuchsgruppen.....	44
Abb.11 Milchinhaltstoffe der beiden Versuchsgruppen	45
Abb.12 Milchzellzahl und Harnstoffgehalt in beiden Versuchsgruppen.....	45
Abb.13 Milchmengen der beiden Gruppen zu Beginn der Hauptperiode.....	47
Abb.14 Milchmengen der beiden Gruppen in 2002.....	48
Abb.15 Milchmengen der beiden Gruppen in 2003.....	48
Abb.16: Inhaltsstoffe der Milch in 2003.....	60
Abb.17: Inhaltsstoffe der Milch in 2003 (Folge aus Abb.16).....	60
Abb.18 Beziehung zwischen Milchleistung und Melkfrequenz (Beispiel Kuh 9924).....	64
Abb.19/20 Milchleistungskurven der erstlaktierenden Kühe im Versuchszeitraum	67
Abb.21/22 Milchleistungsergebnisse der 2. Laktation beider Versuchsgruppen.....	68
Abb.22/23 Lineare Regressionen der Milchleistung nach Laktationsnummer der Braunviehkühe 687 und 8212 (Melkstand).....	69
Abb.24/25 Lineare Regressionen der Milchleistung nach Laktationsnummer der Fleckviehkühe 2050 und 4583 (Melkstand).....	70
Abb.26/27 Lineare Regressionen der Milchleistung nach Laktationsnummer der Braunviehkühe 8442 und 8911 (Roboter).....	71
Abb.28/29 Lineare Regressionen der Milchleistung nach Laktationsnummer der Fleckviehkühe 2103 und 2130 (Roboter).....	72

1. Einleitung

Technische Weiterentwicklungen haben in der Tierproduktion nachhaltig zur Verbesserung von Leistung und Gesundheit der Tiere beigetragen. In den letzten 10 Jahren hat es im Bereich der Melktechnik die Entwicklung von automatischen Melksystemen gegeben. Die Melkroboter wurden in den Niederlanden entwickelt und sind seit 1992 kommerziell erhältlich. Durch die Einführung von computergesteuerten Robotern soll es zu einer Verbesserung des Arbeitskomforts beim Melken kommen. Weitere Effekte sollen eine Erhöhung der Tierleistung bei gleichzeitiger Arbeitsentlastung des Landwirts sein. Außerdem soll die Flexibilität der Arbeitszeit erhöht werden.

Die österreichische Milchviehhaltung ist durch einen hohen Anteil von Kühen in der Anbindehaltung gekennzeichnet, wobei die Betriebe durchschnittlich 14 Kühe/Betrieb (Grüner Bericht 2004) halten. Es dominieren Zweinutzungsrasen, wobei dem Fleckvieh mit über 70% die größte Bedeutung gefolgt von Braunvieh mit rund 17% der gehaltenen Milchkühe zukommt.

Um die Betriebsgrößenstrukturen zu verbessern und bei sinkenden Milchpreisen weiter wirtschaftlich produzieren zu können, wird es notwendig in größere Bestände zu investieren und Laufställe zu bauen. Neben der Investition in einen Laufstall, der auch durch Umbaumaßnahmen geschaffen werden kann, ist beim Milchvieh eine weitere Investition in einen Melkstand oder in ein automatisches Melksystem erforderlich. Melkstände sind günstiger in der Anschaffung, automatische Melksysteme lassen sich beim Umbau aufgrund des geringeren Platzbedarfes oft leichter in Altgebäude integrieren. Neben der Investition in Gebäude und Melktechnik stellt sich jedoch die Frage, ob die heimischen Rassen überhaupt für die neue Melktechnik geeignet sind oder ob die Züchtung angepasst werden muss.

Das vom Ministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft bei der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH in Wieselburg in Auftrag gegebene Projekt hat sich mit der Fragestellung der Eignung von Braunvieh und Fleckvieh für das automatische Melken, die Auswirkungen des automatischen Melkens auf die Nutzungsdauer der Kühe, der Milchleistung und Futteraufnahme bei automatischen Melken beschäftigt.

2. Literaturübersicht

2.1 Bestandteile eines Melkroboters und Bauformen

Ein Melkroboter besteht aus 6 wesentlichen Bauteilen: einer Melkbox, wo die Kuh gemolken wird, ähnlich einer Kraftfutterstation, vorne mit Kraftfutterausgabe; einem Zitzenerkennungssystem, d.h. ein Laser oder eine Videokamera oder beides, das das Auge des Melkers ersetzt; einem Roboterarm, der die Zitzenbecher zum Euter führt; einem Zitzensäuberungssystem, d.h. eine Bürste um das Euter zu putzen; einem Kontrollsystem inklusive Sensoren und Software sowie einer Melkmaschine inklusive Reinigungsanlage (De KONING et al, 2002).



Foto.1: Roboterbestandteile

Grundsätzlich können verschiedene Bauformen für den Melkroboter unterschieden werden:

1. AMS integriert in Melkständen mit festen Melkzeiten. Dieses erscheint vor allem in großen Melkkarussellanlagen sinnvoll. Ein solches System wird jedoch derzeit nicht am Markt angeboten.
2. Kompaktanlagen mit einer Melkbox für eine Gruppe von maximal 60 Tieren.
3. Mehrboxenanlagen mit einem flexibel fahrbaren Roboterarm, der bis zu 4 Melkboxen in einer Reihe bedienen kann (SCHÖN et al., 1997). Mit solchen Anlagen können bis zu 200 Tiere gemolken werden (IPEMA et al., 1997).

Da für österreichische Familienbetriebe bzw. Betriebskooperationen vor allem Kompaktanlagen für eine Gruppe von maximal 60 Tieren sinnvoll sind, wurde bei der BVW in Wieselburg eine solche Anlage installiert.

2.2 Stallmanagements mit und ohne Melkroboter

Die Installation eines automatischen Melksystems bringt für einen landwirtschaftlichen Betrieb eine Menge Veränderungen, die zum Teil auch sehr viel Stress verursachen. Der Milchentzugsprozess wird bei einem Melkautomaten nicht unbedingt mehr personell überwacht. Aus diesem Aspekt heraus kann aber nicht geschlossen werden, dass damit die Arbeitszeit entfällt. Der Roboter muss überwacht werden, d.h. der Betreuer muss eine Kontrollfunktion übernehmen. Dieses impliziert eine gewisse Sensibilität für die Technik und die Herde. Neben der Kontrolle muss der Roboter auch gereinigt werden, d.h. es erfolgt kein automatisches Waschen der Melkbox. Mindestens 2x je Tag muss der Betreuer eine sogenannte Melkberechtigungsliste vom Computer herunterladen, auf der die Kühe, die vom Melken ausbleiben erscheinen. Bei voll ausgelastetem System (ungefähr 60 melkende Kühe in einer Einboxanlage) muss sogar mindestens 3x täglich diese Liste abgerufen werden, um ausbleibende Kühe rechtzeitig manuell in die Anlage zu holen und zu kontrollieren. Im Durchschnitt können deshalb höchstens 10% der Arbeitszeit gegenüber dem Melken in einem Melkstand eingespart werden (DE KONING 2001). Der Charakter der Arbeit ändert sich dahingehend, dass die Handarbeit mehr in Computerarbeit umgewandelt wird. Aus diesem Grund ist die Arbeitszeit mehr flexibel. Auf der anderen Seite sollte eine Person ständig rufbereit sein bzw. sich in absehbarer Entfernung vom Stall aufhalten. Der 24 h Rhythmus des Roboters bringt es mit sich, dass Systemfehler am Tag und in der Nacht auftreten können. Das Eingewöhnen neuer Kühe am Roboter ist problematischer als im Melkstand, da die Kühe nur einzeln in den Roboter gehen können, was am Anfang der Laktation für ein neu zutretendes Tier sehr viel Stress bedeuten kann.

Ca. 10-15% der Herde sind direkt nach der Umstellung auf das automatische Melksystem roboterungeeignet, d.h. aus verschiedensten Gründen müssen diese ausgeschieden werden (siehe Kapitel Nutzungsdauer).

Durch das häufigere Melken (anstatt 2x 3x/4x je Tier und Tag) kann eine Zunahme der Milchleistung erwartet werden. Voraussetzung dafür ist das die Melkbesuche auch tatsächlich realisiert werden. Die Zahlen zur Steigerung der Milchleistung sind jedoch sehr variabel; holländische Erhebungen zeigen einen Anstieg um 11.4 % (DE KONING, 2001), französische Daten liegen zwischen 3 und 9 % in Abhängigkeit von der Dauer, in der ein Melkautomat in einem Betrieb ist (VEYSSET et al., 2001). In einer deutschen Untersuchung

wurde hingegen keine höhere Milchleistung bei 3,3 Melkungen je Tier und Tag festgestellt. Der Milchfettgehalt war gegenüber der Kontrollgruppe (Melkstand) reduziert, der Proteingehalt blieb gleich (WIRTZ et al. 2002). Eine weitere französische Untersuchung (BILLON und TOURNAIRE, 2002) kommt zu dem Resultat, dass sich die Milchleistung und der Milchzellgehalt von automatischen und konventionellen Melksystemen nicht unterscheiden, jedoch der Anteil freier Fettsäuren in der Milch mit automatischem Melken ansteigt. Wenn das Management nicht professionell durchgeführt wird, kann das automatische Melken zu einer Verschlechterung des Gesundheitszustandes der Herde mit entsprechenden finanziellen Einbußen führen; prinzipiell ist es jedoch möglich damit gute Ergebnisse zu erzielen.

2.3 Managements mit bzw. ohne Selektionstor

Des Weiteren sind verschiedene Verfahren bei der Herdenführung denkbar:

1. Feste Melkzeiten mit Umtrieb durch den Landwirt
2. Freier Tierverkehr (Selbstständiges Aufsuchen des AMS über 24 h)
3. Gesteuerter Tierverkehr (Trennung des Fress- und Liegebereichs ; Zugang des Fressbereichs nur nach erfolgter Melkung)
4. Selektiv gesteuerter Tierverkehr (Trennung des Fress- und Liegebereichs durch ein Selektionstor, das vom Roboter gesteuert wird)

Die Durchführung des 1. Verfahrens erscheint nicht sinnvoll, da sich bei Umtrieb mit festen Melkzeiten keine Einsparung der Arbeitszeit ergeben würde. Im Gegenteil würde der Landwirt längere Zeit benötigen bis alle Tiere in einer Einboxenmelkanlage gemolken sein würden. Die Durchführung der 2. oder 3. Variante bietet tatsächlich Vorteile durch mögliche Einsparungen der Arbeitszeiten. Bei beiden Varianten ist die ständige Anwesenheit von Personen beim Melkvorgang nicht notwendig. Beim freien Tierverkehr können die Tiere das AMS über 24 h täglich jederzeit freiwillig aufsuchen. Nur bei Tieren, die dieses nicht freiwillig tun, ist ein Nachtreiben vorgesehen. Bei 2-maligen täglichen Nachtreiben von bestimmten Problemkühen kann bis zu 60 % der Arbeitszeit eingespart werden (SONCK, 1996). Eine Voraussetzung für den freien Tierverkehr ist nach PRESCOTT et al. (1996) der Verzehr von Futter im AMS. Dass ein volles Euter als Motivation für den Melkstandbesuch ausreicht, konnte nicht festgestellt werden. Wenn Kühen die Wahl zwischen Melken und Fressen gelassen wurde, wählten sie immer das Fressen. Bei freiem Tierverkehr reduzierte eine Gruppe von Kühen, der kein Futter im AMS gegeben wurde, deutlich die Besuchsfrequenzen am Roboter gegenüber einer Tiergruppe, die Futter im AMS erhielt. Bei

Selektiv gesteuertem Tierverkehr wird die Motivation der Kühe im AMS Kraftfutter zu fressen durch die Installation eines Selektionstores unterstützt, das den Ruhebereich der Kuh vom Fressbereich trennt. Die Kuh kann dann nur nach erfolgtem Melken den Fressbereich am Fressgitter betreten (JAGTENBERG und KONING, 1999). Ziel jeder Strategie ist es, die Anzahl der Melkungen je Tier und Tag zu optimieren und dadurch die Milchleistung und die Eutergesundheit zu optimieren. Untersuchungen von PRESCOTT (1996) zeigten, dass mit beiden Systemen (freier und gesteuerter Tierverkehr) durchschnittlich 3 Melkungen je Kuh und Tag möglich sind. Eine mögliche negative Auswirkung des gesteuerten Kuhverkehrs im Vergleich zum freiem Kuhverkehr könnte eine Reduktion der Liegezeiten und der Fresszeiten sein, da Untersuchungen zeigten, dass Kühe bei gesteuertem Kuhverkehr weniger Zeit am Fressgitter und in den Liegeboxen verbrachten (KETELAAR-DE LAUWERE et al., 1998,1999; METZ-STEFANOWSKA et al., 1993; WINTER et al., 1992). Außerdem kann eine erhöhte Stehzeit, bedingt durch das Warten vor dem Melkroboter, die Klauengesundheit möglicherweise negativ beeinflussen. HOGEVEEN et al. (1998) fanden sowohl bei freiem als auch bei gesteuertem Tierverkehr eine akzeptable Anzahl von 2,7 bis 2,8 Melkungen je Tier und Tag. Kalbinnen besuchten das AMS öfter als Tiere in höheren Laktationen. Bei freiem Tierverkehr mussten mehr Tiere zum AMS gebracht werden, bei gesteuertem Tierverkehr kam es zu vermehrtem Warten der Tiere vor dem AMS und zu einer Erhöhung der Rangkämpfe.

Von anderen Autoren (THUNE et al. 2002) werden folgende Darstellungen gemacht:

Tab.1: Vergleich von gesteuertem gegenüber freiem Tierverkehr am Roboter

Experiment	Melkungen pro Kuh/Tag (Stab)	Durchgänge je Kuh/Tag	N
Gesteuert	2,56 ^a (0,71)	3,86 ^a (1,56)	456
Selektiv Gesteuert	2,39 ^c (0,69)	4,12 ^c (1,80)	351
Frei	1,98 ^b (0,66)	2,52 ^b (1,26)	419

2.4 Nutzungsdauer

Die Nutzungsdauer von Milchkühen stellt ein bedeutendes Potential für die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion dar. Die Einflussfaktoren auf die Nutzungsdauer sind vielfältig. Die in Beständen am häufigsten auftretende Ursache für Abgänge von Kühen ist die Fruchtbarkeit, gefolgt von Problemen an Extremitäten (Beine, Gelenke, Klauen) und von Mastitis (hohe

Zellzahl). Neben diesen allgemeinen Problemen sind die Anforderungen an Kühe, die erfolgreich von einem automatischen Melksystem gemolken werden sollen, erhöht. Bis zu 15 Prozent der Kühe eignen sich nicht für das Melken mit einem Melkroboter (VOLLEMA, 1999).

Die Gründe hierfür sind wiederum vielfältig. In der folgenden Tabelle werden Hauptursachen für nicht erfolgreiches Melken mit dem Roboter zusammengestellt.

Tabelle 2: Ursachen für nicht erfolgreiches Melken mit Melkrobotern
(nach VOLLEMA,1999; eigene Beobachtungen)

Euterbedingte Ursachen	Sonstige Ursachen
Euterboden zu tief(weniger als 30cm von Boden)	Schlechte Klauen, Gelenke
Striche zu eng beieinander	Kuh hat keinen „aktiven Charakter- träge“
Zitzen zu kurz/ Zitzen stehen mehr als 30° ab	Kuh schlägt das Melkzeug ab
Zentralband zu stark/ zu schwach	
Vordereuter im Vergleich zu Hintereuter zu tief	

Entsprechend ergeben sich gehobene Anforderungen an die Tierzucht bedingt durch automatische Melksysteme (FÖRSTER, 2000). Folgende Parameter werden als bedeutend eingestuft für die Zucht auf optimale Melkeigenschaften mit automatischen Melksystemen:

- Melkbarkeit (Euterform + durchschnittliches Minutengemelk)
- Bewegungsaktivität (Fundament + Verhalten)
- Verhaltensmerkmale (aktive Melkbereitschaft)- bisher keine Berücksichtigung in Zuchtprogrammen

2.5 Milchleistungen und Milchqualitäten

Mehrmaliges Melken führt gegenüber 2-maligen zu höherer Milchleistung. Wie hoch die Milchleistungssteigerung ist, wurde in verschiedenen Versuchen geprüft. Nach Untersuchungen von DE KONING und HUISMANS (2001) führt automatisches Melken zu einer Steigerung der Milchleistung in einer Höhe von 10-15 % bei vier Melkungen je Tier und Tag.

Diese Steigerung ist jedoch abhängig davon, ob der Roboter optimal an die Tiere angepasst ist. Wenn die Melkstimulation nicht ausreichend ist, geht die Milchleistung zurück. Für eine genügende Melkstimulation muss sich die Kuh an den Roboter gewöhnt haben (kein Stress) und es darf keine Verzögerung zwischen der Stimulation und dem Anstecken der Zitzenbecher auftreten.

Die tatsächliche Anzahl der Melkungen je Tier und Tag ist ausschlaggebend für die Höhe der Milchleistungssteigerung. Folgende Ergebnisse wurden berichtet (FÜBBEKER und KOWALEWSKY, 2000):

Tabelle 3: Einfluss der Anzahl Melkungen auf die Herdenleistung pro Jahr ¹⁾

Anzahl Melkungen pro Tag	Herdenleistung pro Jahr		Differenz
	Vor Einsatz des Melkautomaten	Nach Einsatz des Melkautomaten	
Weniger als 2,9 (im Mittel 2,6)	7538 kg	8085 kg	553 kg
Mehr als 2,9 (im Mittel 3,2)	7983 kg	8800 kg	817 kg

Tabelle 4: Einfluss der Zeitdauer von Melkrobotern im Betrieb auf die Milchleistung der Kühe ¹⁾

Anlagen	Herdenleistung pro Jahr		Differenz
	Vor Einsatz des Melkautomaten	Nach Einsatz des Melkautomaten	
neuere	7835 kg	8285 kg	450 kg
ältere	7625 kg	8454 kg	829 kg

¹⁾ beide Tabellen nach FÜBBEKER und KOWALEWSKY (2000)

In Tabelle 3 wird die Milchleistungssteigerung in Abhängigkeit von der Melkfrequenz dargestellt. Bei höherer Melkfrequenz nimmt die Milchleistungssteigerung zu. In Tabelle 3 werden Betriebe kurz nach der Umstellung mit Betrieben, die länger mit dem Roboter melken verglichen. Bei den Betrieben, die schon länger nach der Anpassung melken, ist die

Milchleistung gegenüber der Ausgangsleistung höher als bei Betrieben kurz nach dem Melkroboterkauf.

Untersuchungen von HARMS (2001) ergaben, dass bei einer Herdenleistung von ca.7500 kg bei freiem Tierverkehr 2,3 Melkungen je Tier und Tag, bei selektiv gesteuertem Tierverkehr 2,5 Melkungen je Kuh und Tag erzielt wurden.

Neben Einflüssen auf die Milchmenge wurden auch Auswirkungen der höheren Melkfrequenz auf die Milchqualität untersucht. In der Untersuchung von (FÜBBEKER und KOWALEWSKY) wurden der Fettgehalt und der Eiweißgehalt leicht vermindert. Auch der Gefrierpunkt war niedriger als vor dem Einsatz des Melkautomaten. Die Zellzahl wurde verbessert (ca. 40.000 Zellen) und der Keimgehalt erhöhte sich nach Einsatz des Melkautomaten.

Tabelle 5: Veränderung der Milch Inhaltsstoffe nach Umstellung von konventioneller Melktechnik auf Melkautomaten ¹⁾

Milchinhaltsstoffe	Angaben	
	Vor Einsatz des Melkautomaten	Nach Einsatz des Melkautomaten
Fettgehalt in %	4,33	4,27
Eiweißgehalt in %	3,44	3,40
Gefrierpunkt in °C	-0,523	-0,517
Zellzahl pro ml	244.000	205.000
Keimzahl pro ml	13.500	18.700

¹⁾ nach FÜBBEKER und KOWALEWSKY, 2000

Die Umstellung vom konventionellen Melken im Melkstand zum Melken mit einem Roboter kann die Eutergesundheit der Kühe beeinflussen. Die Veränderung der Eutergesundheit kann sich in der Milchleistung und in der Zellzahl der Milch wieder spiegeln. Die

Zwischenmelkzeiten sind im Vergleich vom Roboter zum Melkstand wesentlich mehr variabel im Roboter. Die höhere Melkfrequenz im Roboter (in unserer Untersuchung bis zu 4x täglich) kann sich positiv auf die Eutergesundheit auswirken. Im letzten Laktationsabschnitt oder im Fall von Schmerzen im Euterbereich kann aber auch die Eutergesundheit der Tiere negativ beeinflusst werden, da die Tiere höhere Zwischenmelkzeiten realisieren. In unserer Untersuchung ist es vor allem interessant, die Anwendung des Selektionstores auf die Eutergesundheit im Vergleich zum freien Tierverkehr zu überprüfen.

Nach der Umstellung auf das automatische Melksystem zeigte sich in vielen Betrieben zunächst eine deutliche Verschlechterung der Bakterienzahl und der Zellzahl (verschiedene Autoren). Dieses wird nach längerer Zeit wieder kompensiert (z.B. WIRTZ et al. 2002). Der Gehalt an freien Fettsäuren (FFS) steigt durch das automatische Melkverfahren an. Als Gründe werden die kürzeren Melkintervalle, sowie der höhere Lufteinlass beim Ansetzen der Zitzenbecher angegeben, auch das Kühlverfahren (bzw. die Schnelligkeit) hat einen Einfluss auf den FFS-Gehalt (DE KONING et al. 2002). Die Vakuumfluktuation an der Zitzenspitze ist mit automatischem Melken höher als mit konventionellen Melkverfahren und auch der totale Lufteinlass. Wahrscheinlich würde das Minimieren des Lufteinlasses bei gleichzeitigem Optimieren des Milchabflusses den Anteil freier Fettsäuren verringern (BJERRING und RASMUSSEN 2002).

2.6 Futteraufnahmen

Die meisten bisher veröffentlichten Untersuchungen zur Futteraufnahme in Bezug auf automatische Melksysteme beschäftigen sich vor allem mit der Thematik Kuhverhalten und Futteraufnahme. Die Fragestellung, die immer wieder in Vordergrund tritt, ist, welche Art der Fütterung ist vorteilhaft um einerseits genügend Melkungen am AMS zu gewährleisten, ist aber andererseits so ausgerichtet, dass unnötige Besuche des Roboters minimiert werden. Da diese Fragestellung eng mit der Frage des Kuhverkehrs am Roboter in Zusammenhang steht, und der Kuhverkehr (frei oder gelenkt) auch in Wechselbeziehung zur Futteraufnahme stehen kann sind die Analysen nur im Kontext zum Tierverkehr am Roboter sinnvoll.

Bei hohen Milchleistungen erscheint es sinnvoll neben der Kraftfuttergabe im Roboter zusätzlich einen Transponder für die Versorgung mit der notwendigen Energie und Protein zu benutzen, damit der Kuh das Kraftfutter in kleinen Mengen zugeteilt wird (PRESCOTT, 1996; KETELAAR-DE LAUWERE, 1999).

Eine befriedigende Antwort auf die Frage, warum einige Kühe immer genügend oft zum Roboter gehen, andere aber nicht konnte bis jetzt nicht ausreichend beantwortet werden. Die im 1. Teil dieser Literaturrecherche genannten Einflussfaktoren auf die Milchmenge sind zum Teil Faktoren- z.B. Klauengesundheit und Charakter-, die auch die Futteraufnahme beeinflussen. Praktische Landwirte, die einen Melkroboter einsetzen, fordern zudem die Berücksichtigung des Tierverhaltens bei der Bullenselektion in der Züchtung (SIEBER, 2001).

Ergebnisse von MORITA et al. (1996) über den Effekt der Kraftfutteraufnahme auf den darauf folgenden Verzehr an Grundfutter in einem automatischen Melksystem ergaben, dass wenn jeder Besuch der Kuh am Roboter mit Kraftfutter belohnt wird, die Anzahl der Besuche (und damit vor allem die Anzahl Besuche ohne Melkung) ansteigt. Bei der Fütterung einer TMR-Ration wurde die Anzahl der Besuche ohne Melkung reduziert gegenüber der reinen Grundfütterung am Futtertisch. Umfrageergebnisse aus Bayern (2000) ergaben, dass 77% der Betriebe mit Melkroboter eine TMR Ration einsetzen. Dabei handelt es sich in der Regel um eine Teil-TMR, da die meisten dieser Betriebe ohnehin eine Kraftfutterstation haben und auch die Tiererkennung im Roboter über das System funktioniert.

2.7 Automatisches Melken und Weidegang

Der Wechsel vom konventionellen Melkstand zum automatischen Melken beinhaltet auch einen kompletten Wechsel des Managements. Die Kühe müssen möglichst gleichmäßig selbstständig den Melkroboter betreten, daher muss auch das ganze Stallmanagement darauf ausgerichtet sein, dass ein möglichst ruhiges Klima am Melkroboter herrscht. Weidegang ist für die Melkvorgänge am Roboter schwieriger zu managen, da der Abstand zum Roboter in der Regel größer wird, so dass die Tiere weite Wege zurücklegen müssen um dahin zu gelangen. Auch von der Aktivität der Kühe aus gesehen ist die Weide (eigentlich die Ursprungsform der Rinderhaltung) ein synchroner Ablauf. Dieses steht im Kontrast zum Melken im Roboter, da die Kühe dort einzeln d.h. asynchron hineingehen (VAN DOOREN et al. 2002). Von den EU-Ländern wird der Weidegang vorwiegend in Belgien, Frankreich und den Niederlanden praktiziert. Schweden ist eine Ausnahme, da dort der Weidegang in den Sommermonaten (2 - 4 Monate) gesetzlich geregelt ist.

**Tab. 6 : Milchproduktion (kg/Tier/Tag) und Anzahl Melkungen (je Tier /Tag)
Kurzeffekt des Weideganges in Relation zur ansteigenden Tierzahl
bei Ein-Box Melkrobotern***

Anzahl Kühe	10 Tage vor Weideaustrieb		10-20 Tage nach Weideaustrieb	
	Milch (kg)	Anz. Melkungen	Milch (kg)	Anz. Melkungen
34-50	28.0	3.1	+1.6	+0.1
50-55	28.1	2.8	+0.9	-0.1
55-60	26.3	2.8	+1.1	-0.2
>=60	26.8	2.5	-0.4	-0.2

Nach VAN DOOREN, 2002

Schwedische Studien zeigen, dass durchschnittlich die Anzahl Melkungen je Kuh während der Weideperiode abnehmen (von 2.7 auf 2.6 bzw. von 2.6 auf 2.5 Melkungen). Es wurden jeweils 3 Betriebe im 1. und im 2. Jahr nach der Roboterumstellung gemessen (SPÖRNDLY und WIKTORSSON, 2002).

3. Material und Methoden

Der Stall der Bundesversuchswirtschaften ist ein so genannter 2-reihiger Boxenlaufstall mit Spaltenböden und Hochliegeboxen. Für die nachfolgend beschriebenen Versuche wurden 60 Einzeltierfressplätze (Calan Inc. USA) installiert. Die Hochliegeboxen sind mit Gummimatten ausgelegt, darüber wird Häckselstroh gestreut. Der Melkroboter ist ein LELY Astronaut Typ F30, es wurde für die Vergleichsgruppe ein Melkstand 2x6 Fischgrät (33°) mit HAPPEL Melktechnik installiert. Im Roboterbereich wurde zusätzlich ein Selektionstor installiert, das an den Roboter angeschlossen wurde. Bei freiem Kuhverkehr wurde das daneben befindliche Einwegtor (für den Rückverkehr der Kühe vom Fressen zum Liegen) einfach offen gelassen.

3.1 Vorversuchsperioden

Der Versuchsplan für das Projekt wurde während der laufenden Vorversuchsperiode nochmals überarbeitet. In Abstimmung mit allen Projektpartnern wurde die Vorversuchsperiode von der Einteilung der Herde am 20.11.2000 bis zum 30.6.2001 durchgeführt. Die Verlängerung dieser Phase hatte mehrere Gründe. Die Inbetriebnahme des Roboters im Winter hatte in dem Kaltstall der Bundesversuchswirtschaften zunächst das Problem, dass der Melkroboter am 24.12.2000 wegen Frost zunächst außer Betrieb genommen werden musste und zusätzliche Einrichtungen geschaffen wurden, um den Winterbetrieb sicherzustellen (Plexiglasabdeckungen für den Ein- und Ausgang des Roboters); zusätzliche Heizung im Innenraum; Verschluss der seitlichen Öffnung zwischen Roboter und Wand (Durchgang).

Die noch nicht vorhandenen Braunviehkühe konnten erst nach und nach erworben werden, alle neuen Tiere brauchten ausreichend Zeit um sich an den Betrieb zu gewöhnen.

In der Melkrobotergruppe wurde Mitte März das Selektionstor eingebaut, wobei die störungsfreie Funktionsfähigkeit erst nach mehreren Überholungen und Umbauten sichergestellt werden konnte.

Die Calan- Türen zum Zweck der Einzeltierfütterung wurden am 26.-27.02.2001 installiert, danach wurden die Türen bis zum 29.03.2001 zunächst uncodiert gelassen. Die Kühe mussten nach und nach an die veränderten Bedingungen gewöhnt werden. Die Codierung erfolgte in zwei Abschnitten: Zuerst wurde die Codierung in der Kontrollgruppe vorgenommen, danach in der AMS-Gruppe. Zwischen den beiden Terminen wurde 2 1/2 Wochen Frist gesetzt, um

erst die 30 Tiere in einer Gruppe zu trainieren. Das Calan- System zur Einzeltierfütterung funktioniert so, dass je Kuh nur eine bestimmte Calan-Tür geöffnet werden kann und die Tiere trainiert werden müssen an welchen Ort sie gehen müssen und wie das Öffnen der Türen erfolgt. Das Training der Kühe wurde nach den Angaben des Herstellers vorgenommen. Die Arbeitszeit für das Trainieren der Kühe betrug über 14 Tage hinweg in etwa 5 - 6 Stunden je Tag für ca. 2 Personen, in den ersten Tagen für 4 Personen. Einige Kühe brauchten bis zu 4 Wochen Eingewöhnungszeit, um das System einwandfrei bedienen zu können. Bis zu Beginn der Hauptversuchsphase wurden je 30 Kühe sowohl in der Roboter- als auch in der Melkstandgruppe an die Calantüren trainiert, davon jeweils die Hälfte der Rasse Fleck- und der Rasse Braunvieh.

Die Herde der BVW umfasste zu Versuchsbeginn 82 Kühe, davon waren 64 melkende Kühe der Rassen Fleck- und Braunvieh. Das vom Milchkontrollverband am 9.11.00 festgestellte Tagesgemelk betrug durchschnittlich 19,9 kg Milch mit 4,46 % Fett und 3,65 % Eiweiß. Der durchschnittliche Zellzahlgehalt lag bei 75.000 Zellen je ml. In Tab.1 wird die Einteilung der Kuhherde nach Milchleistung und Laktationsstadium gezeigt. Die Milchleistungen lagen zwischen 10,4 und 38 kg bei einem Fettgehalt zwischen 4,13 und 4,53 % und einem Eiweißgehalt von 3,1 bis 4,1 %. Der Eiweißgehalt sank mit steigender Milchleistung. Der Zellzahlgehalt lag zwischen 190.000 und 23.000 somatischen Zellen je ml. Abmelkende Kühe zwischen 1 und 15 kg Milch hatten den höchsten Milchzellgehalt. Der Laktosegehalt (Milchzucker) variierte von 4,6 bis zu 4,9 %. Der Harnstoffgehalt lag zwischen 13 und 20 mg je l. Von 64 laktierenden Kühen war ein überdurchschnittlicher Anteil von insgesamt 43 Tieren in der 1. Laktation und 21 Tiere waren in der 2. oder höheren Laktation. Die Milchleistung je Tier lag bei den Kalbinnen in der 1. Laktationshälfte (21,6 kg) nur knapp über der Leistung im letzten Laktationsabschnitt (18,6 kg). Tiere in der 2. oder höheren Laktation waren im 1. Laktationsabschnitt mit durchschnittlich 28,0 kg Milch den Kalbinnen in der Leistung deutlich überlegen. Die Leistung dieser Tiere im letzten Laktationsabschnitt (13,8 kg) war jedoch im Vergleich zu den Kalbinnen (18,9 kg) geringer. Der Milchfettgehalt lag bei den älteren Tieren tendenziell etwas höher als bei den Kalbinnen. Darüber hinaus wies die Milch der älteren Kühe einen deutlich höheren Gehalt an somatischen Zellen auf (173.000 Zellen je ml) als die Milch der Kalbinnen (25.000 Zellen je ml).

Tabelle 7: Einteilung der Fleck- und Braunviehkühe nach Milchleistung und Laktationsstadium

Leistung kg	Anzahl Kühe	Milch kg	Fett %	Eiweiß %	Zellzahl x1.000/ml	Lactose %	Ffr.TS %	Harnstoff mg/l
1,0-15,0	10	10,4	4,47	4,07	190	4,6	9,59	20,4
15,1-25,0	45	20,4	4,53	3,64	56	4,9	9,41	15,2
25,1-35,0	8	29,7	4,13	3,21	44	5,0	9,11	12,9
> 35,0	1	38,0	4,47	3,10	23	4,8	8,84	13,0
Gesamt	64	19,9	4,46	3,65	75	4,9	9,38	15,7
1. Lakt.								
1.-100.Tg	20	21,6	4,43	3,35	29	4,9	9,25	13,1
ab 200 Tg	12	18,6	4,17	3,92	20	4,9	9,66	14,1
Gesamt	32	20,5	4,30	3,64	25	4,9	9,40	13,6
Rest*	11							
≥ 2.Lakt.								
1.-100.Tg	7	28,0	4,70	3,30	174	4,9	9,09	14,7
ab 200 Tg	11	13,8	4,64	3,97	173	4,7	9,49	20,7
Gesamt	18	19,3	4,66	3,71	173	4,8	9,33	18,4
Rest*	3							

* Kühe zwischen 100 und 200 Laktationstage

Aus der bestehenden Herde der BVW wurden für die Versuchsgruppe (AMS-Gruppe) und die Kontrollgruppe (Melkstand) bis zum Versuchsbeginn jeweils 20 Kühe ausgewählt, davon 11 Tiere der Rasse Fleckvieh und 9 Tiere der Rasse Braunvieh. Da die restlichen Braunviehtiere zum Teil noch zugekauft werden mussten, wurde die endgültige Gruppengröße von 30 Tieren, davon je 15 der Rasse Braunvieh und 15 der Rasse Fleckvieh Anfang April erreicht. Die AMS-Gruppe wurde bereits am 17.11.00 von der übrigen Herde abgetrennt, jedoch noch bis zum 20.11. im Melkstand gemolken. Die Kontrollgruppe wurde am 20.11. von der übrigen Herde getrennt und wird während des Versuchs jeweils vor der übrigen Herde gemolken.

Die Kriterien für die Auswahl der Versuchstiere waren soweit vorhanden: Standardmilchleistung (305 Tage) bzw. die Standardmilchleistung der Mutter, Anzahl der Laktationen und Laktationsstadium. Zusätzlich erfolgte für alle melkenden Tiere eine Einteilung nach Euterform, Melkbarkeit, bakteriologischer Status und Zellzahl. Die Euter- und Melkbarkeitsparameter wurden von der Bundesanstalt für Milchwirtschaft Wolfpassing erhoben. In Tab.2 wird die Einteilung der Herde nach den Milchleistungsparametern gezeigt. Nach der theoretischen Einteilung (Eigen- bzw. Mutterleistung) wurden Kühe mit durchschnittlich gleicher Leistung der AMS- und der Kontrollgruppe zugeteilt. Bei beiden Gruppen sollte das durchschnittliche Milchleistungsniveau mindestens dem Gesamtherdendurchschnitt entsprechen.

Tabelle 8: Einteilung der Versuchstiere nach Milchleistungsparametern

Gruppe	Laktationstag	Milch	Fett	Eiweiß	Zellzahl ¹⁾	Lactose
	$x \pm s$ ²⁾	kg $x \pm s$	% $x \pm s$	% $x \pm s$	$x \pm s$	% $x \pm s$
AMS	117,6 ± 67,3	20,3 ± 5,5	4,48 ± 0,62	3,54 ± 0,34	38,6 ± 40,7	4,90 ± 0,13
Kontrolle	117,8 ± 73,3	20,6 ± 5,7	4,39 ± 0,78	3,66 ± 0,34	49,2 ± 63,1	4,89 ± 0,22

¹⁾ in 1000 Zellen je ml

²⁾ Arithmetischer Mittelwert und Standardabweichung

Einteilung der Herde nach Euterform, Melkbarkeit und Bakteriologischer Status

Neben der Milchleistung und dem Laktationstag wurden die von der Bundesanstalt für Milchwirtschaft erhobenen Daten zur Eutergesundheit und Melkbarkeit als Kriterien für die Robotertauglichkeit berücksichtigt.

Für die ganze Herde wurden die Parameter Euterform, Melkbarkeit, Bakteriologischer Status und Zellzahl erhoben.

1. Euterform

Bei der Euterform wurden der Zitzenabstand zum Boden, der Abstand zwischen den Zitzen und der Stellungsgrad der Zitzen berücksichtigt.

Kriterien für die Note 3 (ungeeignet) bei der Euterform (nach BOULLY, 1999):

1. Abweichung der Zitzenstellung von der Lotrechten um mehr als 30 Grad
2. Abstand zwischen Zitzenspitze der niedrigsten Zitze und Boden weniger als 35 cm
3. Zitzendurchmesser zwischen 1,5 und 3 cm
4. Zitzenlänge mindestens 3 cm
5. Abstand Vorderzitze zu Hinterzitze mind. 7 cm
6. Abstand zwischen Hinterzitzen mind. 1,5 cm
7. Abstand zwischen Vorderzitzen von 12,5 bis zu 30 cm

2. Melkbarkeit

Bei der Melkbarkeit wurden Tiere mit einer Melkdauer von mehr als 12 Minuten in die Kategorie 3 (ungeeignet), bei einer Melkzeit von 8 bis maximal 12 Minuten als bedingt geeignet (Note 2) eingestuft. Tiere mit einer Gesamtmelkdauer bis zu 8 Minuten erhielten die Melkbarkeitsnote 1 (geeignet).

3. Bakteriologischer Status (BU)

Beim bakteriologischen Status wurde zwischen negativ (Note 1), d.h. kein Befall mit Bakterien und positiv (Note 2), d.h. Behandlung notwendig unterschieden. Tiere mit einem möglichen Befall mit *Staphylococcus aureus* in mindestens einem Euterviertel wurden vom Versuch ausgeschlossen (Note 3).

4. Zellzahl (ZZ)

Zellzahlen von 0-200.000 wurden mit der Note 1, d.h. geeignet beurteilt. Zellzahlen zwischen 201.000 - 400.000 wurden mit der Note 2, d.h. bedingt geeignet und Zellzahlen über 400.000 erhielten die Note 3, d.h. ungeeignet.

In den Abbildungen 1 und 2 wird die Einstufung der Fleckvieh- und der Braunviehkühe nach Maßgabe der Euterkriterien gezeigt.

Aus Abbildung 1 geht hervor, dass von insgesamt 51 Fleckviehtieren 22 Tiere (43%) in allen 4 Merkmalen die Note 1 (geeignet) erhielten. 11 Kühe (22%) erhielten in einem Merkmal die Note 2. Von diesen 11 Tieren erhielten 6 die Note 2 aufgrund der Euterform; 3 Tiere aufgrund der Melkbarkeit (Melkdauer), 1 Tier aufgrund der bakteriologischen Untersuchung und 1 Tier aufgrund der Zellzahl.

12 Kühe (23%) von 51 erhielten in einem Merkmal die Note 3 oder in zwei Merkmalen die Note 2. Die übrigen 6 Tiere (12%) erhielten schlechtere Bewertungen. Hier war insbesondere die Zellzahl betroffen.

Bei der Einteilung der Kühe in die Versuchsgruppen wurden insgesamt 7 aufgrund einer sehr schlechten Euterform nicht in den Versuch einbezogen. Da bei sehr starken Zitzen-Abweichungen bzw. Stufeneutern auch die Eutergesundheit (Zellzahl) betroffen sein kann, konnte eine objektive Zuordnung dieser Tiere zu den Gruppen nicht gewährleistet werden. Von den 7 ausgeschlossenen Tieren wurde bei 4 Tieren zusätzlich ein deutlich erhöhter Zellgehalt festgestellt.

In Abbildung 2 wird die Einstufung der Braunviehkühe aufgrund der Euterkriterien dargestellt. Von insgesamt 18 melkenden Kühen erhielten 11 Tiere bei den 4 Kriterien die Note 1, d.h. geeignet (61%). 5 Kühe erhielten in einem Merkmal die Note 2 - bedingt geeignet (28%) und 2 Kühe in einem Merkmal die Note 3 (11%). 1 Kuh wurde aufgrund schlechter Euterform und 2 weitere aufgrund der Zellzahlen zunächst nicht den Versuchsgruppen zugeteilt.

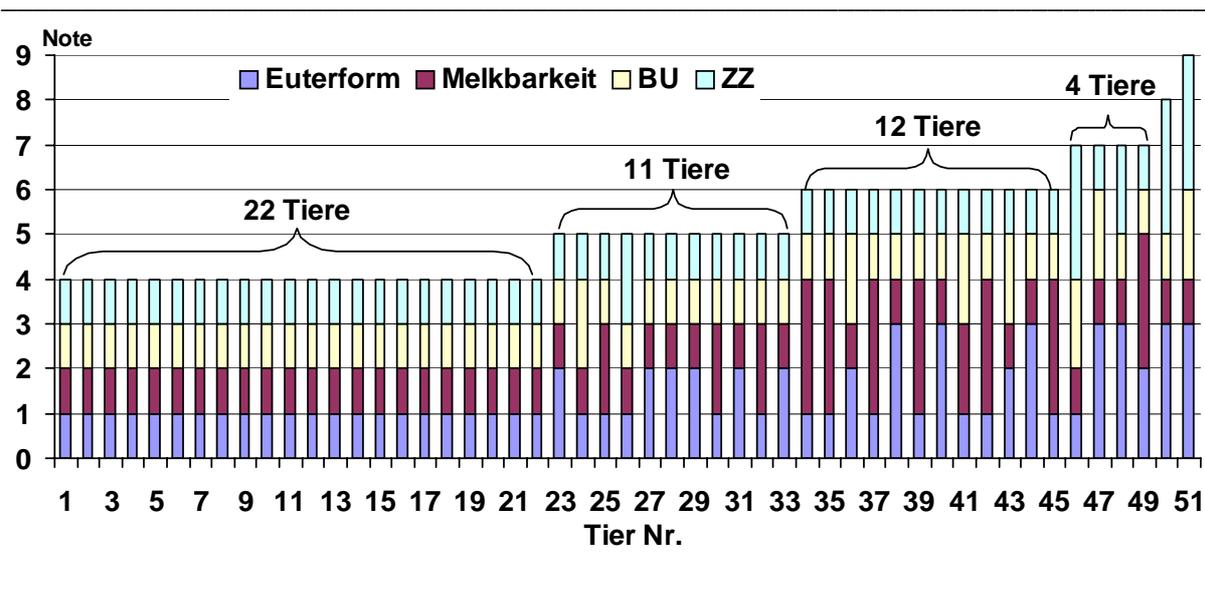


Abbildung 1: Einstufung von 51 melkenden Fleckviehkühen nach den Euterkriterien
1 Einheit auf der Skala \triangleq Note 1

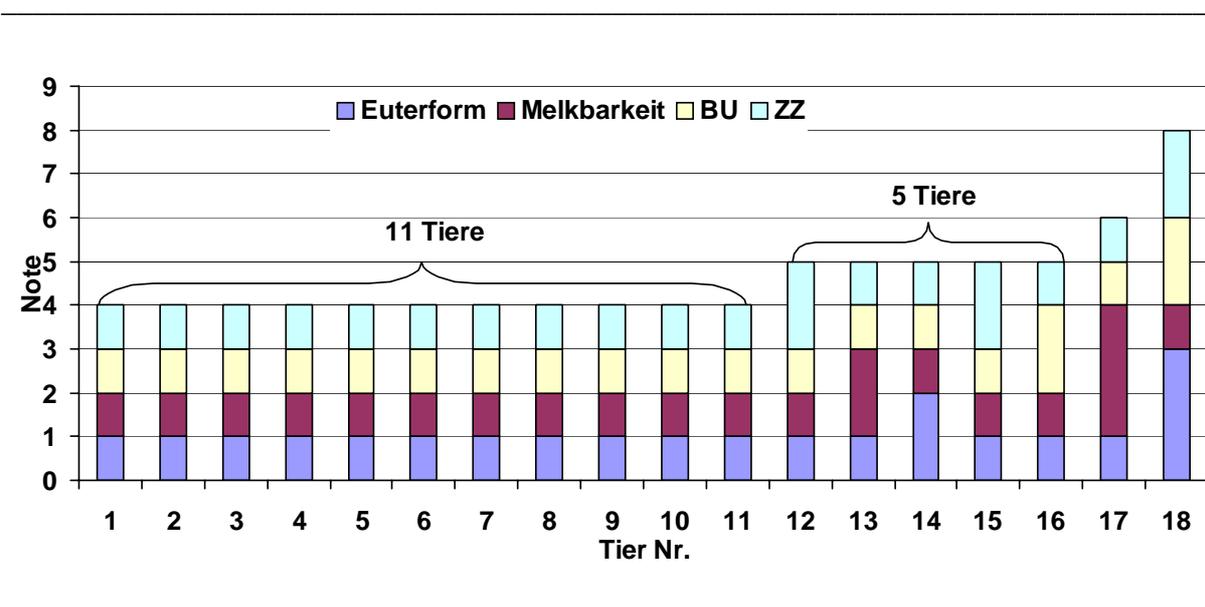


Abbildung 2: Einstufung von 18 melkenden Braunviehkühen nach den Euterkriterien
1 Einheit auf der Skala \triangleq Note 1

In den folgenden Abbildungen 3 und 4 werden die Eutermerkmale der für den Versuch ausgewählten Tiere gezeigt.

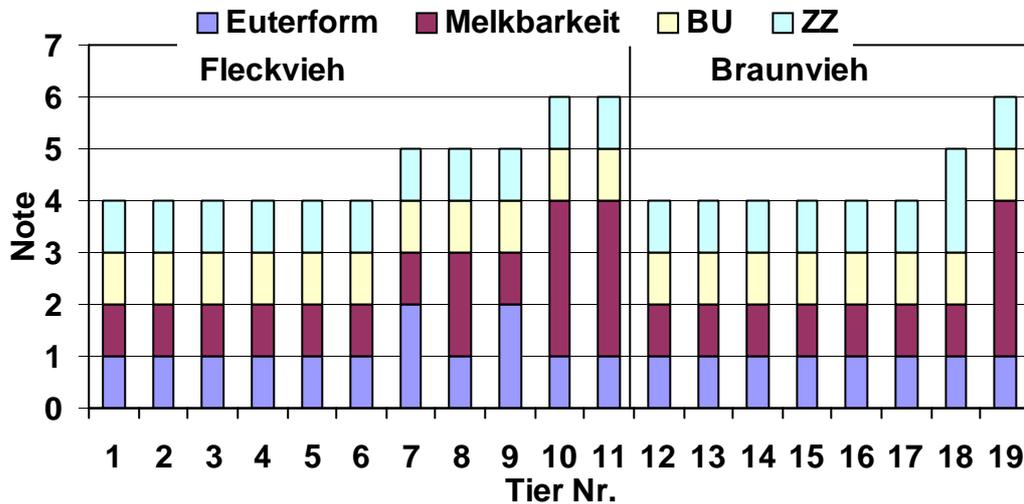


Abbildung 3: Einteilung der Kontrollgruppe (Melkstand) nach den Euterkriterien

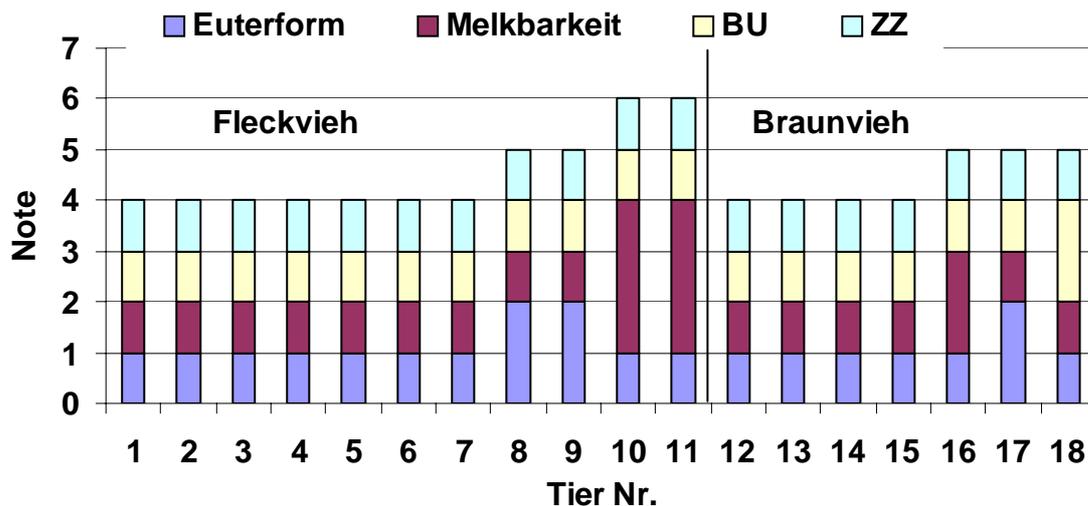


Abbildung 4: Einteilung der AMS-Gruppe nach den Euterkriterien

Von den 20 für den Versuch ausgewählten Kühen waren zu dem Messzeitpunkt in der Kontrollgruppe 1 Tier und in der AMS-Gruppe 2 Tiere trockenstehend.

Aus diesem Grund sind in den beiden Abbildungen nur 19 bzw. 18 Tiere zu sehen. Für beide Gruppen wurden möglichst Tiere mit gleicher (guter) Euterbenotung ausgewählt. In beiden Gruppen konnten vergleichsweise gleiche Euterbedingungen eingestellt werden.

3.2 Hauptversuchsperioden

Die Einzeltierfütterungserhebung wurde mit der 1.Ration am 1.Juli 2001 gestartet. In der folgenden Tabelle 9 wird die zeitliche Planung dargestellt. Da die gemeinsame Forschung mit dem Institut für Tierhaltung und Tierschutz bis Ende 2002 stattfindet und der integrierte Forschungsteil Melkroboter und Weide für das Tierverhalten von besonderem Interesse ist, wurde dieser Teil in das Jahr 2002 integriert. Die Dauer der einzelnen Fütterungsvarianten beträgt jeweils zwei Monate. In Abstimmung mit dem Institut für Tierhaltung und Tierschutz werden jeweils die gesteuerten Varianten vor den freien Varianten durchgeführt. Da die Tierverhaltensbeobachtungen nur bei gleichzeitiger Fütterung beider Kuhgruppen möglich waren, wurden die Videoaufnahmen ausschließlich bei den Fütterungsvarianten konventionell und aufgewertete Grundration durchgeführt. Der Kuhverkehr wurde zunächst gesteuert (2001) und ab 2002 frei durchgeführt.

3.2.1 Tierfütterung

Nacheinander werden an die Versuchskühe drei verschiedene Rationen gegeben: eine so genannte aufgewertete Grundration oder auch Teil-TMR genannt, eine so genannte konventionelle Ration und eine Voll-TMR. In der Variante Teil-TMR bekommen die Kühe Grundfutter vermischt mit Kraftfutterkomponenten ausgerichtet auf ca. 22 kg Milch am Futtertisch, bei Milchleistungen die über 20 kg hinausgehen wird den Kühen an der Kraftfutterstation bzw. im Melkroboter je kg Milch 0,5 kg Kraftfutter zugeteilt. In der Variante konventionelle Ration wird den Kühen eine ausgeglichene Ration bestehend aus Grundfuttermitteln am Futtertisch zugeteilt, je nach dem Energiegehalt der Ration wird bei darüber hinausgehenden Milchleistungen je kg Milch 0,5 kg Kraftfutter zugeteilt. Als dritte Variante wird eine Voll-TMR gefüttert, die 2-phasig für die laktierenden Tiere eingestellt wird, da bei einer durchschnittlichen Milchleistung zwischen 7.000 und 8.000 kg Milch eine mögliche Verfettung der Kühe zum Laktationsende sonst nicht ausgeschlossen werden kann. Die 2 Phasen der TMR werden an das Milchleistungsniveau der Herde angepasst, eine Phase wird an die hochleistenden Kühe und die andere an die Niederleistenden gefüttert. Bei jeder Fütterungsvariante bekommen die trockenstehenden Kühe jeweils eine separate Ration. Zur

Belohnung bekommen die laktierenden Kühe im Roboter zusätzlich 1 kg Kraftfutter/ Kuh und Tag, die laktierenden Kühe der Kontrollgruppe erhalten dieses Futter über die Kraftfutterstation ebenfalls zugeteilt.

Tabelle 9: Versuchsplan Melkroboterprojekt: Fütterung und Management

Datum	Rationstyp	Tierverkehr am Roboter
01.07.01 - 01.09.01	AGR (Teilmischration)	Gesteuert
01.09.01 - 01.11.01	Konventionell	Gesteuert
01.11.01 - 01.01.02	TMR (totale Mischration.)	Gesteuert
01.01.02 - 01.03.02	AGR	Frei
01.03.02 - 01.05.02	Konventionell	Frei
01.05.02 - 15.07.02	Weide 7:30- 15:30	Frei
15.07.02 - 30.09.02	Weide 8:00- 13:00	Frei
01.10.02 - 01.12.02	TMR	Frei
01.01.03 - 01.03.03	TMR	Gesteuert
01.03.03 - 01.05.03	AGR	Gesteuert
01.05.03 - 01.07.03	Weide 8:00- 13:00	Gesteuert
01.07.03 – 01.11.03	AGR	Frei
01.11.03 - 01.01.04	TMR	Frei
01.02.04 – 15.03.04	TMR	Gesteuert
15.03.04 - 15.04.04	AGR	Gesteuert

Folgender Datenerhebungsplan gilt für die Hauptperiode:

1. Tägliche Datenerhebung: Speicherung aller versuchsgruppenspezifischen Daten:
Milchleistung, Futteraufnahme, Daten zur Gesundheitsüberwachung Roboter
2. Wöchentliche Datenerhebung: Lebendmasse, Inhaltsstoffe Milch
3. Monatliche/ Quartalsbezogene Datenerhebung: BU, Rationskalkulatorische Daten
(Analysen der Futtermittel bzw. der Ration im Labor ROSENAU)

3.2.2 Calan- Fütterungssystem

Die Fütterung der Versuchskühe erfolgt mit dem so genannten Calan- Fütterungssystem (The Calan Broadbent Feeding System: American Calan Inc. Jenness Pond Road P.O. Box 307 Northwood NH 03261 USA).

Zu diesem System gehören Einzelfressplätze, wobei jedes Tier nur einen zu ihm codierten Fressplatz betreten kann. Das Einfüttern und das Entfernen der Futterreste geschehen mit einem kleinen Futtermischwagen, der auf einer Waage steht. In einem Minicomputer werden alle Tiernummern der Reihenfolge nach eingegeben. Danach werden Vorgaben zur Futtermenge gemacht (z.B. 50 kg). Wenn der Futtermischwagen die Reihe der Fressplätze abfährt, erscheint jeweils die Kuhnummer im Monitor, und beim Einfüttern auch das Soll - Gewicht der auszugebenden Futtermenge. Wenn das Ausgeben des Futters beginnt, wiegt die Waage zurück, so dass die Zahlen in der Anzeige bis auf Null heruntergehen. Die Person auf dem Mischer weiß ungefähr wann die Vorgabe erreicht ist. Wenn die Ausgabe beendet wird, erscheint auf dem Monitor die Ist-Anzeige der tatsächlich ausgegebenen Futtermenge, diese wird gespeichert. Es ist nicht möglich das nächste Tier aufzurufen und zu füttern ohne vorher zu speichern. Das Entfernen der Futterreste geschieht mit einer Art Staubsaugerverfahren. Der Calan - Mischer ist mit einem Sauger ausgestattet, der die Futterreste entfernt. Nach Beendigung des Saugens wird der abgesaugte Rest zurück gewogen und die Menge, sofern sie mindestens ein halbes Kilogramm beträgt, wird gespeichert.

3.2.3 Kraftfutter

In allen Fütterungsvarianten wird Handelskraftfutter zugefüttert.

Tab. 10: Zusammensetzung der Handelsfuttermischungen (Angaben je kg Futter)

Sorte 1	Sorte 2
18 % Rohprotein	16 % Rohprotein
RNB +4	RNB -1,0
6,7 MJ NEL	7,2 MJ NEL
11,0 % Rohfaser	8,5 % Rohfaser
8,0 % Rohasche	7,0 % Rohasche
3,0 % Rohfett	2,5 % Rohfett
0,7 % Calcium	1,0 % Calcium
0,4 % Phosphor	0,6 % Phosphor
0,4 % Magnesium	0,5 % Magnesium
Vitamine	Vitamine, Spurenelemente
	Nikotinsäure

Bei der Sorte 1 handelt es sich um ein Standardkraftfutter, das die Landwirte üblicherweise einsetzen. Die Sorte 2 ist ein besseres Kraftfutter, das nur bei höheren Milchleistungen eingesetzt wird. Diese Sorte wird im Versuch bei Leistungen über 30 kg Milch nur in den Versuchsvarianten konventionell und aufgewertete Grundration eingesetzt. Bei der Voll-TMR Variante erhalten alle melkenden Kühe fix 1 kg je Tier und Tag der 1. Sorte, um einen Belohnungseffekt für das Aufsuchen des Roboters zu erzielen.

14 Tage vor dem erwarteten Kalbetermin werden die trockenstehenden Kühe auf die Ration für die leistenden Kühe umgestellt.

Bei den trockenstehenden Kühen wird 14 Tage vor dem Abkalben mit der Kraftfutterzuteilung begonnen. Die Kühe erhielten das Kraftfutter nach folgendem Schema:

14 Tage vor dem Kalben: 1 kg

7 Tage vor dem Kalben: 2 kg

7-14 Tage nach dem Kalben : 3 kg

3.2.4 Futtrationen

Aus Versuchsgründen werden drei verschiedenen Rationstypen nacheinander geprüft. Eine Variante wird folgend mit Konventionell beschrieben. Darunter ist eine Rationsanordnung zu verstehen, in der ausschließlich Grundfutterkomponenten am Futtertisch (Calan - Fressplätze) gegeben werden. Die Aufwertung dieser in sich ausgeglichenen Ration (ausgeglichen hinsichtlich Energie und Rohprotein nach Milchleistung) erfolgt mit den zwei Handelskraftfuttermitteln.

Die zweite Futtrvariante wird im Folgenden als Teil -TMR bezeichnet. Darunter versteht man eine Futtration, in der Grundfutterkomponenten mit meist wirtschaftseigenen Kraftfutterkomponenten aufgewertet werden. Es ergibt sich dadurch hinsichtlich Energie und auch Rohprotein - eine im Vergleich zur ersten Variante - auf eine höhere Milchleistung ausgeglichene Ration. Höhere Milchleistungen (als die in der Mischung eingestellte) werden wieder durch die zwei Handelskraftfutter ernährt. Diese Mischung wurde für Milchleistungen um ca. 25 kg erstellt.

Die dritte Versuchsration ist die so genannte Voll -TMR. TMR bedeutet aus dem englischen übersetzt Totale Mischration. Sie wird aufgrund der Milchleistung von 7.500 kg in zwei Phasen gegliedert: Hochleistende Kühe (ab 29 kg Milch), Niederleistende Kühe (bis 29 kg Milch). Neben den wirtschaftseigenen Futtermitteln werden Sojaextraktionschrot, Getreide und Erbsen zur Aufwertung der Futtermischung verwendet.

Im Futtermischwagen werden Grundfuttermittel mit Kraftfuttermitteln zu einer einheitlichen Ration vermischt. Die Kuh wird gezwungen alle Bestandteile zeitgleich aufzunehmen. Es wird eine zu schnelle Fermentation im Pansen vermieden, da die gleichzeitig aufgenommen Grundfuttermittel eine Pufferwirkung besitzen.

Da die trockenstehenden Kühe in der Herde verblieben, wurden diese bei allen Varianten mit einer Ration für trockenstehende Kühe versorgt, hier wurden die Kraftfuttermittel weggelassen und nur Grundfuttermittel mit Stroh gestreckt eingesetzt. Die folgende Tabelle 11 zeigt die Zusammensetzung der Versuchsrationen. Bei den NEL -Werten handelt es sich um die Werte der analysierten Futtermittel, die in der Rationsberechnung (LBG, Futtration, 2004) eingegangen sind, die Mischgenauigkeit wurde mittels Analyse der Gesamtration verfolgt.

**Tab.11 : Versuchsrationen in 2001 und 2002 für die Kühe in der Laktation
(kg Frischsubstanz je Tier und Tag)**

Futtersorte	2001				2002				
	AGR	Konv.	TMR		AGR	Konv	Weide	TMR	
			I	II				I	II
Grassilage	21,0	29,0	20,0	18,0	15,0	13,0	10,0	22,0	19,0
Maissilage	6,0	18,0	8,0	14,5	12,0	17,0	20,0	8,0	13,0
Biertrebern- silage	3,5	7,0	7,6	4,0	4,0	6,0	7,0	7,0	7,0
Heu	1,5	1,0	1,5	1,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Getreide ¹⁾	1,0	0	3,2	1,5	1,0	0	1,5	4,0	2,0
Trocken- Schnitzel	0,8	0	2,0	0	0,7	0	0,5	1,5	0,6
Maisschrot	2,0	0	1,3	0	1,0	2,0	0,5	-	-
Sojaextr.schrot 2)	0,6	0	1,5	1,0	0,8	0,8	0,8	1,5	0,5
Erbse	-	-	-	-	-	-	-	0,8	0,8
Mineralfutter 3)	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Total	36,6	55,3	44,9	40,3	37,7	42,1	43,6	48,1	46,2

1) Getreide: Es wurde ein Gemenge eingesetzt : Triticale, Gerste, Roggen 40:50:10

2) Sojaextraktionsschrot : HP-Soja mit mindestens 48% Rohprotein

3) Mineralfutterzusammensetzung: 18% Ca, 8,5% P, 7,0% Na, 3,0% Mg,

1.000.000 IE Vit. A, 100.000 IE Vit. D3, 1.000mg Vit. E; sowie Spurenelemente

**Tab.12 : Versuchsrationen in 2003 für die Kühe in der Laktation
(kg Frischsubstanz je Tier und Tag)**

Futtersorte	2003						
	TMR		AGR	Weide	AGR	TMR	
	I	II				I	II
Grassilage	22,0	25,0	20,0	14,0	20,0	17,0	15,0
Maissilage	8,0	15,0	18,0	13,0	18,0	12,0	10,0
Biertreber - silage	5,0	5,0	5,0	7,0	5,0	7,0	4,0
Heu/Stroh	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0/0,8	3,0
Getreide 1)	4,0	2,5	2,0	2,5	2,0	4,0	2,0
Trocken - schnitzel	1,5	0,5	0,5	0,8	0,5	1,0	0,5
Sojaextr. 2)	1,5	0,6	0,9	1,2	1,0	3,0	1,0
Erbse	1,5	0,8	0,4	0,6	1,5	2,0	2,0
Mineralfutter 3)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Total	55,8	52,7	50,1	42,4	51,3	50,1	37,8

1) Getreide: Es wurde ein Gemenge eingesetzt : Triticale, Gerste, Roggen 40:50:10

2) Sojaextraktionsschrot : HP-Soja mit mindestens 48% Rohprotein

3) Mineralfutterzusammensetzung: 18% Ca, 8,5% P, 7,0% Na, 3,0% Mg,
1.000.000 IE Vit. A, 100.000 IE Vit. D3, 1.000mg Vit. E; sowie Spurenelemente

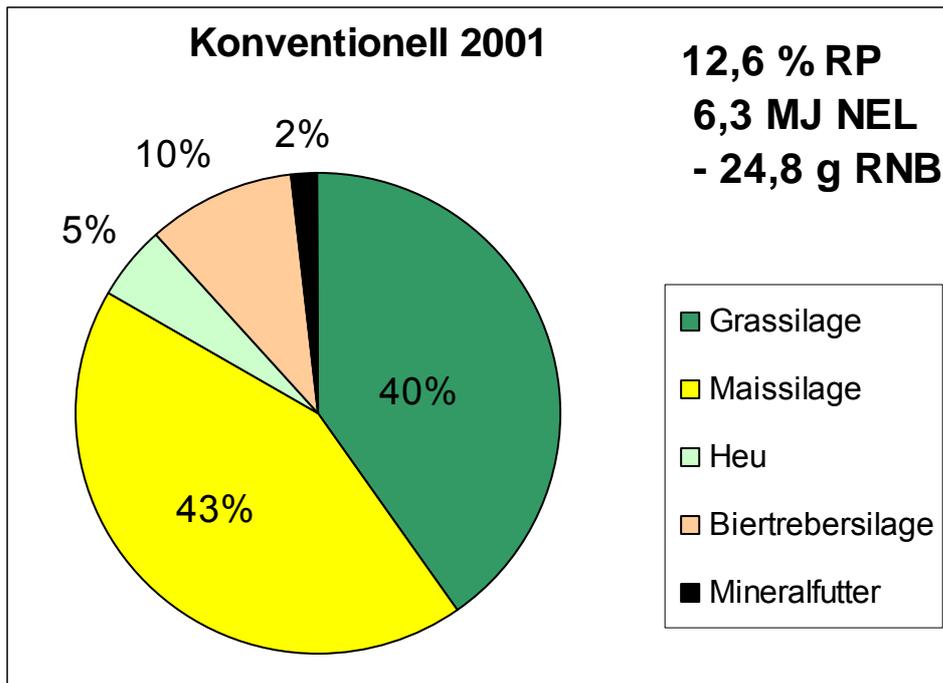


Abb. 5: Anteile der Futtermittel (% in der Frischsubstanz) der Konventionellen Ration (2001)

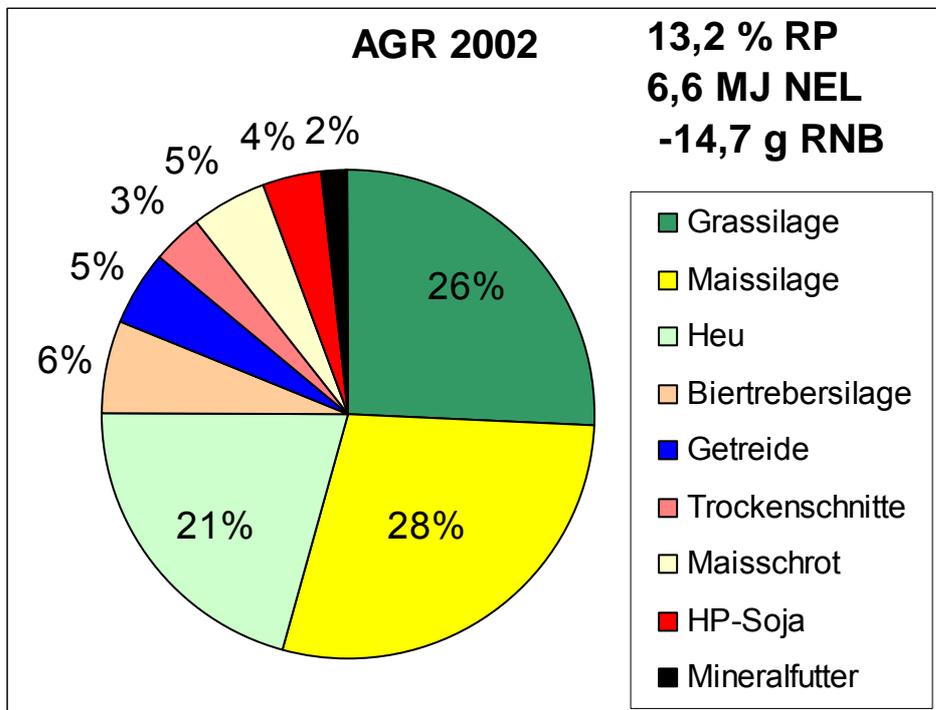


Abb. 6: Anteile der Futtermittel (% in der Frischsubstanz) der Aufgewerteten Ration (AGR 2002)

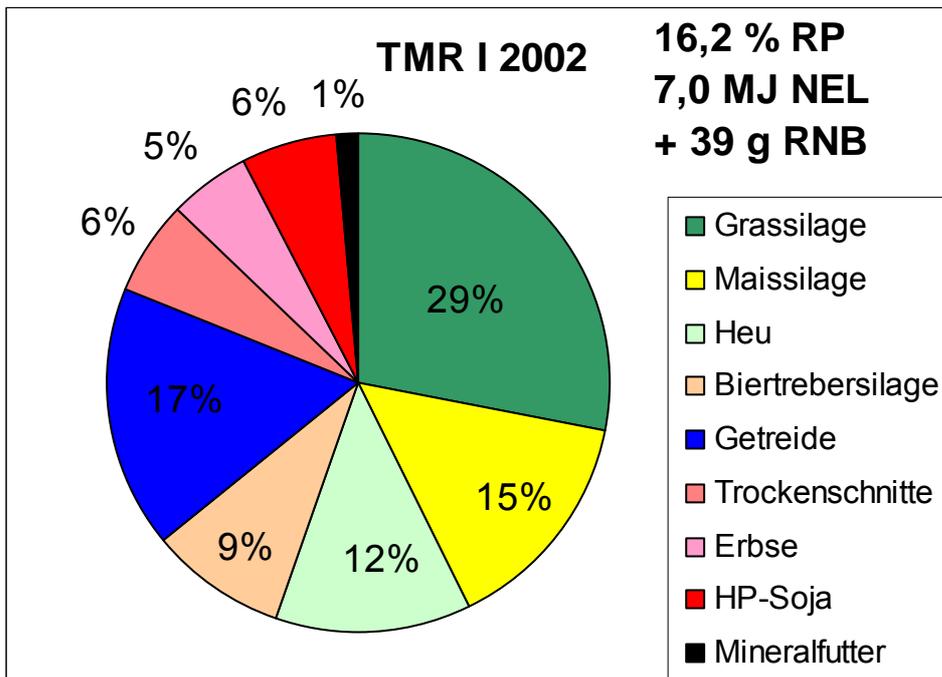


Abb. 7: Anteile der Futtermittel in der TMR (% in der Frischsubstanz)

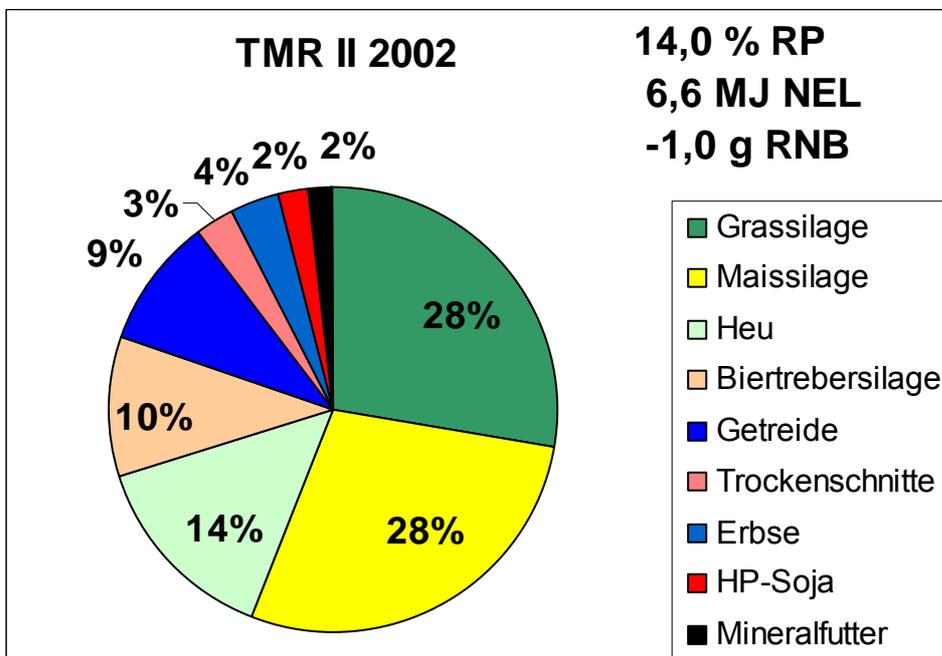


Abb.8 : Anteile der Futtermittel (% in der Frischsubstanz) der Totalmischung (TMR, 2002)

3.2.5 Weide

Die Versuchskühe wurden gemäß dem Projektplan auf die Weide gebracht. Diese befindet sich direkt neben dem Stallgebäude in etwa 50 m Entfernung. Die Weide war insgesamt 10 ha groß und wurde deshalb in mehrere Abschnitte unterteilt, wobei die stallnahen Bereiche vermehrt genutzt wurden. Die längste Entfernung vom Stallgebäude beträgt 600 m. Der Untergrund ist kiesig, so dass die Gräser bei Trockenheit schnell überständig werden. Mit einer mittleren Jahresniederschlagsmenge von ca. 700mm ist die ganzjährige Beweidung in Rottenhaus nicht gut durchzuführen, da die gleichmäßigen Niederschläge im Sommer fehlen, und der Aufwuchs im Spätsommer sehr gering ist, so dass den Kühen sehr große Flächen zur Verfügung gestellt werden müssten.

In 2002 wurden die Kühe von Mai bis einschließlich September 2002 auf die Weide gelassen, in 2003 wurde die Weidevariante im Mai und Juni durchgeführt. In 2002 diente der Mai als Gewöhnungsmonat, da die Kühe vorher nie im Freien waren. Im Juni und Juli folgten die ersten Datenerhebungen. Im August und September wurde der 2. Weideteil durchgeführt.

Für die Berechnung der Weideration wurde eine Futteraufnahme von etwa 10 kg Weidegras je Tier und Tag unterstellt. Eine durchgeführte visuelle Schätzung des Anteils an Gräsern und Leguminosen mittels Schätzrahmen (1m x 1m) ergab folgenden Befund:

Zusammensetzung der Gräser : (Ende der Blüte in 2002)

Wiesensischgras (*Phleum pratense*) 10-20 %

Knautgras (*Dactylis glomerata*) 10-20 %

Dt. Weidelgras (*Lolium perenne*) 60-80 %

Gräser : Leguminosen-Verhältnis: 60:40

Zusammensetzung der Leguminosen:

Weißklee (*Trifolium repens*) 70 %

Gelbklee (*Medicago lupulina* L.) 20 %

Bastardluzerne (*Medicago varia* Mart.) 7 %

Schwedenklee (*Trifolium hybridum*) 1 %

Espartette (*Onobrychis viciifolia* Scop.) 1 %

Wiesenrotklee (*Trifolium pratense*) 1 %

3.3 Technische Voraussetzungen

3.3.1 Datenspeicherungen

Sowohl die im Melkroboter als auch die im Melkstand zur Milchleistung erhobenen Tierdaten werden vom PC gespeichert. Die ausgelesenen Werte werden auf eine Access- Datenbank übertragen (Abt. f. Melktechnik Wolfpassing).

3.3.2 Melkrobotertyp, Software

Bei dem in Wieselburg installierten Melkroboter handelt es sich um einen LELY Astronaut Typ F6. Das von uns zur Datenspeicherung benutzte Roboterprogramm ist die Expert Version 5.01.

Die folgenden Punkte mit Ausnahme der Reinigung wurden der Melkanleitung (Astronaut Service Manual V 003) unter Punkt 3.3.1 Robot Information entnommen.

3.3.2.1 Wesentliche Elemente der Melkrobotersoftware

a) Melkerlaubnis (Definition: Die Melkerlaubnis bezeichnet den minimalen Zeitabstand zwischen zwei Melkungen einer Kuh, die der Roboter aus seiner internen Formel ableitet, diese Formel berücksichtigt das Melkintervall, d.h. die tatsächlichen Melkungen der Herde sowie eine vom Anwender eingestellte Tabelle in der die gewünschten Melkungen in Abhängigkeit der Leistung und den Laktationstagen einer Kuh eingegeben werden können (s. Tabelle 13))

Die Berechnung der zulässigen Melkerlaubnis erfolgt roboterintern durch eine programmierte Berechnungsformel:

$$\text{Melkerlaubnis: } \frac{\text{Melkungen Herde letzte 24h} *}{\text{Anzahl Melkungen Tabelle}} \quad \frac{\text{Durchschn. Melkfrequenz letzte 24h} * \text{Hf}}{\text{Anzahl Melkungen Tabelle}}$$

Melkfrequenz der Herde in den letzten 24h: Anzahl Melkungen der Herde in den letzten 24h

Durchschnittliche Melkfrequenz der letzten 24 Stunden: Zeit zwischen dem aktuellen Betreten des Melkroboters und der letzten Melkzeit der Kuh. Mit dieser Zeit wird die durchschnittliche Melkfrequenz über 24 Stunden kalkuliert.

HF (Herdenfaktor): Ist eine Konstante (80%). Dient als Sicherheitsfaktor um die gewünschte Melkhäufigkeit zu erreichen.

- Eingestellte Melkfrequenzen Tabelle

Die Kühe suchen den Melkroboter (Firma LELY, Astronaut F30) über 24h hinweg freiwillig auf. Um das Melken am Roboter zu regulieren wurden die in Tabelle 13 dargestellten Melkfrequenzen vorgegeben.

Tabelle 13: Melkungen am Melkroboter in Abhängigkeit der Milchleistung und des Laktationsabschnittes (Anzahl Melkungen je Tier und Tag)

Laktationsabschnitt	Milchleistung (kg)			
	0-10	10-20	20-30	Über 30
Abkalbung -15. Tag	2,0	2,5	2,8	3,5
15.- 250 Tag	2,0	2,3	2,5	3,5
Ab 250 Tage	2,0	2,0	2,5	2,5
2 Tage vor Trockenstellen	1,0	1,0	1,0	-

b) Milchleistung

Formel zur Berechnung der Tagesmilchleistung:

Alle Milchleistungen an einem Datum * 24 / Differenz aus letzter Melkung am Tag und letzter Melkung am Vortag.

c) Selektionstor

Die Variante selektiv gesteuerter Kuhverkehr erfolgte mit Benutzung eines Selektionstores (LELY), das vom Roboter gesteuert wurde. Die Kühe konnten nicht mehr frei von der Liegeboxenseite zur Futter- / Wasserseite wechseln.

Bei der Benutzung des Selektionstores dient die Melkerlaubnisformel gleichzeitig als Formel für das Tor. Das heißt, dass nur Tiere ohne Melkerlaubnis durchgehen dürfen und die Tiere mit Melkerlaubnis gehen im Kreis. Beim freien Tierverskehr wurden die Absperrungen entfernt.

In der Literatur werden der so genannte freie Tierverskehr (free cow traffic), der gesteuerte Tierverskehr (guided cow traffic) und selektiv gesteuerte Tierverskehr (selectively guided cow traffic) unterschieden (Harms et al., 2002). Wir haben in unserer Untersuchung auf die Durchführung des vollständig gesteuerten Tierverskehrs verzichtet, da bei uns ein computergesteuertes Selektionstor zur Verfügung stand.

d) Reinigung

Die Hauptreinigung findet 2x täglich um ca. 12 Uhr und um ca. 24 Uhr jeweils 17 Minuten statt. Die Zwischenreinigungen mit Wasser erfolgen nach jeder 10. Kuh bzw. alle 3 Stunden jeweils für die Dauer von 3 Minuten.

e) Holen säumiger Kühe: Alle Kühe mit mehr als 12 h Zwischenmelkzeiten werden vom Personal zum Roboter geholt

3.3.2. Melken mit dem Melkstand (Kontrollgruppe)

Das Melken erfolgt im Melkstand ab 5:00 bis ca. 6.30 vormittags und ab 15:30 bis ca. 17:00 nachmittags. Gemolken wird in einem Doppelsechser Fischgrätmelkstand mit 33° (Normalindex) und Schnellaustrieb. Installiert wurde HAPPEL Melktechnik mit Servicearm und Nachmelk- und Abnahmeautomatik.

3.4 Statistische Auswertungen

Die statistische Auswertung der Ergebnisse wurde mit dem Programm SPSS für Windows Version 2001 und mit dem Plant Breeding Statistics Programm Vers. 1988 durchgeführt.

4. Ergebnisse

4.1 Ergebnisse zur Milchleistung während der Vorperiode

In der folgenden Abbildung 9 und in Tabelle 14 werden Ergebnisse zur Milchleistung in der Vorperiode gezeigt.

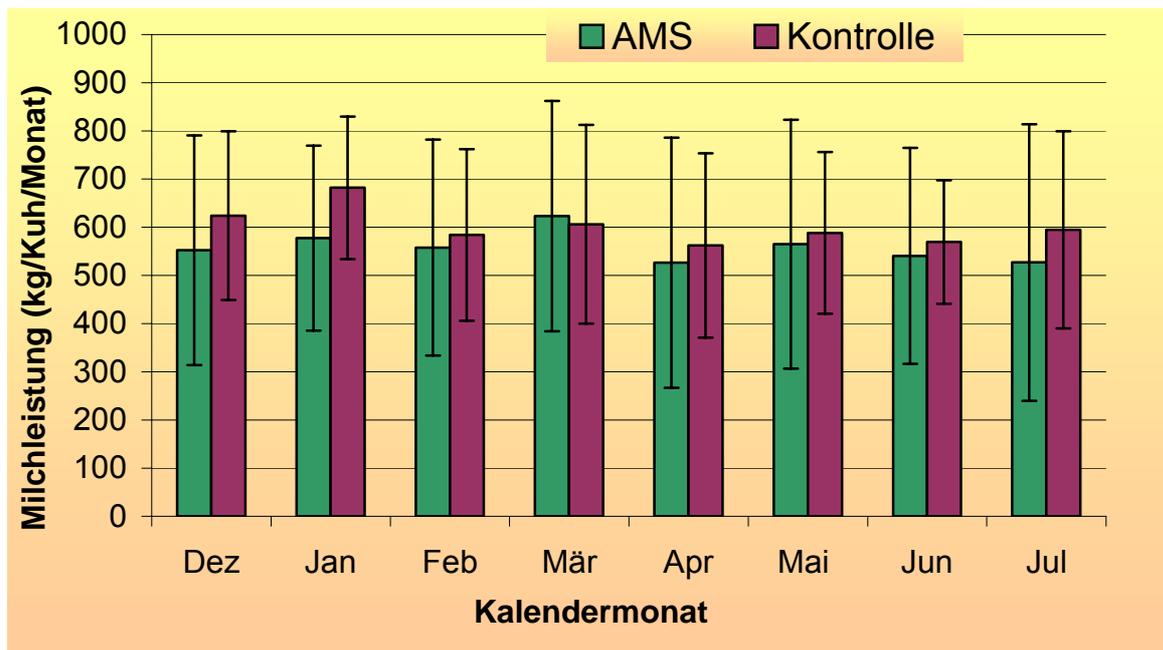


Abb. 9: Entwicklung der Milchleistung in der Vorperiode bis zum Beginn der Haupt-Periode (Mittelwert und Standardabweichung je Kuh und Monat aller laktierenden Kühe in beiden Gruppen)

Tab.14: Statistische Auswertung der Milchleistungsergebnisse (November 00 bis Feb 01)

	Kontrollgruppe	AMS-Gruppe	Differenz
Mittelwert (kg/Tag)	22,26	20,41	1,84 *
Standardabweichung	1,25	1,24	
n	92	92	

* Werte unterscheiden sich signifikant ($p \leq 0,05$; t-test)

Nach Versuchsbeginn sank die Milchleistung bei den Kühen in der Robotergruppe im Dezember Januar im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Ursache waren einige Kühe mit sehr hohen Zellzahlen und geringer Milchleistung in der Robotergruppe nach der Umstellung und eventuell ein zusätzlicher Effekt aufgrund der Kälteperiode Ende Dezember mit dem Einfrieren des Roboters. Im Februar stabilisierte sich die Leistung in der Robotergruppe zunehmend und im März wurde hier sogar eine etwas höhere Milchleistung im Vergleich zur Kontrollgruppe erreicht. In den darauf folgenden Monaten lag die Milchleistung in der Kontrollgruppe wieder etwas über der Leistung in der Robotergruppe. Die gezeigten Abweichungen sind die Standardabweichungen der Milchleistungen innerhalb der beiden Gruppen. In der Robotergruppe lag die Standardabweichung in allen Monaten höher im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Die folgende Abbildung 10 zeigt die zusammengefassten Milchleistungen der beiden Versuchsgruppen von Dezember bis Juli. Die unkorrigierte Milchmenge (1) wird mit der fett- und Eiweißkorrigierten Milchmenge (2) und der Fettkorrigierten Milchmenge (3) verglichen. Es zeigt sich eine etwas geringere durchschnittliche Milchleistung in der Robotergruppe in der Periode. Die Fett- und Eiweißkorrigierte Milchmenge ist gegenüber der unkorrigierten und gegenüber der Fettkorrigierten Milchmenge in beiden Gruppen die höchste. Die Fettkorrektur ergab eine etwas höhere Leistung der Kontrollgruppe gegenüber der Robotergruppe. Die statistische Auswertung dieser Ergebnisse ergab jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ($p \leq 0,05$; Students- t-test $n = 20$). Es wurden dabei folgende Korrekturformeln nach Fischer (2001) angewendet:

2) Fett- u. Eiweißkorrektur: $FECM = \text{Milchmenge in kg} * (0,0724 * \text{Eiweißgehalt \%} + 0,1153 * \text{Fettgehalt \%} + 0,309)$

3) Fettkorrektur: $FCM = \text{Milchmenge} * (\text{Fettgehalt} * 0,15 + 0,4)$

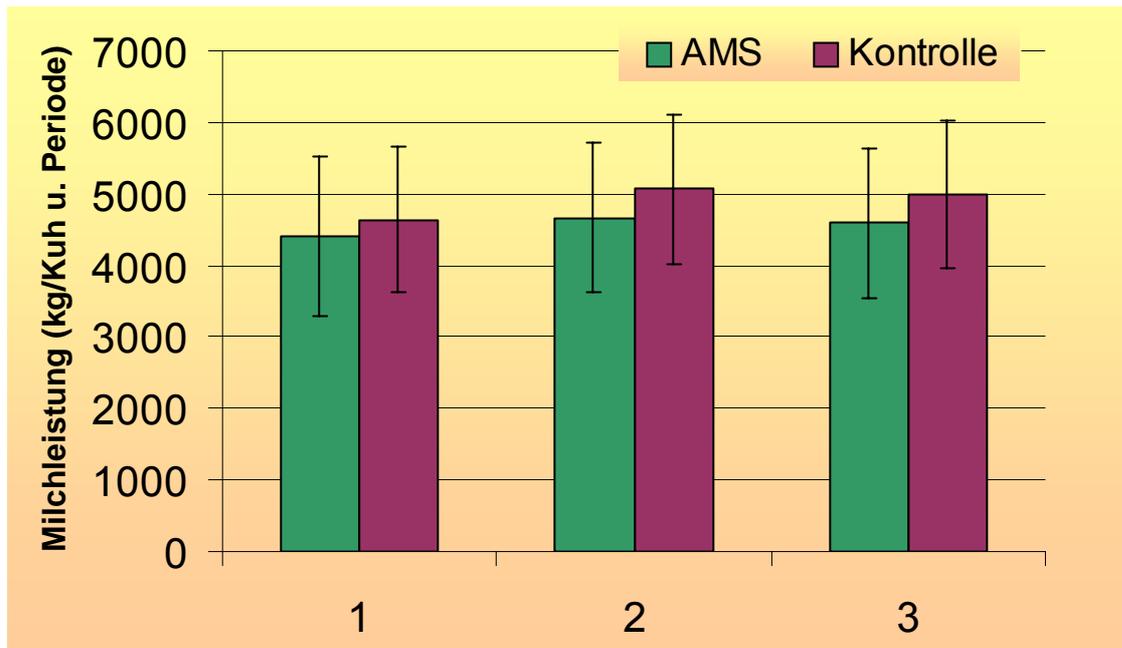


Abb.10: Unkorrigierte (1) bzw. Milchfett- und Milcheiweißkorrigierte (2) und Milchfettkorrigierte (3) Milchleistungen der beiden Versuchsgruppen (Januar - Juli 2001) (Mittelwert und Standardabweichung, n = 20)

Mit der Korrektur sind die Milchleistungen im Roboter im Vergleich zur Kontrollgruppe niedriger als ohne Korrektur, somit sind die Inhaltsstoffe der Robotergruppe gegenüber der Kontrollgruppe leicht vermindert, der Unterschied ist bei alleiniger Fettkorrektur höher, d.h. das der Milchfettgehalt in der Robotergruppe vermindert ist. Dieses wurde auch von anderen Untersuchungen (z.B. ABENI et al. 2004) bestätigt.

Für diese Verminderung kommen verschiedene Ursachen in Betracht:

1. Die höhere Melkfrequenz hat einen Einfluss auf den Fettgehalt bzw. auf den Anteil freier Fettsäuren in der Milch (SLAGHUIS et al. 2004)
2. Im Vergleich zum konventionellen Melken ist beim Robotermelken die Relation Luft/Milch höher, dies könnte zu einer stärkeren Verwirbelung und damit zu einer größeren Zerschlagung der Fettmicellen führen (SLAGHUIS et al. 2004)
3. Es könnte auch in einer stärkeren Zerschlagung der Fettmicellen durch das Pumpen der Milch in den Puffertank und von dort aus in den Haupttank (vgl. WIKING et al., 2004) bzw. durch die Temperaturgefälle beeinflusst sein.

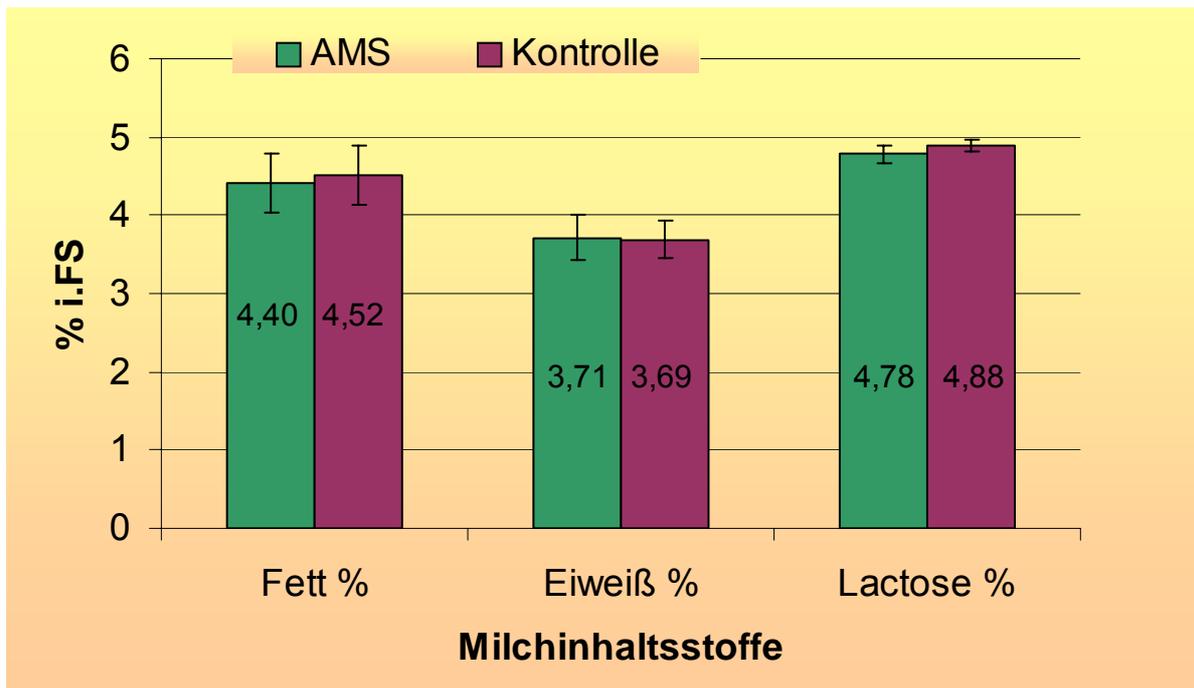


Abb.11: Milchinhaltstoffe der beiden Versuchsgruppen (Mittelwerte über 7 Monate und Standardabweichung Januar-Juli 2001)

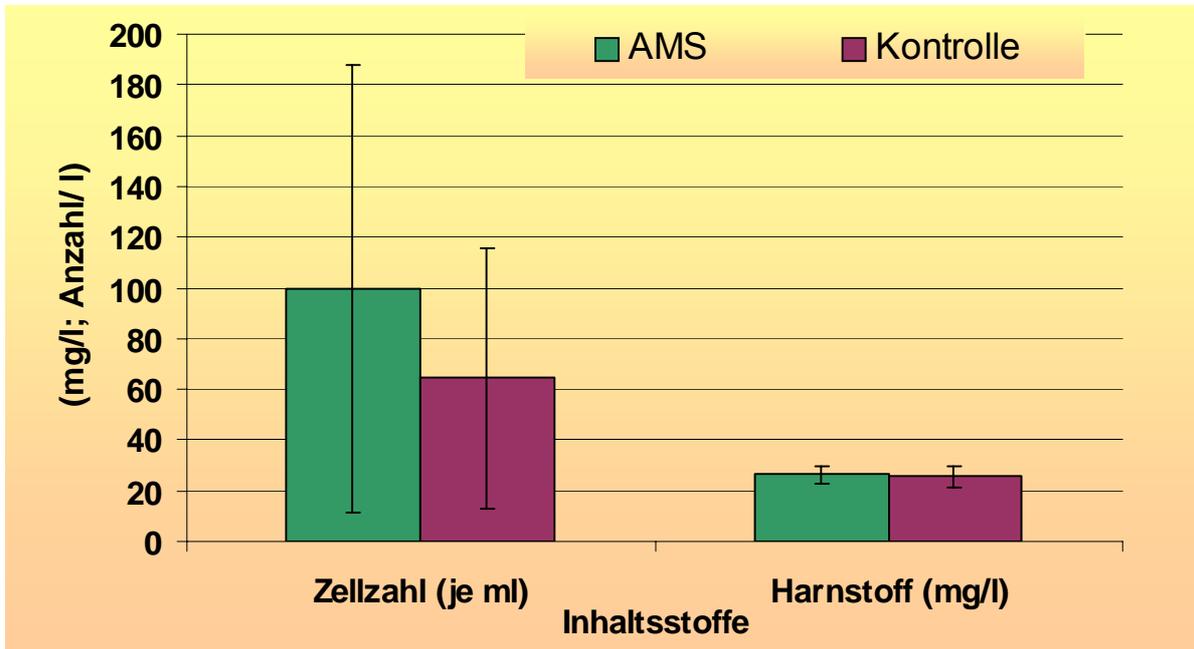


Abb.12: Milchzellzahl und Harnstoffgehalt in beiden Versuchsgruppen (Mittelwerte über 7 Monate und Standardabweichung Januar-Juli 2001)

Entsprechend der Abbildung 10 zeigt die Abbildung 11 die Milchinhaltsstoffe der beiden Versuchsgruppen. Die Kontrollgruppe weist durchschnittlich etwas höhere Inhaltsstoffe auf als die Robotergruppe. In beiden Gruppen liegen vergleichbare Standardabweichungen vor. Eine statistische Überprüfung ergab keine signifikanten Unterschiede der beiden Gruppen ($p \leq 0,05$; Students- t-test, $p = 0,287$ Fett, $p = 0,589$ Eiweiß, $p = 0,988$ Lactose).

In Abbildung 12 werden die Anzahl somatischer Zellen und der Harnstoffgehalt der Milch gezeigt. Die durchschnittlichen Zellzahlen lagen in der Robotergruppe etwas höher als in der Kontrollgruppe, die Harnstoffgehalte waren gleich. In der Robotergruppe lag eine höhere Standardabweichung bei der Zellzahl im Vergleich zur Kontrollgruppe vor. Die Robotergruppe zeigte insgesamt in der Vorperiode höhere Zellzahlen als die Kontrollgruppe. Die beiden Gruppen unterschieden sich aufgrund der hohen Standardabweichung nicht signifikant ($p < 0,05$, Varianzanalyse; $p = 0,895$ Harnstoff, $p = 0,141$ Zellzahl).

4.2 Ergebnisse in der Hauptperiode

4.2.1 Jahresübersicht der Milchmengen 2001-2003

In den folgenden Abbildungen sind die Milchmengen der beiden Gruppen in den Versuchsjahren dargestellt. Gezeigt werden die aufsummierten Leistungen der Kühe in den Monaten, dargestellt als Mittelwerte der Kühe in den beiden Gruppen. Zusätzlich wird die Streuung als Standardabweichung angegeben. In diesen Abbildungen erfolgte keine Korrektur nach der Laktationsnummer

Ausgehend von der Vorperiode bis einschließlich Juni 2001 wird die Hauptperiode bis Dezember 2001 dargestellt. Nach anfänglicher Depression der Leistung als Reaktion der Umstellung von Melkstand auf Melken mit dem Roboter erholt sich die Leistung wieder bis zum Ende 2001 und erreicht wieder den Ausgangsstatus. Auch die Streuungen sind zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich. In 2003 aufgrund unterschiedlicher Laktationsnummern die Milchmengen in der Kontrollgruppe höher.

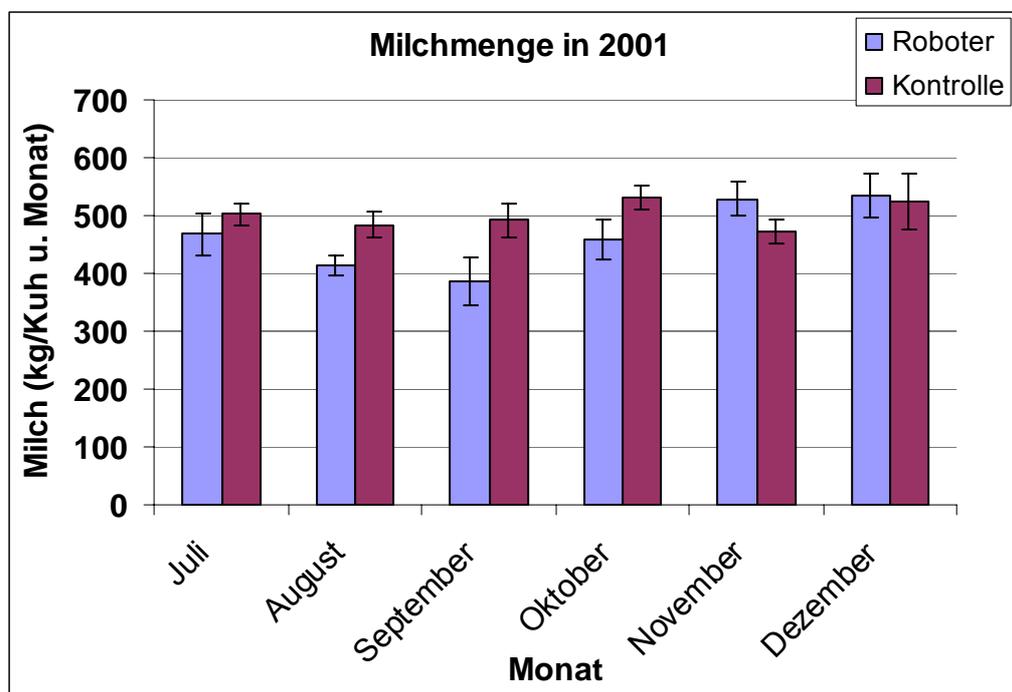


Abb.13 : Milchmengen der beiden Gruppen zu Beginn der Hauptperiode (MW und Stabw)

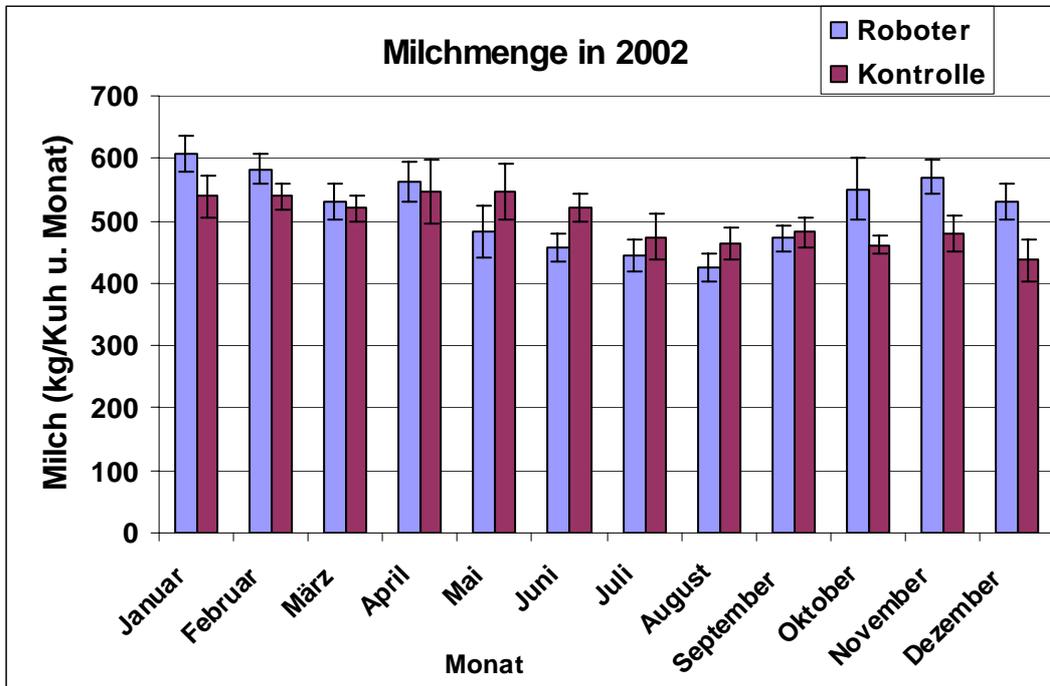


Abb.14: Milchmengen der beiden Gruppen in 2002 (MW und Stabw)

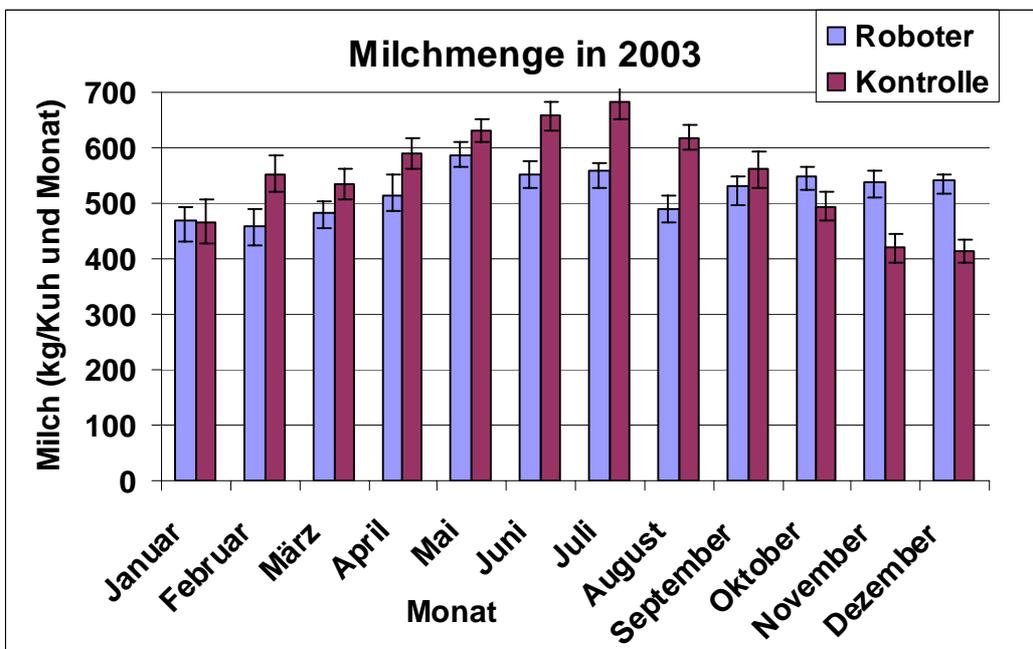


Abb.15: Milchmengen der beiden Gruppen in 2003 (MW und Stabw)

4.2.2 Futterqualität 2001-2003

Tabelle 15: Analyisierte Gärqualität der verwendeten Silage (Mittelwerte 2001-2003)

Gärqualität	2001	2002	2003
1. Grassilage			
Milchsäure	68,5	47,3	86,5
Essigsäure	31,5	49,2	12,4
Buttersäure	0,0	3,5	1,2
Gesamtsäure	100,0	100,0	100,0
pH-Wert	4,5	4,8	4,2
Note	1 sehr gut	3 mittelmäßig	1 Sehr gut
2. Maissilage			
Milchsäure	86,5	75,4	93,0
Essigsäure	13,5	23,5	6,8
Buttersäure	0,0	1,2	0,3
Gesamtsäure	100,0	100,0	100,0
pH-Wert	3,8	3,9	3,5
Note	1 Sehr gut	1 Sehr gut	1 Sehr gut
3. Biertrebernsilage			
Milchsäure	84,2	67,7	94,8
Essigsäure	15,8	32,3	5,2
Buttersäure	0,0	0,0	0,0
Gesamtsäure	100,0	100,0	100,0
pH-Wert	4,5	3,9	4,1
Note	2 gut	1 Sehr gut	1 Sehr gut

In Tabelle 15 werden die analysierten Grundfuttermittel hinsichtlich der Gärqualität der verwendeten Silage gezeigt. Die Qualität der Grassilage wurde in 2001 und 2003 mit sehr gut vom Labor bewertet, in 2002 lag nur eine mittelmäßige Qualität vor, der Anteil Milchsäure war gegenüber 2001 und 2003 geringer und der Anteil Buttersäure höher.

Bei der Maissilage hatten wir in den 3 Jahren durchgehend hervorragende Qualitäten, die Milchsäureanteile variieren allerdings zwischen 75,4 und 93,0 % der Gesamtsäuren. Bei der Biertrebernsilage wurde die Gärqualität in 2001 mit gut und in 2002 und 2003 mit sehr gut benotet. Auch hier lagen deutliche Variationen des Milchsäureanteils vor, die Gehalte liegen zwischen 67,7 und 94,8 % der Gesamtsäure.

Tab. 16: Analysierte Gehalte an Rohfaser und Rohprotein sowie Gehalte an NEL und RNB der Mischungen 2001 und 2002 (MW n=2)

	2001				2002				
	AGR	Konv.	TMR		AGR	Konv	Weide	TMR	
			I	II				II	I
NEL	6,6	6,3	7,0	6,6	6,6	6,5	6,4	6,6	6,9
XP	14,7	13,7	15,8	14,7	14,4	14,7	13,5	14,0	15,6
XF	19,5	20,5	18,0	19,0	19,2	22,2	21,5	21,7	20,0
RNB	-1,6	-24,8	+18,2	+1,4	-12,0	+6,1	+3,0	-10,0	+36,2

Tab.17: Analysierte Gehalte an Rohfaser und Rohprotein sowie errechnete Gehalte an NEL und RNB der Mischungen in 2003 (MW n=2)

	2003						
	TMR		AGR	Weide	AGR	TMR	
	I	II				I	II
NEL	7,0	6,6	6,5	6,4	6,6	6,8	6,6
XP	16,1	14,5	14,9	15,0	14,5	16,6	14,3
XF	20,0	22,5	22,4	19,5	20,3	19,0	20,3
RNB	+35,8	-13,3	-13,0	+19,0	-23,0	+22,8	-23,0

Die Tabellen 16 und 17 zeigen zwei Übersichten zur Futterqualität bei den erstellten Mischungen. Die Mischungen wurden nach der Analyse der WEENDER Rohnährstoffe und Bestimmung der Gasbildung im HOHENHEIMER Futterwerttest in den Einzelfuttermitteln so erstellt, dass zwischen den Jahren vergleichbare Energie- und auch Proteingehalte bei dem jeweils gleichen Rationstyp eingestellt wurden. Es handelt sich um Mittelwerte, der durch Rückanalysen aus den Mischungen eingestellten Nährstoffe.

4.2.3 Entwicklung der Lebendmasse 2001-2003

Tab.18: Entwicklung der Lebendmasse im Versuchszeitraum (MW, Stabw n= 23,26)

Jahr	Roboter-Gruppe	Melkstand-Gruppe	Gesamt	Rasse Fl	Rasse BV
2001	698,80 ± 71,71	681,76 ± 81,88	690,10 ± 76,56	709,23 ± 77,58	675,32 ± 74,14
2002	725,08 ± 51,47	725,60 ± 67,07	725,35 ± 59,19	739,30 ± 61,58	714,56 ± 56,32
2003	757,54 ± 62,98	734,17 ± 64,83	745,56 ± 64,19	754,21 ± 61,51	738,87 ± 66,82
3 Jahre	727,17 ± 66,07	713,84 ± 74,14	720,34 ± 70,34	734,25 ^a ± 68,61	709,59 ^b ± 70,28

Werte mit unterschiedlichen Indizes unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$)

In Tabelle 18 wird die Entwicklung der Lebendgewichte geordnet nach Versuchsgruppe und Rasse dargestellt. Es lagen keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Versuchsgruppen bei der Entwicklung der Lebendgewichte vor. Die Rassen unterschieden sich jedoch signifikant, wobei das Fleckvieh durchschnittlich 20 kg mehr Lebendgewicht erbrachte als die Braunviehkühe.

Die Gruppen zeigten einen Lebendmassenanstieg in den drei Versuchsjahren, wobei auch hier keine Unterschiede zwischen den Gruppen ersichtlich wurden. Es lagen also ausgeglichene Verhältnisse vor.

4.2.4 Ergebnisse aus 2001

Im Juli 2001 wurde mit der Hauptversuchsphase begonnen. Im Juli und August wurde die Teil -TMR gefüttert und im September und Oktober die konventionelle Ration, im November und Dezember die Voll -TMR.

Die Anzahl ausgeschiedener Kühe, die ab Beginn der Hauptperiode bis Ende 2001 die Gruppen verließen betrug je Gruppe 4 Kühe. Da einige Kühe bis Ende 2001 trockengestellt wurden, wurden die folgenden Auswertungen anhand der Kühe, die alle Versuchsvarianten bis Ende 2001 laktierend durchliefen. Es wurden 12 Kühe je Gruppe zur Auswertung herangezogen. Die gezeigten Ergebnisse sind die Mittelwerte je Kalenderwoche und Tier.

Die folgende Tabelle 19 zeigt die Milchleistung der beiden Gruppen in den Fütterungsvarianten und die anschließende Tabelle 20 die Laktationstage und die Inhaltsstoffe der Milch beider Gruppen.

Tabelle 19 : Milchleistung der Roboter- und Kontrollgruppe 2001 (MW, Stabw n=12)

Fütterungsvariante	Roboter	Kontrolle
AGR	19,21 ^a ± 2,93	19,20 ^a ± 3,75
Konventionell	19,76 ^a ± 3,19	20,42 ^a ± 5,32
TMR	25,01 ^c ± 4,27	23,82 ^b ± 6,07
Gesamt	21,48 ± 4,43	21,25 ± 5,53

Werte mit unterschiedlichen Indizes unterscheiden sich signifikant $p < 0,05$

Tab. 20: Laktationstage und Milchinhaltstoffe der beiden Gruppen in 2001

(n=12, MW, Stabw)

Gruppe	LT	Fett (%)	Eiweiß (%)	Laktose (%)	Zellzahl (je L)	Harnstoff (g / L)
Kontrolle	216	4,63 ^a	3,75	4,88	82.000 ^a	17,25
Roboter	218	4,30 ^b	3,75	4,84	124.000 ^b	17,30
Gesamt	217	4,46	3,75	4,86	103.000	17,28

Werte mit unterschiedlichen Indizes unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$)

Es zeigte sich eine höhere Milchleistung beider Gruppen bei der Voll-TMR Fütterung im Vergleich zu den beiden anderen Varianten. Die Robotergruppe war in dieser Variante der Melkstandgruppe überlegen.

Beide Gruppen hatten vergleichbare mittlere Laktationstage, die Eiweißgehalte der Milch waren gleich ebenso wie die Harnstoffgehalte. Die Robotergruppe wies einen signifikant niedrigeren Milchfettgehalt auf im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Zellzahl war in der Kontrollgruppe signifikant niedriger als in der Robotergruppe. In der folgenden Tabelle 21 wird die Aufteilung der Kühe innerhalb der Futtermittelsvarianten gezeigt.

Tab.21: Aufteilung der beiden Gruppen innerhalb der Fütterungsvarianten 2001

2001	Juli / August		September / Oktober		November / Dezember	
	AGR		Konventionell		TMR	
	Kontrolle	AMS	Kontrolle	AMS	Kontrolle	AMS
LT Ø	210	213	214	163	178	179
0-100	3	2	8	7	9	10
100-200	7	9	3	5	3	1
200-300	8	6	9	9	5	5
>300	6	3	7	1	5	7
Trocken	6	10	3	8	8	7
Gesamt	30	30	30	30	30	30
Melkend	24	21	27	22	22	23

Für die Ergebnisse aus 2001 wurden jeweils 12 Kühe je Gruppe ausgewertet. Der Anteil Kalbinnen und Kühe mit mehr als einer Laktation war in der Robotergruppe und in der Kontrollgruppe nicht unterschiedlich. 9 Kühe waren in der 1. Laktation und 3 Kühe mit mindestens 2 Laktationen. Die übrigen 18 Kühe je Gruppe wurden innerhalb der Varianten trockengestellt, so dass diese Tiere für die jetzige Auswertung nicht berücksichtigt wurden.

Tab.22: Kraft- Grund- und Gesamfutteraufnahme der Roboter- und Kontroll-Gruppe 2001 (kg Trockenmasse je Tier und Tag; MW, Stabw)

Variante	Krafftutteraufnahme		Grundfutteraufnahme		Gesamtfutteraufnahme	
	AMS	Kontrolle	AMS	Kontrolle	AMS	Kontrolle
AGR	2,37 ± 1,64	2,81 ± 2,60	16,23 ^b ±1,99	15,14 ^b ±2,10	18,60 ^b ±2,76	17,95 ^b ±3,02
Konventionell	0,92 ^a ± 0,66	2,48 ^b ± 3,07	14,88 ^a ±1,63	13,71 ^a ±2,14	15,80 ^a ± 1,86	16,19 ^a ± 3,91
TMR	0,85 ± 0,31	1,15 ± 1,40	17,96 ^c ±2,39	17,03 ^c ±2,46	18,81 ^b ±2,38	18,18 ^b ±2,74
Gesamt	1,41 ± 1,28	2,12 ± 2,51	16,44 ± 2,25	15,42 ± 2,61	17,86 ± 2,66	17,54 ± 3,35

* Werte mit unterschiedlichen Indizes unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$)

In der Tabelle 22 wird die Futteraufnahme der beiden Gruppen dargestellt. Die Grundfutteraufnahme war energieabhängig, d.h. je mehr die Grundfutterkomponenten mit Krafftutter vermischt waren, desto höher war die Futteraufnahme aller Komponenten. Die Milchleistungsergebnisse zeigen, dass die höhere Futteraufnahme nicht unbedingt zu höheren Milchleistungen führen muss, jedoch ist eine bessere Versorgung unter Umständen mit besserer Tiergesundheit und Fruchtbarkeit verbunden, solange die Kühe nicht überkonditioniert sind.

Die Krafftutteraufnahme war in der Robotergruppe niedriger als in der Kontrollgruppe. Die Grundfutteraufnahme war dagegen in der Robotergruppe um etwa den gleichen Betrag (ca. 1kg T) höher. Aus diesem Grund unterschied sich die Gesamtfutteraufnahme zwischen den beiden Gruppen nicht. Bei den Fütterungsvarianten erfolgte die höchste Futteraufnahme in der TMR - Variante und in der Teil -TMR Variante. In der konventionellen Variante wurde weniger Grundfutter aufgenommen.

4.2.5 Ergebnisse aus 2002

In der folgenden Tabelle 23 wird die Milchleistung (mittlere Tagesleistung je Kuh innerhalb Gruppe) in Abhängigkeit der Futtermittellieferung dargestellt. Die beiden TMR- Varianten (AGR und TMR) erbrachten insgesamt die höchsten Milchleistungen gefolgt von der nicht aufgewerteten konventionellen Variante. Die Weide hatte eine signifikante Reduktion der Leistung zur Folge, obwohl draußen zusätzlich Wasser angeboten wurde (Wannen mit Schwimmer). In der Kontrollgruppe blieb die Leistung in der TMR -Variante nach der Weide gegenüber der Robotergruppe geringer. In der Robotergruppe stieg die Leistung nach Beendigung des Weideaustriebs sofort wieder an.

Tabelle 23 : Milchleistung in den Fütterungsvarianten 2002 (n= 17; 18; MW, Stabw)

Futtermittellieferung	AMS	Kontrolle
AGR (Teil- TMR)	23,58 ^e ± 6,02	22,71 ^e ± 6,01
Konventionell	21,02 ^c ± 5,80	20,52 ^c ± 6,23
Weide 1	18,81 ^b ± 5,64	21,31 ^d ± 5,47
Weide 2	17,66 ^a ± 4,59	18,92 ^a ± 3,58
TMR	22,63 ^d ± 4,81	19,40 ^b ± 4,62
Gesamt	20,74 ± 5,96	20,57 ^c ± 6,22

* Werte mit unterschiedlichen Indices unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$)

Tab. 24: Laktationstage und Milchinhaltsstoffe der beiden Gruppen in 2002

(n=17;18 bzw. Weide n=12, MW)

Gruppe	LT	Fett (%)	Eiweiß (%)	Laktose (%)	Zellzahl (Anzahl je L)	Harnstoff (g / L)
Kontrolle	180	4,50	3,75	4,84	106.000	20
Roboter	190	4,36	3,82	4,82	101.000	20
Gesamt	185	4,43	3,78	4,83	103.000	20
Weide	230	4,28	3,73	4,82	114.000	23

In Tabelle 24 werden die Laktationstage und die Milchinhaltsstoffe der beiden Gruppen dargestellt. Die Robotergruppe wies wie in 2001 einen etwas geringeren Milchfettgehalt auf, der jedoch in 2002 nicht signifikant war (p 0,358). Der Eiweißgehalt war dagegen etwas höher, jedoch nicht signifikant (p 0,785). Die Zellzahl war mit ca.100.000 auf einem guten Niveau und zwischen den beiden Gruppen vergleichbar (p 0,848). Der Harnstoffgehalt war mit etwa 20 g je L optimal eingestellt. Die Gruppen unterschieden sich nicht. Dies deutet auf eine gleichmäßige Versorgung der Kühe hin. Die folgende Tabelle 25 zeigt die Aufteilung der Gruppen in den Fütterungsvarianten nach den Laktationstagsabschnitten für 2002.

Tab.25: Aufteilung der beiden Gruppen innerhalb der Fütterungsvarianten 2002

2002	Januar / Februar		März / April		Mai / Juni	
	AGR		Konventionell		Weide (AGR)	
	Kontrolle	AMS	Kontrolle	AMS	Kontrolle	AMS
LT Ø	163	168	167	173	212	180
0-100	11	9	9	9	3	8
100-200	8	7	10	10	11	7
200-300	4	3	4	2	8	6
>300	6	4	3	6	3	3
Trocken	1	7	4	3	5	6
Gesamt	30	30	30	30	30	30
Melkend	29	23	26	27	25	24

Die Auswertung der Daten aus 2002 beinhaltet in der AMS - Gruppe 17 und in der Kontrollgruppe 18 Tiere. In der AMS - Gruppe wurden insgesamt 8 Tiere in der 1. Laktation und 9 Tiere mit mindestens 2 Laktationen verrechnet. In der Kontrollgruppe wurden insgesamt 6 Tiere in der 1. Laktation und 12 Tiere mit mindestens 2 Laktationen verrechnet. Es wurden nur Tiere zur Auswertung zugelassen, bei denen die Daten komplett erhoben werden konnten (kein Aufenthalt in der Krankbox bzw. und keine Mastitis). In der Weidevariante wurden insgesamt 12 Kühe ausgewertet, die aus beiden Gruppen stammten. Da sehr viele Tiere während der Weideperiode trockengestellt wurden, konnten die Gruppen nicht unterschieden werden.

**Tabelle 26 : Kraft- Grund- und Gesamtfutteraufnahme der Gruppen 2002
(n= 17; 18, MW, Stabw)**

Variante	Kraftfutteraufnahme		Grundfutteraufnahme		Gesamtfutteraufnahme	
	AMS	Kontrolle	AMS	Kontrolle	AMS	Kontrolle
AGR	1,64 ± 1,51	2,89 ± 1,80	17,91 ^a ±2,21	18,15 ^a ±2,94	19,52 ^a ± 2,49	21,04 ^d ±2,95
Konventionell	1,62 ± 1,12	2,13 ± 1,23	17,71 ^a ±2,17	17,91 ^a ±2,25	19,38 ^a ± 2,45	20,15 ^c ± 2,48
Gesamt	1,63 ± 1,32	2,51 ± 1,59	17,80 ^a ±2,04	18,02 ^a ±2,59	19,45 ^a ± 2,47	20,57 ^c ± 2,74
Weide 1	1,83 ± 1,66		15,46 ^b ± 1,26		17,30 ^b ± 1,76	
Weide 2	1,28 ± 1,10		16,67 ^c ± 1,03		17,96 ^b ± 1,23	
TMR	0,89 ± 0,26	1,05 ± 0,31	18,60 ^d ±2,84	17,53 ^a ± 2,15	19,49 ^a ±2,89	18,58 ^{bc} ±2,30

* Werte mit unterschiedlichen Indizes unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$)

In Tabelle 26 werden die Futteraufnahmen der beiden Gruppen in Abhängigkeit der Fütterungsvariante gezeigt. Die Kraftfutteraufnahme war in der Robotergruppe geringer als in der Kontrollgruppe. In der Variante TMR sind die Ergebnisse von Versuchs- und Kontrollgruppe nicht gleich, welches mit den Ergebnissen der Milchleistung übereinstimmt. Während die Robotergruppe nach der Weide sowohl an Milchleistung als auch an Futteraufnahme zu gewinnt, reagiert die Kontrollgruppe nur in so weit, dass die ursprüngliche Aufnahme wie vor der Weide wieder erreicht wird.

Bei der Konventionellen Variante wurde aufgrund der schlechteren Qualität der Grassilage im Gegensatz zu 2001 in 2002 Soja- und etwas Maisschrot zugelegt, so dass die Variante der AGR (Teil-TMR) gleicht und deshalb auch die Ergebnisse ähnlich sind. In diesem Versuch war die Gesamtfutteraufnahme in der Kontrollgruppe aufgrund höherer Kraftfutteraufnahme höher, die Grundfutteraufnahmen unterscheiden sich nicht zwischen den beiden Gruppen.

4.2.6 Ergebnisse aus 2003

Tab.27: Milchleistung der beiden Gruppen in Abhängigkeit der Fütterungsvariante in 2003 (MW, Stabw n=23,26)

Fütterungsvariante	Roboter	Kontrolle
TMR	21,19 ^a ± 0,56	21,21 ^a ± 1,61
AGR	22,91 ^b ± 0,49	22,62 ^c ± 0,93
Weide (5 Stunden)	21,38 ^a ± 0,70	22,52 ^c ± 0,81
AGR	21,89 ^a ± 0,50	22,19 ^c ± 0,99
TMR	21,88 ^a ± 0,47	19,89 ^a ± 0,87
Gesamt	21,85 ± 0,54	21,69 ± 1,04

Werte mit unterschiedlichen Indizes unterscheiden sich signifikant $p < 0,05$

Tabelle 27 zeigt die Milchleistung der beiden Gruppen in Abhängigkeit von der Fütterungsvariante für 2003. Die Milchleistungen unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen ($p = 0,569$). Die Milchleistungen wurden aufgrund höherer Ausscheidungen in der Robotergruppe nach der Laktationsnummer korrigiert. Zwischen den Varianten gab es Unterschiede, wobei in der Robotergruppe während der Weideperiode die Milchleistung abnahm. Bei der Kontrollgruppe lag durchgehend eine höhere Streuung der Werte in 2003 vor. Dies beruht auf mehr Euterentzündungen in dieser Periode. In der Kontrollgruppe wird in der Totalmischration hingegen die Futteraufnahme signifikant gegenüber den Teil-TMR Varianten geringer.

Tab. 28: Laktationstage und Milchinhaltsstoffe der beiden Gruppen in 2003

(n=23,26 Mittelwerte)

Gruppe	LT	Fett (%)	Eiweiß (%)	Laktose (%)	Zellzahl (je L)	Harnstoff (g / L)
Kontrolle	176	4,48	3,62	4,81	121.562 ^a	22,82
Roboter	175	4,45	3,72	4,76	150.987 ^b	22,80
Gesamt	176	4,49	3,67	4,79	136.274	22,81

* Werte mit unterschiedlichen Indizes unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$)

In Tabelle 28 werden die mittleren Laktationstage und die Milchinhaltsstoffe beider Gruppen dargestellt. Bei den Inhaltsstoffen liegen in 2003 gegenüber den anderen beiden Versuchsjahren keine Unterschiede in den Milchfettgehalten mehr vor. Die Eiweißgehalte waren in der Robotergruppe höher, dies könnte die höhere Grundfutteraufnahme bewirken (s. Tab.30). Der Laktosegehalt lag in der Robotergruppe niedriger als in der Melkstandgruppe. Der Laktosegehalt ist ein Indikator für die Eutergesundheit. Die Zellzahlen waren in der Robotergruppe signifikant höher als in der Kontrollgruppe, jedoch zeigen die folgenden Abbildungen, dass in der Kontrollgruppe eine hohe Streuung auftrat, d.h. dass auch hier Euterentzündungen vorlagen. Die Harnstoffgehalte unterschieden sich nicht. Beide Gruppen bekamen dasselbe Futter.

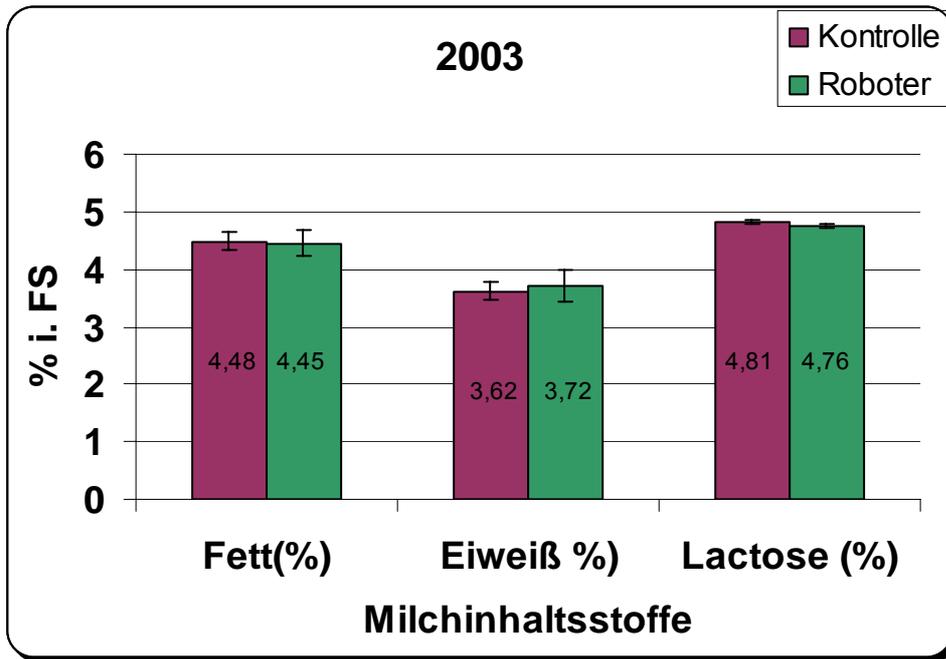


Abb. 16: Inhaltsstoffe der Milch in 2003 (MW, Stabw n=23,26)

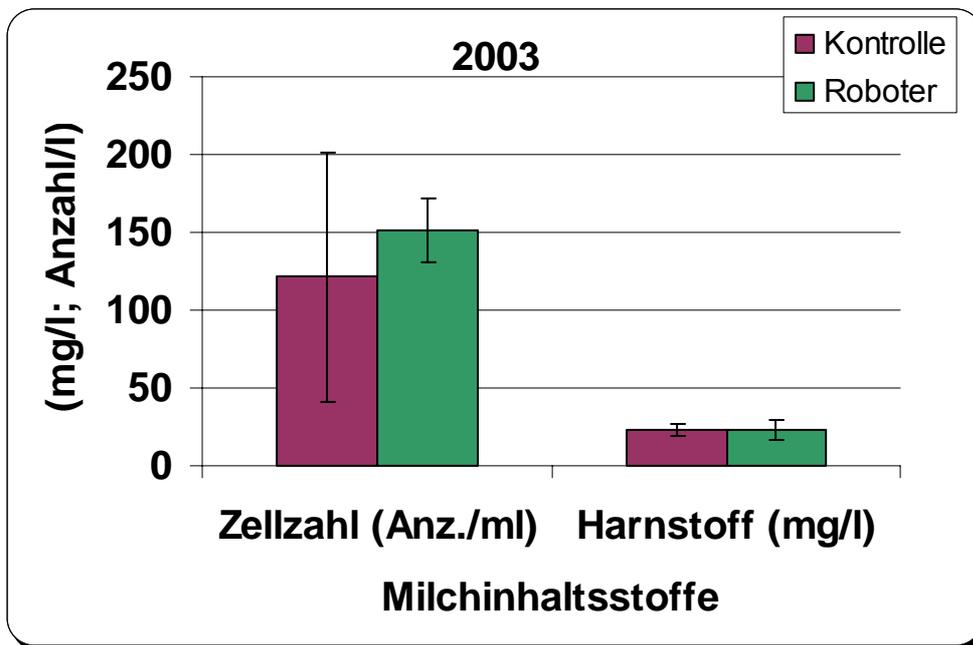


Abb. 17: Inhaltsstoffe der Milch in 2003 (MW, Stabw n=23,26)

Tab.29: Aufteilung der beiden Gruppen innerhalb der Fütterungsvarianten 2003

2003	AGR I, II		Weide		TMR	
	Kontrolle	AMS	Kontrolle	AMS	Kontrolle	AMS
LT Ø	145,199	139, 202	162	176	197	184
0-100	10,5	10, 2	8	8	6	10
100-200	9,9	6, 10	10	8	4	3
200-300	5,10	6, 7	9	8	8	8
>300	1,4	1, 4	1	3	5	5
Trocken	5,2	7, 7	2	3	7	4
Gesamt	30,30	30, 30	30	30	30	30
Melkend	25,28	23, 23	28	27	23	26

Tabelle 30 : Kraft- Grund- und Gesamtfutteraufnahme der Gruppen 2003 (n= 23; 26)

Variante	Kraftfutteraufnahme		Grundfutteraufnahme		Gesamtfutteraufnahme	
	AMS	Kontrolle	AMS	Kontrolle	AMS	Kontrolle
TMR	0,92 ^a ± 0,52	1,10 ^a ± 0,48	16,40 ^a ± 1,01	15,96 ^a ± 1,55	17,32 ^a ± 1,10	17,06 ^a ± 1,86
AGR	1,48 ^b ± 1,10	1,52 ^b ± 1,36	16,20 ^a ± 1,38	16,09 ^a ± 1,37	17,68 ^a ± 1,42	17,61 ^a ± 1,53
Weide	1,54 ^b ± 0,94	1,61 ^b ± 1,23	14,04 ^b ± 1,71	15,14 ^b ± 1,04	15,58 ^b ± 1,36	16,75 ^b ± 1,17
AGR	1,52 ^b ± 1,23	1,65 ^b ± 1,18	16,86 ^a ± 1,55	16,55 ^a ± 1,52	18,38 ^c ± 1,25	18,20 ^c ± 1,22
TMR	0,90 ^a ± 0,47	0,81 ^a ± 0,34	17,88 ^c ± 1,52	16,82 ^{ac} ± 1,40	17,72 ^a ± 0,96	17,63 ^a ± 1,07
Gesamt	1,27 ± 0,85	1,34 ± 0,92	16,28 ± 1,63	16,11 ± 1,58	17,55 ± 1,95	17,45 ± 1,15

* Werte mit unterschiedlichen Indizes unterscheiden sich signifikant (p < 0,05)

In Tabelle 29 wird die Aufteilung der Gruppen in den Fütterungsvarianten gezeigt. Während der Weideperiode hatte die AMS-Gruppe mehr abmelkende Kühe als die Kontrollgruppe, während in der letzten TMR- Variante umgekehrt bei der Kontrollgruppe mehr abmelkende Kühe auftraten. Die beiden Teil-TMR Varianten waren sehr ausgeglichen von den Anteilen der Kühe in den Laktationsabschnitten. Die Anzahl der trockenen Kühe variiert von 2 bis 7 in den Fütterungsvarianten.

In der folgenden Tabelle 30 wird die Kraft- Grund- und Gesamtfutteraufnahme der Gruppe für 2003 gezeigt. Bei der Kraftfutteraufnahme gibt es nur geringe Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Nur die Fütterungsvarianten AGR und TMR unterscheiden sich deutlich. Die Grundfutteraufnahme unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen, wenn alle Futtervarianten betrachtet werden. Unterschiede gibt es jedoch bei der TMR, hier nehmen die Kühe aus der Robotergruppe höhere Futtermengen auf, als die Kühe der Kontrollgruppe.

4.2.7 Einfluss des Tierverkehrs am Roboter auf die Milchleistung

Der Tierverkehr kann am Roboter sowohl selektiv gesteuert (mittels vom Roboter gesteuertem Selektionstor) oder auch frei durchgeführt werden. Beide Varianten haben Vor- und Nachteile für den Betreiber und auch für die Kühe. In unserer Studie sollten beide Varianten durchgeführt und verglichen werden. In der folgenden Tabelle 31 wurden die Milchleistungen in Abhängigkeit des Tierverkehrs aufgezeigt. Wir konnten keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Milchleistung feststellen.

Tab.31: Milchleistung bei freiem und gesteuerten Kuhverkehr in 2003

Selektiv Gesteuerter Tierverkehr			Freier Tierverkehr		
Monat	MW	Stdabw.	Monat	MW	Stdabw.
Januar	20,97	8,08	Juli	21,61	6,75
Februar	21,47	6,91	August	22,21	6,07
März	23,16	7,90	September	21,88	6,64
April	22,71	6,96	Oktober	21,91	6,07
			November	21,73	6,45
			Dezember	22,04	5,83
Gesamt	22,08	7,39	Gesamt	21,89	6,30

Der gesteuerte Kuhverkehr wirkt sich nicht unbedingt auf die Milchleistung aus, wenn die Kühe bei freiem Tierverkehr oft genug geholt werden (bei uns ab 12 h Melkintervall). Die Arbeitszeit für das Holen von Kühen, welches eine sehr monotone Tätigkeit ist, ist jedoch verkürzt. Im Sommer kann sich der gesteuerte Tierverkehr jedoch negativ auf die Wasseraufnahme auswirken. Wir würden deshalb jahreszeitlich bedingt im Sommer eher den freien Kuhverkehr empfehlen. Beim Eingewöhnen neuer Kühe kann der gesteuerte Kuhverkehr von Vorteil sein, vorausgesetzt dass sich der Landwirt mit diesen Kühen auch beschäftigt und sie an den Roboter gewöhnt. Die hier gezeigten Milchleistungen unterscheiden sich nicht aufgrund des Tierverkehrs. Auch die Varianz zwischen Kühen ist nicht aufgrund des freien Tierverkehrs erhöht.

Folgend haben wir auch die Melkfrequenz in Abhängigkeit des Tierverkehrs untersucht. Auch hier findet sich kein statistisch abzusichernder Zusammenhang.

In 2001 und 2002 wurden bis einschließlich September 2002 durchschnittlich 2,3 Melkungen je Kuh und Tag erzielt. Dies entspricht in etwa den Vorgaben im Computer, die sich nach der Milchleistung richten. In 2003 lag die Melkfrequenz zwischen 2,4 und 2,6 Melkungen je Kuh und Tag. Dies war unabhängig vom Kuhverkehr.

In Abbildung 18 wird die Melkfrequenz exemplarisch anhand Kuh 9924 (BV) im Vergleich zur Milchleistung dargestellt. Zu Beginn wurden 2,9 Melkungen je Tag bei einer Milchleistung von 30kg je Tag erzielt. Ab Januar 2002 wurde der freie Tierverkehr am Roboter durchgeführt. Bei dieser Kuh zeigt sich kein Einbruch der Melkfrequenz. Erst zu Beginn der Weideperiode im Mai sinkt die Melkfrequenz ab, jedoch sinkt die Milchleistung schneller als die Melkfrequenz, so dass man nicht von einem Milchleistungsrückgang aufgrund der geringeren Frequenz des Melkens schließen kann.

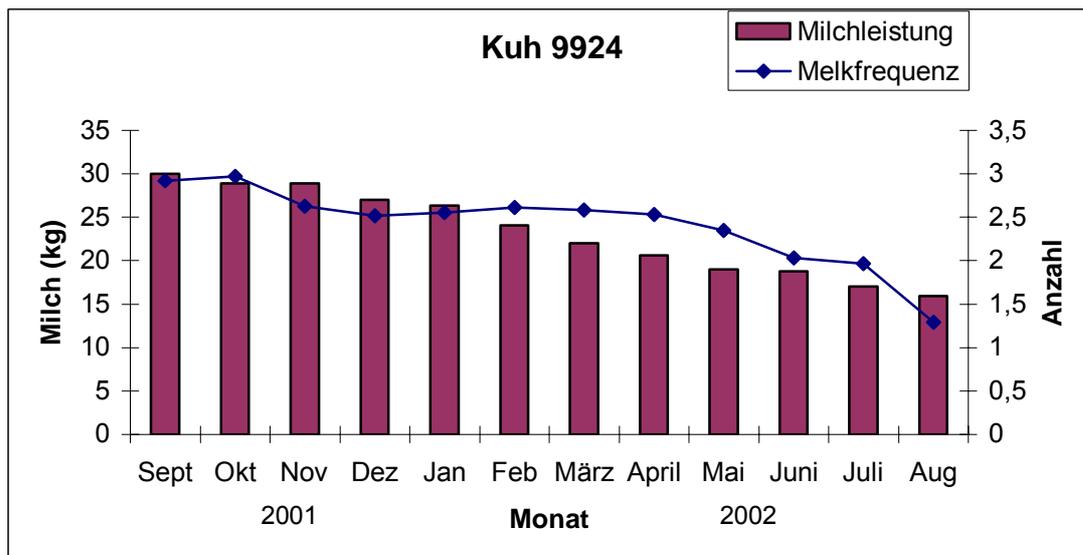


Abb.18: Beziehung zwischen Milchleistung und Melkfrequenz (Beispiel Kuh 9924)

4.2.8 Ergebnisse der Milchleistungen gruppiert nach Versuchsjahr

In Tabelle 32 werden die Ergebnisse der im Versuchszeitraum abgeschlossenen Laktationen von beiden Gruppen gezeigt. Es ergaben sich keine statistischen Unterschiede in der Milchleistung in den Jahren 2001, 2002 und 2003 zwischen den beiden Gruppen. Die Gruppen zeigten Durchschnittsleistungen von 20,8 (2001) und 21,3 bzw. 21,7 kg Milch (2002) sowie 21,9 (2003) je Kuh und Tag. Die Standardabweichung der Einzeldaten liegt zwischen 5,7 und 8,7 kg Milch. Eine dreifaktorielle Varianzanalyse ergab bei Berücksichtigung von Jahr, Laktationsnummer und Rasse keine signifikanten Unterschiede der Milchleistung, die sich auf das Melksystem zurückführen lassen. Es ergaben sich signifikante Unterschiede der Jahre und der Laktationsnummern sowie der Rassen. Die größten Einflüsse zeigten die Laktationsnummern und die Rassen. Die Braunviehkühe erbrachten durchschnittlich höhere Leistungen als die Fleckviehkühe.

Tab.32: Mittlere Milchleistungsergebnisse der beiden Versuchsgruppen (2001 bis 2003)

Gruppe	Jahr	n	Mittelwert	Standardabweichung
Roboter	2001	1184	20,80^a	6,64
	2002	1265	21,31^b	6,76
	2003	1535	21,90^c	8,31
Kontrolle	2001	1271	20,85^a	5,68
	2002	1346	21,72^b	8,70
	2003	1375	21,54^b	8,37

4.2.9 Ergebnisse der Milchleistung gruppiert nach Laktationsnummer

Tab.33: Milchleistungsergebnisse der 1. Laktation und 2. Laktation von beiden Gruppen von 2001 bis 2003

	Roboter		Kontrolle	
	Laktation 1	Laktation 2	Laktation 1	Laktation 2
Milchleistung (45 Wochen)	20,4	25,9	20,7	25,1
Standardabweichung	4,7	6,1	4,2	6,3
Minimum	7,1	7,4	5,3	8,2
Maximum	36,5	43,3	32,5	40,5
N	16	14	16	21
n	710	704	728	672

In Tabelle 33 wird das Ergebnis von 16 erstlaktierenden Kühen und je Gruppe gezeigt, sowie 14 bzw. 21 zweitlaktierenden Kühen. Es wurden die Milchleistungen über 45 Wochen ausgewertet, da einige Kühe nicht die ganze 305 Tage Laktation abgeschlossen hatten. Die Unterschiede in der Milchleistung sind nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen. Die Robotergruppe zeigt eine etwas geringere Durchschnittsleistung der Kühe bei höherer Streuung zwischen den Daten in der 1. Laktation. Die Laktationskurven der Kühe in der 1. Laktation mit der Regressionsgerade sind in den folgenden Abbildungen 19 und 20 dargestellt. Die geschätzte Regression zeigt in der 1. Laktation einen etwas niedrigeren Peak (nicht signifikant) in der Robotergruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Im Jahr 2002 hatten wir beim Roboter größere Streuungen der Milchleistungen, diese Erstlaktationsabschlüsse könnten davon vor allem betroffen sein.

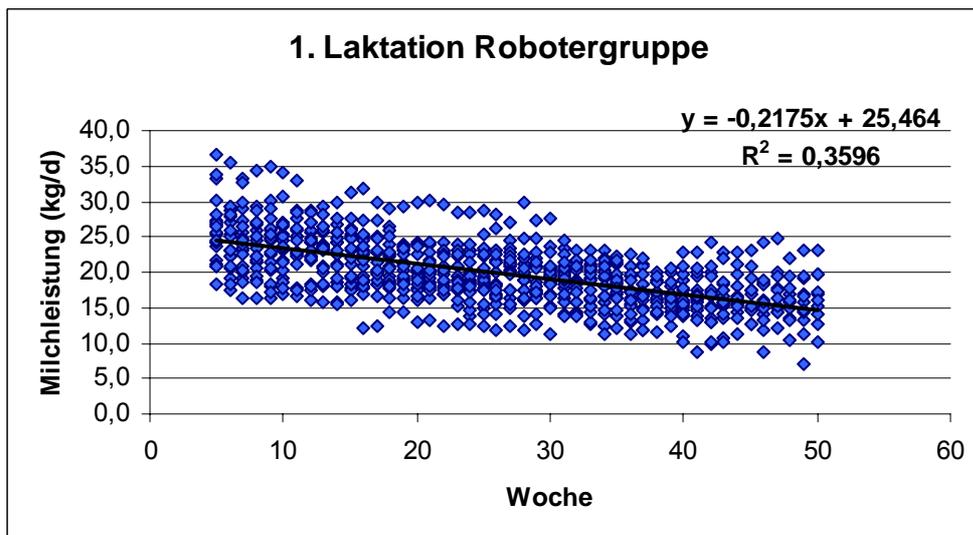
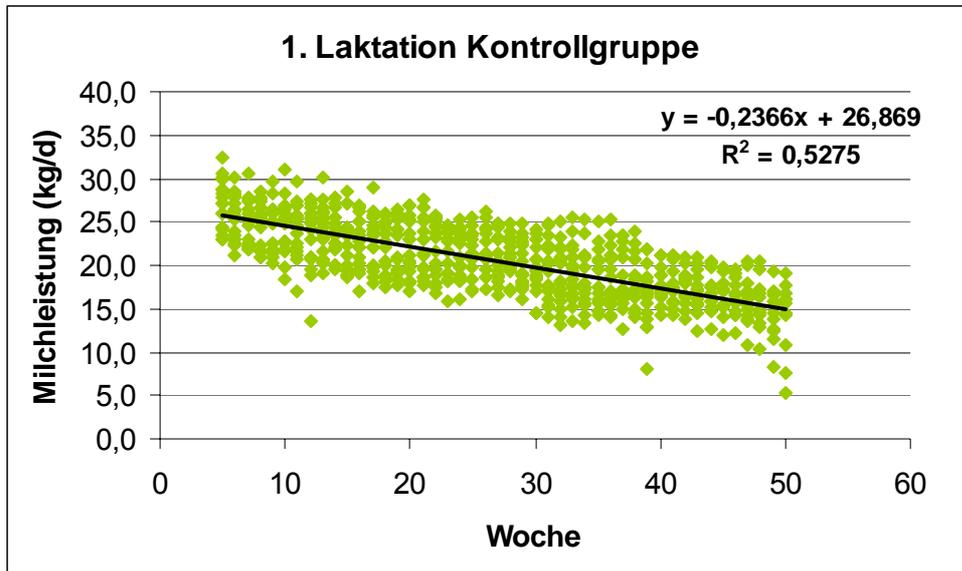


Abb. 19 und 20: Milchleistungskurven der erstlaktierenden Kühe im Versuchszeitraum 2001 bis Anfang 2003

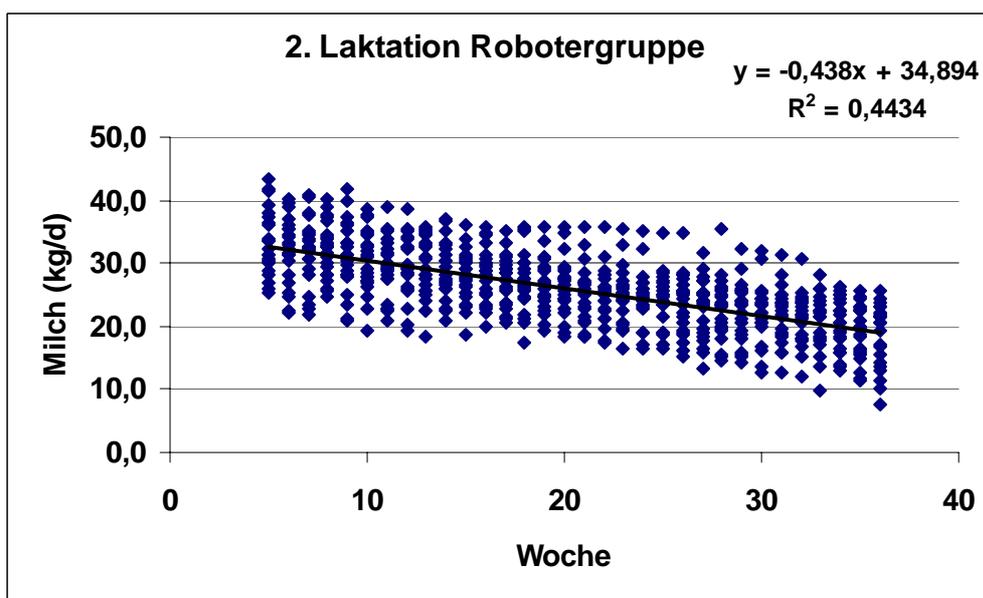
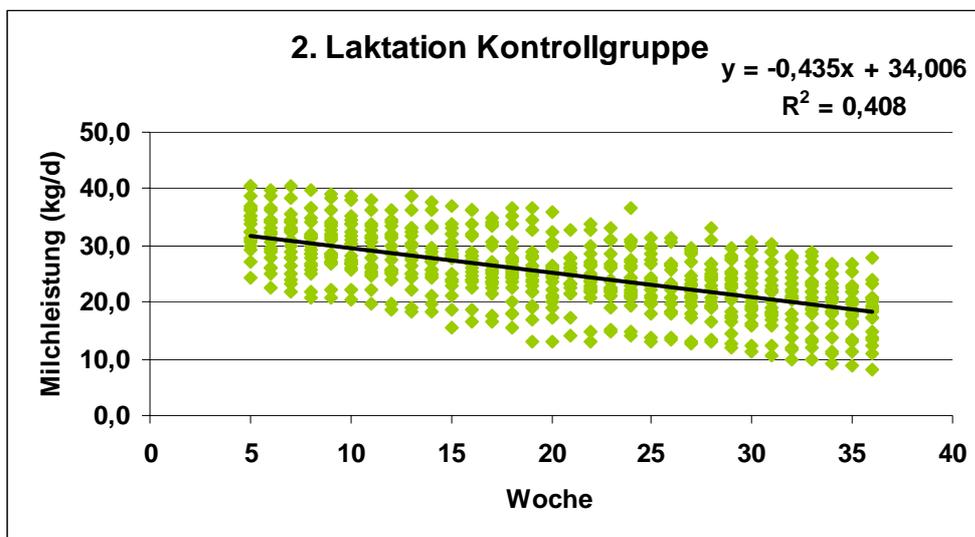


Abb. 21,22: Milchleistungsergebnisse der 2. Laktation beider Versuchsgruppen

Die hier dargestellten Abbildungen 21 und 22 zeigen die Laktationen von Kühen der 2. Laktation. Es ist deutlich zu sehen, dass sich keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen bei den älteren Kühen ergeben. Die aus der Regression heraus geschätzten Milchleistungskurven (ab der 5. Laktationswoche = Peak) zeigen keine Unterschiede zwischen den Gruppen.

4.2.10 Einfluss der Rasse und Laktationsnummer auf die Milchleistung

In den folgenden Abbildungen werden verschiedene Kühe in den auf einander folgenden Laktationen dargestellt. Die Abbildungen zeigen den deutlichen Einfluss der Laktationsnummer und der Rasse auf die Milchleistung. Neben der Leistungshöhe verändert sich auch die Milchleistungskurve deutlich vor allem in Bezug auf ihre Neigung von der ersten zu den Folgelaktationen. Dies gilt im gleichen Maß sowohl für Kühe die mit dem Roboter als auch für Kühe, die im Melkstand gemolken werden.

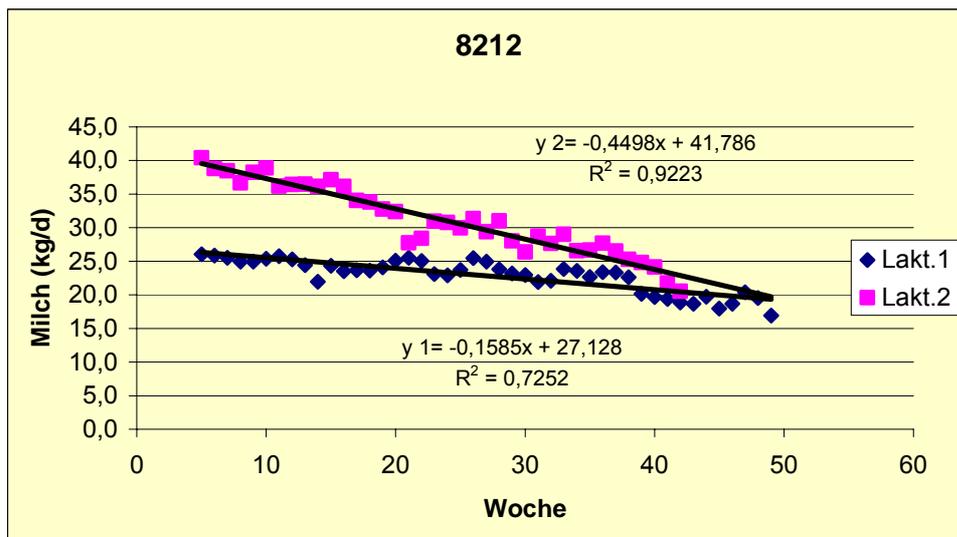
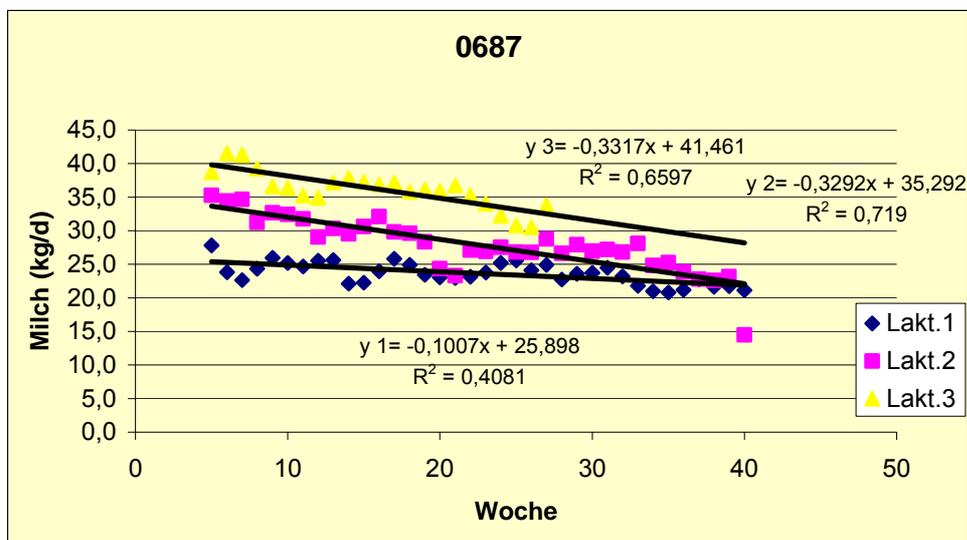


Abb. 22 und 23: Lineare Regressionen der Milchleistung nach Laktationsnummer der Braunviehkühe 687 und 8212 (Melkstand)

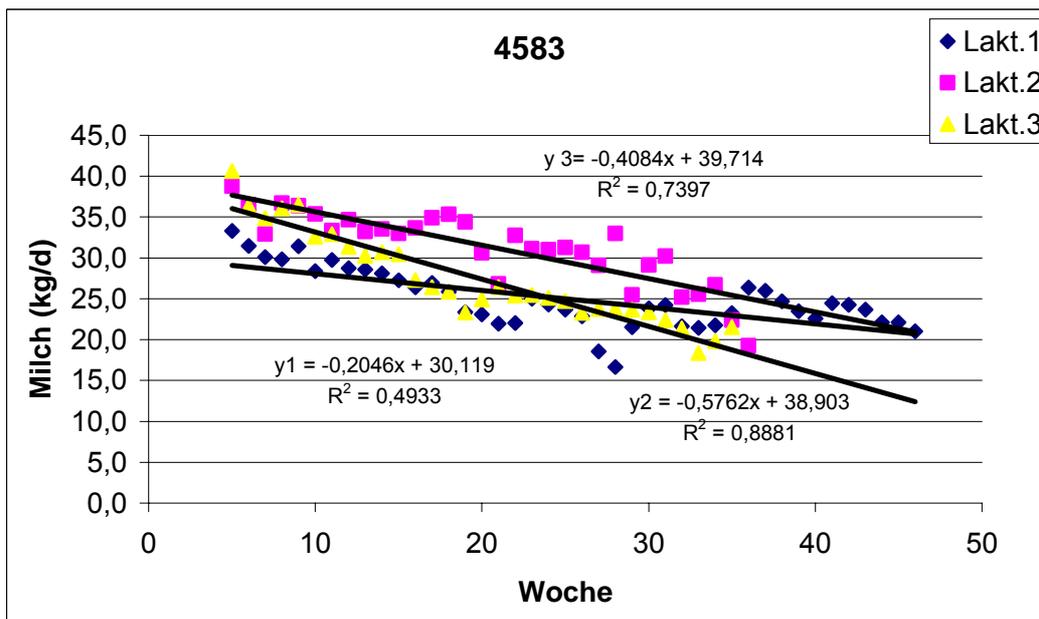
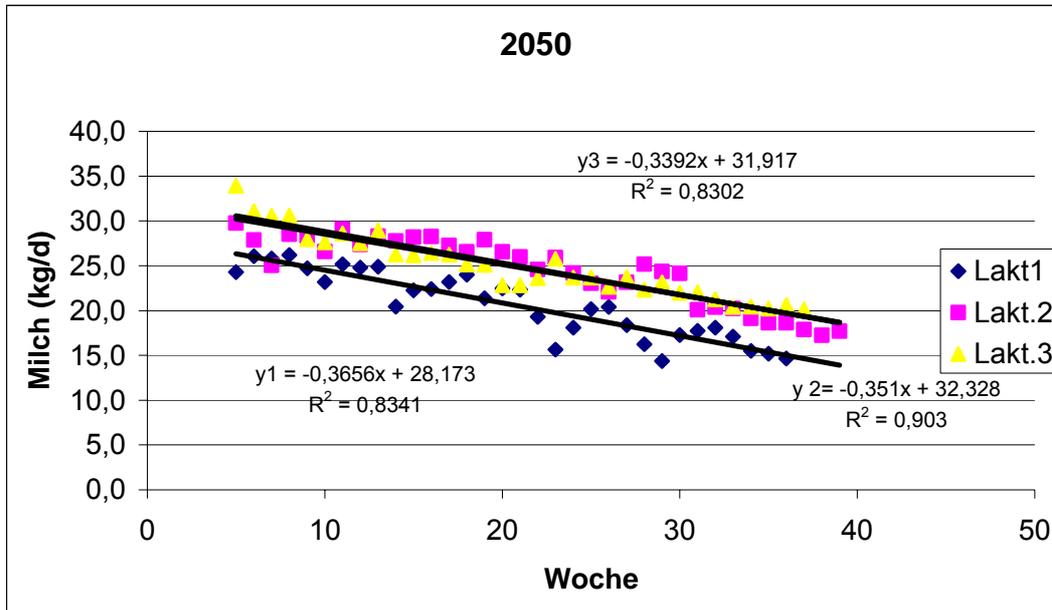


Abb. 24 und 25: : Lineare Regressionen der Milchleistung nach Laktationsnummer der Fleckviehkühe 2050 und 4583 (Melkstand)

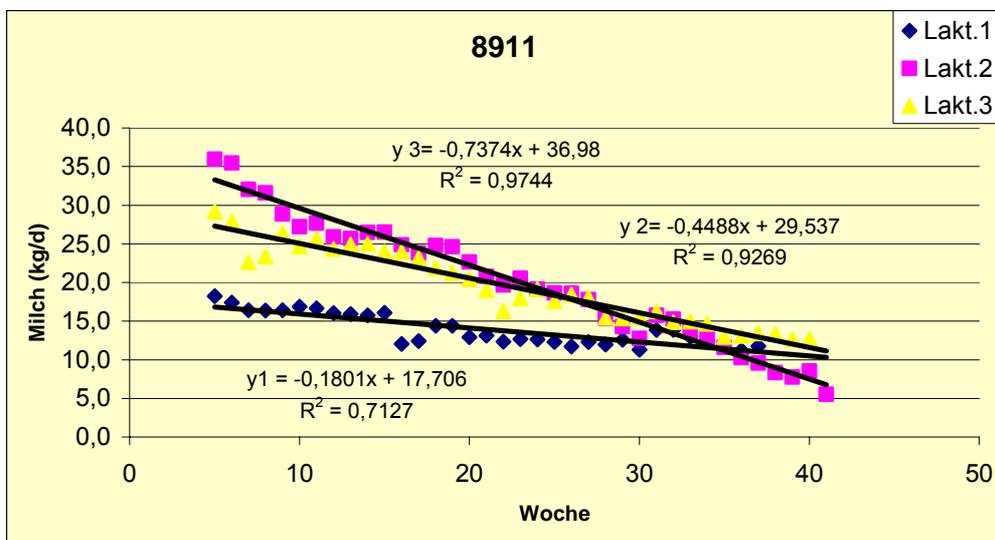
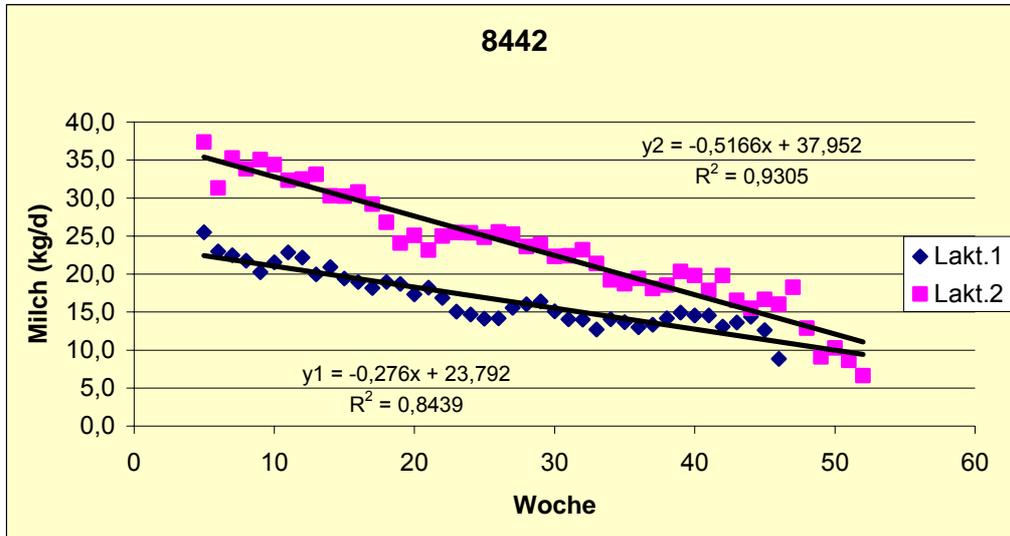


Abb. 26 und 27: Lineare Regressionen der Milchleistung nach Laktationsnummer der Braunviehkühe 8442 und 8911 (Roboter)

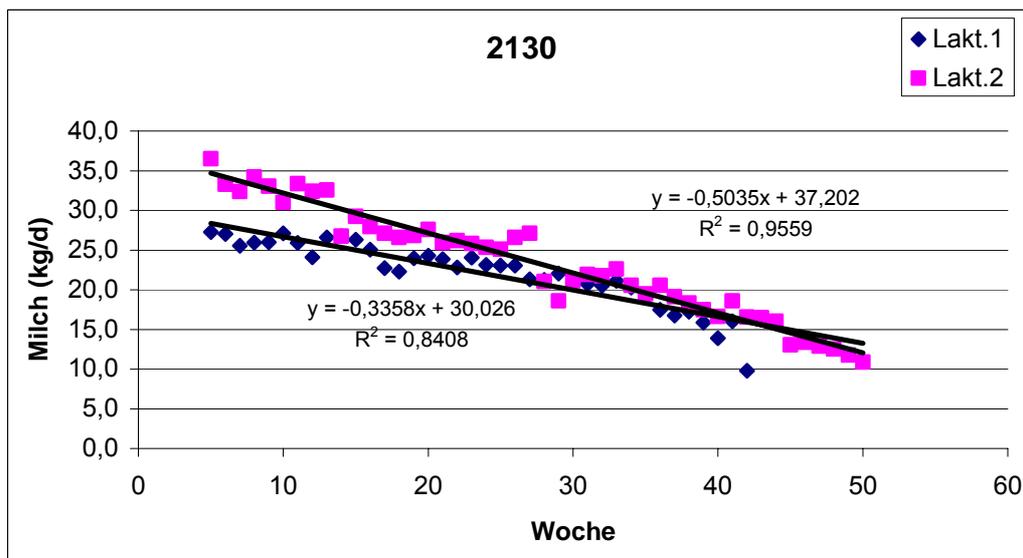
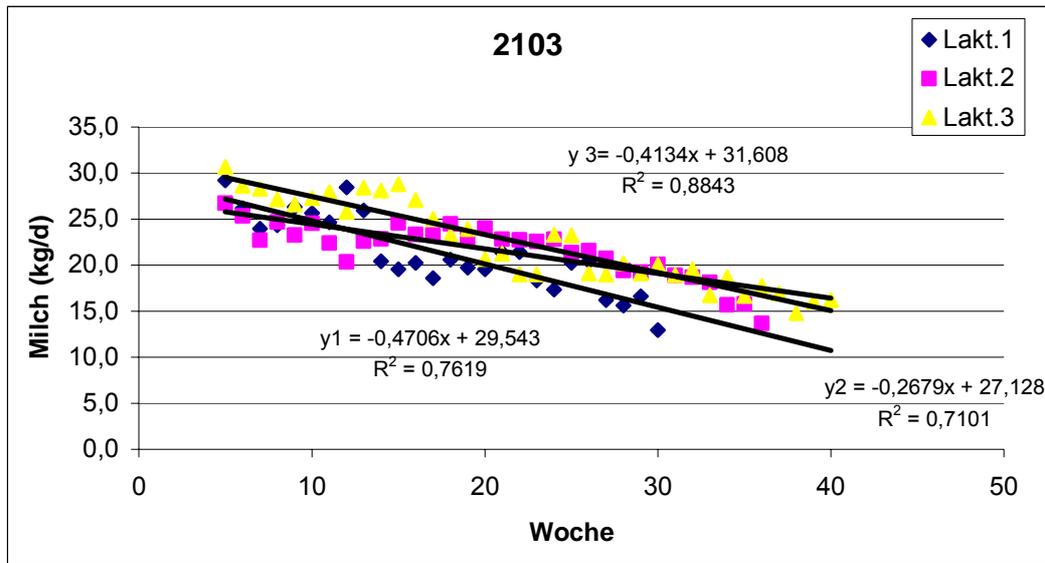


Abb. 28 und 29: Lineare Regressionen der Milchleistung nach Laktationsnummer der Fleckviehkühe 2103 und 2130 (Roboter)

Es ergeben sich im Rassenvergleich höhere Milchleistungen der Braunviehkühe als der Fleckviehkühe. Dies war aufgrund der Genetik auch zu erwarten, da die Braunviehkühe als Milchbetontes Zweinutzungsrand einen höheren Anteil Brown Swiss in ihrer Genetik tragen. Für die Eignung in Bezug auf das automatische Melksystem ist jedoch mehr die Euterform entscheidend.

4.2.11 Varianz der Milchleistung am Roboter im Vergleich zur Melkstandgruppe

Tab.34: Mittlere Standardabweichungen der Milchleistung am Melkroboter nach Jahren (n=52; Varianz der Tagesmilchleistung)

	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Roboter 2001	1,81^a	0,79	0,55	3,55
Roboter 2002	3,10^b	0,46	2,36	4,30
Roboter 2003	1,67^a	0,53	0,80	2,73
Kontrolle 2001	1,30^a	0,39	0,72	2,39
Kontrolle 2002	1,72^a	0,59	0,65	3,57
Kontrolle 2003	2,03^b	0,40	1,32	3,06

** Zahlen mit unterschiedlichen Indizes unterscheiden sich signifikant ($p < 0,01$)*

In Tabelle 34 wird die Variation der Milchleistung geordnet nach Melksystem und Jahr gezeigt. Die Robotergruppe zeigte einen Anstieg der Variation in 2002. In 2003 fällt die Variation der Leistung auf den niedrigsten Wert seit der Inbetriebnahme des Roboters. In der Kontrollgruppe zeigt sich ein allmählicher Anstieg der Variation, wobei das erste Jahr die geringste Varianz und das letzte Versuchsjahr die höchste Varianz aufweist.

4.2.12 Nutzungsdauer

Tab. 35 Abgangsursachen der Kühe in beiden Gruppen 2001-2003

Abgangsursachen	Roboter	Melkstand
Charakter	3	#
Euterform	1	#
Verletzung	2	3
Milchleistung	2	1
Unfruchtbarkeit	8	4
Zellzahl	2	1
Staph. Aureus	2	1
Klauen	1	4
Sonstige	1	1
Summe	22	16

In der Tabelle 35 wird das Ergebnis zur Nutzungsdauer dargestellt. Insgesamt sind am Roboter 4 bzw. 5 Kühe wegen schlagen bzw. verweigern und Zitzenstellung ausgeschieden worden, eine Kuh wurde wegen zu geringem Bodenabstand des Euters ausgeschieden. 4 Kühe von 30 sind 13 % zusätzliche Ausscheidungen am Roboter, die auf das Melksystem zurückzuführen sind. Grundsätzlich muss die Herde bei Einsatz eines Melkautomaten stärker selektiert werden als bei Einsatz eines Melkstandes. In den Folgejahren ist jedoch bei Anpassung der Zucht in Bezug auf den Stiereinsatz bei der Besamung mit weniger Ausfällen zu rechnen. Das automatische Melken funktioniert grundsätzlich umso besser je höher die Milchleistung der Kühe ist und umso stärker auf die funktionellen Eutermerkmale geachtet wird.

5. Diskussion

1. Milchleistung

Mehrmaliges Melken führt gegenüber 2-maligem Melken zu höherer Milchleistung. Nach Untersuchungen von De KONING und HUISMANS (2001) wurde eine Milchleistungssteigerung von 10-15 % bei vier Melkungen je Kuh und Tag ermittelt. Diese Steigerung wurde jedoch nur bei optimalen Bedingungen für das Tier beobachtet. Nach FÜBBEKER und KOWALEWSKY (2000) ist die tatsächliche Anzahl der Melkungen je Kuh und Tag ausschlaggebend für die Höhe der Milchleistungssteigerung. Des Weiteren stellen die Autoren eine Abhängigkeit von der Zeitdauer in der das Melksystem bereits in Betrieb ist fest. Bei neuen Anlagen wird eine wesentlich geringere Leistungssteigerung erzielt als bei länger in Betrieb befindlichen Systemen. Untersuchungen von HARMS (2001) ergaben, dass bei einer Herdenleistung von ca. 7.500 kg bei freiem Tierverkehr 2,3 Melkungen je Tier und Tag, bei selektiv gesteuertem Tierverkehr 2,5 Melkungen je Kuh und Tag erzielt wurden. Nach ARTMANN (2003) werden ungefähr 2,4 Melkungen je Kuh und Tag am Roboter gebraucht um die gleiche Milchmenge wie bei zweimaligem Melken am Melkstand zu erzielen. Die Ursache liegt in den unterschiedlichen Zwischenmelkzeiten beim automatischen Melken.

In unserer Untersuchung wurden durchschnittlich 2,4 – 2,6 Melkungen je Kuh und Tag erzielt. Aus diesem Grund ist es nicht verwunderlich, dass keine Leistungssteigerungen ermittelt werden konnten. Die Anlage war noch dazu neu und in den ersten beiden Betriebsjahren auch öfters kurzfristig außer Betrieb, dieses wirkt sich nicht positiv auf die Melkfrequenz am Roboter aus. Nach Korrektur der Milchmenge nach der Laktationsnummer ergaben sich jedoch gleiche Milchleistungen bei beiden Systemen.

2. Milchzellzahl

Nach der Umstellung auf das automatische Melksystem zeigte sich in vielen Betrieben zunächst eine deutliche Verschlechterung der Bakterienzahl und der Zellzahl (z.B. Wirtz et al. 2002). Die Ursachen sind vielfältig. Es können zunächst Schwierigkeiten mit der neuen Technik auftreten, des Weiteren sind anfangs die alten Kühe, die schon lange mit der vorigen Technik gemolken wurden, sicher ein Problem. BILLON und TOURNAIRE (2002) sind der Ansicht, dass man mit dem automatische Melksystem eine zufrieden stellende

Qualität der Milch erzeugen kann, das jedoch bei schlechten Managementbedingungen die Gefahr von Qualitätsmängeln eher zunimmt.

Die Erfahrungen mit Zweinutzungsrasen sind aufgrund der wenigen Forschung geringer. Untersuchungen auf bayrischen Praxisbetrieben ergeben zwar eine genügende Qualität der Zellzahl in der Tankmilch der Betriebe, es wird jedoch von einem Anstieg der Zellzahlen nach der Umstellung der Betriebe berichtet (WENDL et al. 2001)

3. Milchfettgehalt

Verschiedene Autoren berichten über einen Anstieg der freien Fettsäuren mit dem Einsatz von Melkrobotern. Dieses würde das fehlende Fett erklären. Als Gründe werden die kürzeren Melkintervalle, sowie der höhere Lufteinlass beim Ansetzen der Melkbecher angegeben, auch das schnelle Kühlen oder das Pumpen der Milch werden als Ursachen genannt (DE KONING et al. 2002). Auch in unserer Untersuchung wurde ein geringerer Milchfettgehalt in 2001 und 2002 festgestellt, jedoch wird in 2003 der gleiche Milchfettgehalt erzielt wie in der Vergleichsgruppe. Dies könnte jedoch auch zufällig durch die Kühe verursacht sein, da die Varianz zwischen Kühen sehr hoch ist (Minimum 3,9 % und Maximum 5% Fett je l). Bei uns wird die Varianz durch den Einsatz zweier Rassen vergrößert, da die Braunviehkühe aufgrund ihrer Genetik hohe Milchfettprozentage vererben.

4. Kraftfutterzuteilung

Bei hohen Milchleistungen erscheint es sinnvoll neben der Kraftfuttergabe im Roboter zusätzlich einen Transponder für die Versorgung mit der notwendigen Energie und Protein zu benutzen, damit der Kuh das Kraftfutter in kleinen Mengen zugeteilt wird (PRESCOTT, 1996; KETELAAR-DE-LAUWERE, 1999). In unserer Untersuchung konnten wir keinen positiven Effekt der Teilung der Kraftfuttergabe auf den Verzehr und die Leistung feststellen. Im Gegenteil führte die TMR zu den besten Aufnahmen in der Robotergruppe.

5. Vergleich Selektiv gesteuerter gegenüber Freiem Tierverkehr am Roboter

Es gibt mehrere mögliche Arten von Kuhverkehr in Kombination mit dem automatischen Melken. Neben den von uns untersuchten freien und selektiv gesteuerten Tierverkehr existiert in der Praxis häufig auch der vollständig gesteuerte Kuhverkehr (durch Einwegtore zwischen Liege- und Fressbereich). Untersuchungen von Tierverhaltensspezialisten zum vollständig

gesteuerten Kuhverkehr zeigen negative Auswirkungen beim Tier wie eine mögliche Reduktion der Liegezeiten und der Fresszeiten (KETELAAR-DE-LAUWERE et al. 1998, 1999; METZ-STEFANOWSKA et al., 1993, WINTER et al., 1992). Werden jedoch alle drei Tierverkehrsformen verglichen (THUNE et al. 2002) liegt der selektiv gesteuerte Tierverkehr bei den Melkungen je Kuh und Tag in der Mitte zwischen dem freien und dem vollständig gesteuerten Kuhverkehr. Wir haben keine Auswirkung auf die Milchleistung bei freiem Tierverkehr beobachtet, die Werte waren nur in der Tendenz unterschiedlich zugunsten des selektiv gesteuerten Kuhverkehrs. Jedoch war die Arbeitszeit zum Holen säumiger Kühe deutlich vermindert und auch das Eingewöhnen der Kalbinnen geschieht mit dem Selektionstor deutlich schneller als ohne (die Zeiten wurden jedoch nicht festgehalten, da wir dieses nicht systematisch untersucht haben). Bei HARMS et al. (2002) wurde die gleiche Futteraufnahme bei selektiv gesteuertem Kuhverkehr beobachtet wie bei freiem Kuhverkehr. Der einzige Nachteil sind Warteschlangen vor dem Roboter, die bei freiem Kuhverkehr ganz ausbleiben. Aufgrund der geringen Tierzahl am Roboter konnten wir diesen Effekt bei uns nicht beobachten.

6. Nutzungsdauer

Wir hatten mehr Ausscheidungen beim Roboter im Vergleich zur Melkstandgruppe. Auffällig war, dass der Charakter eine gängige Abgangsursache war, die häufiger auftrat. Auch Landwirte bestätigen in der Praxis, dass die Wahl des Zuchtstieres einen Einfluss auf das automatische Melken ausüben kann. Einige Linien lassen sich hervorragend mit dem Melkroboter melken, andere gehen schlecht (SIEBER, 1999).

6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie zum Einsatz eines automatischen Melksystems unter österreichischen Rahmenbedingungen sind zwei Gruppen mit jeweils 30 Kühen, davon die Hälfte Braunvieh und die Hälfte Fleckvieh miteinander verglichen worden. Die eine Gruppe wurde in einem Melkstand der Firma HAPPEL (Deutschland), die andere Gruppe in einem Melkroboter der Firma LELY Ind. (Holland) gemolken.

Die Ergebnisse zur Milchleistung zeigen direkt nach der Umstellung der Kühe vom Melkstand zum Roboter einen Milchleistungsrückgang, der korreliert war mit einer Erhöhung der Zellzahl. Nach dem 1. Betriebsjahr stieg die Milchleistung wieder an und die Zellzahl sank kontinuierlich ab. Ab dem 2. Jahr nach der Umstellung ergaben sich bei Korrektur der Milchleistungen nach der Laktationsnummer keine Unterschiede zwischen den Gruppen. Eine Leistungssteigerung wurde durch das automatische Melken jedoch nicht erzielt. Die durchschnittliche Melkfrequenz betrug 2,4 – 2,6 Melkungen je Kuh und Tag.

Die Ergebnisse zur Fütterung zeigen deutliche Vorteile in Bezug auf die Milchleistung bei Einsatz von Teil-TMR und TMR- Rationen gegenüber nicht gemischten Rationen. Beim Roboter ist es aus Gründen der besseren Gewöhnung neuer Kühe günstig mit Teil-TMR und zusätzlichem Kraftfutter im Roboter zu arbeiten. Die Grundfutteraufnahme wurde durch den Roboter positiv beeinflusst, die Robotergruppe zeigte höhere Grundfutteraufnahmen als die Kontrollgruppe. Dieser Effekt war bei der TMR größer als bei den anderen Rationstypen.

Die Weide wurde in 2002 und 2003 durchgeführt. Bei 30 Kühen am Roboter wirkte sich diese nicht nachteilig auf die Tiergesundheit aus, die Milchleistung war in diesem Abschnitt jedoch signifikant geringer als bei alleiniger Stallfütterung. Allenfalls könnte eine 5- stündige Weide mit dem Roboter unter Aufrechterhaltung der Leistung realisiert werden. Dabei muss die Weide direkt neben dem Stall lokalisiert sein.

Der selektiv gesteuerte Tierverkehr bewirkt am Melkroboter eine schnellere Eingewöhnung neuer Kühe, der Melkrhythmus stellt sich schneller ein als beim Freien Tierverkehr. Die Kühe gewöhnen sich auch nicht daran, dass das Personal sie holt. Somit kann man einen deutlichen Arbeitszeiteffekt beobachten.

Die Selektionsrate (Anzahl abgehender Kühe) ist mit dem Roboter höher als mit einer konventionellen Melkanlage. Dies sind vor allem Kühe, die beim Melken das Melkzeug

abschlagen und Kühe, die aufgrund ungeeigneter Euterform oder zu geringer Milchleistung nicht gut ausgemolken werden. Insgesamt wurden in Wieselburg 13% der Kühe aufgrund Roboterbedingter Ursachen ausgeschieden. Unsere Empfehlung ist es eine Milchleistung von mindestens 8.000 kg je Kuh und Jahr bei Einsatz eines Melkautomaten anzustreben, da die meisten Ausscheidungen mit zu geringer Milchleistung und auch schlechter Melkbarkeit in Zusammenhang stehen.

7. Summary

In the present study about use of an automatic milking system under Austrian prevailing conditions two groups of 30 cows each were compared. One group was milked in a conventional milking parlour (HAPPEL, Germany) , the other was milked in an automatic milking system (LELY Ind., The Netherlands).

Results of milk yield show in the first year of automatic milking a depression that was correlated with somatic cell content. In the second and third year of the project the milk yield increased to the same level as the control group (parlour) and the somatic cell content decreased. From the second year to the end of the project milk yield results showed no significant differences between the two groups. There was no more yield earned with a milking frequency of 2.4-2.6 milkings per cow and day.

Results of the feeding trials show higher feed intake with total mixed and partial mixed rations compared to a ration without concentrates added. Cows did adapt themselves more quickly to the automatic milking system if a partial mixed ration was offered at the feeding gate in combination with concentrate feeding in the robot system. The robot group showed a higher feed intake in the trials compared to the control group, especially when the TMR was offered at the feeding gate.

Cows were grazed in 2002 and 2003. Cow health remained on the same level, milk yield was significantly lower compared to the feeding without grazing. The robotic milking did function in combination with grazing, but the time budget of the cows being milked was lower. Pasture should be situated directly near the barn to avoid long distances.

The selected guided cow traffic had a positive impact on the time the new cows need to get suited to the robotic system. The number of fetched cows decreased significantly using the selection gate. This reduces the labour time for the farmer.

The number of cows that were culled was higher with the robotic system than with the milking parlour system. Within the project 13.3 % of cows were culled because of unsuitable udder conformation.

8. Schlussfolgerungen

Mit Melkrobotern kann ein zufrieden stellendes Ergebnis in Hinblick auf die Milchqualität genauso erzielt werden, wie mit einer konventionellen Melkanlage. Die Qualität der Euterform sollte jedoch überdurchschnittlich gut sein, da Euterformen, die eher an der Grenze zum automatischen Melkbecheransetzen liegen, in Hinblick auf einen erfolgreichen Melkprozess als problematisch einzustufen sind. Bestände mit hoher Milchleistung sind in erster Linie für den Einsatz eines Melkroboters zu bevorzugen, da in der Regel Hochleistende Kühe gute Euterformen besitzen. Milchleistungssteigerungen sind im ersten Jahr nach der Inbetriebnahme noch nicht sofort zu erwarten, sondern erst wenn das Management sich an die neue Technik angepasst hat. In Hochleistungsherden wird der Zugewinn an Milch durch die höhere Melkfrequenz größer sein, als bei durchschnittlichen Beständen. Für die Rinderzucht stellt der Roboter höchste Ansprüche an die Klauen, Fundamente, Euterform und Zitzenstellung sowie eine gute Zentralbandaufhängung um eine lange Nutzungsdauer erzielen zu können.

9. Anhang

Tab.36: Versuchskühe der Robotergruppe (Nov 2000 bis Nov 2003)

Name	Rasse	Versuch ab	Versuch bis	Ursache
1230	BV	09.2001		
1935	BV	10.2001	02.2002	Temperament/Euter (schlägt)
2067	FL	Beginn	02.2003	Sehnenzerrung
2074	FL	Beginn	02.2002	Zellzahl, Leistung
2085	FL	Beginn	07.2003	Unfruchtbarkeit (zähmelkend)
2091	FL	Beginn	10.2001	Scheidenvorfall
2092	FL	Beginn	01.2002	Euter <24 cm Bodenabstand
2103	FL	Beginn	08.2003	Unfruchtbarkeit (Grenzeuter, Zitzenstellung hinten 30°)
2130	FL	Beginn		
2978	BV	01.2002		
3827	BV	02.2002		
3863	BV	11.2001		
4192	BV	04.2001	02.2002	Zitzen hinten nicht AMS – tauglich (30°), Unfruchtbarkeit
4531	FL	Beginn	10.2002	Eitrige Klaue, Zellzahl
4586	FL	Beginn	07.2001	Zellzahl, BU (Staph. Aureus)
4600	FL	02.2001	08.2003	Euter 3-strichig, BU (Staph. Aureus)
4659	FL	11.2002		
4672	FL	03.2003		
4782	FL	03.2003		
4811	BV	07.2003		
4814	FL	08.2003		
5330	BV	Beginn		
5489	BV	02.2001		
6208	BV	Beginn	10.2001	BU (Staph. Aureus)

7050	BV	Beginn	01.2002	Spätabort
7209	BV	01.2001		
7211	BV	Beginn	07.2001	Lahmheit / schlägt Roboter
7226	BV	04.2001	10.2002	Gebärmutterdrehung
7286	FL	10.2003		
7654	FL	Beginn	01.2002	Unfruchtbarkeit
7695	BV	Beginn	07.2001	Unfruchtbarkeit (laktierend gekauft)
8289	BV	02.2001	01.2002	Unfruchtbarkeit
8442	BV	Beginn		
8911	BV	Beginn		
9020	FL	12.2000		
9034	FL	01.2001		
9039	FL	01.2001		
9041	FL	05.2001	09.2003	Zellzahl, 3-strichig
9075	FL	01.2002	07.2002	Spätabort (Leistung)
9095	FL	07.2001		
9103	FL	10.2001		
9135	BV	Beginn	06.2003	Eierstocktumor
9369	FL	03.2002		
9375	FL	02.2002		
9380	FL	01.2002	03.2002	Temperament (verweigert Zugang Roboter)
9432	BV	02.2002		
9440	FL	03.2003		
9446	BV	Beginn		
9474	BV	10.2002		
9476	BV	02.2003		
9924	BV	Beginn		
9980	FL	07.2003		

Tab 37 : Versuchskühe der Kontrollgruppe (Nov 2000 bis Nov 2003)

Name	Rasse	Versuch ab	Versuch bis	Ursache
0687	BV	Beginn		
2050	FL	Beginn		
2051	FL	Beginn	10.2003	Unfruchtbarkeit, BU Staph. aureus
2063	FL	11.2001		Verendung n. Abkalbung
2069	FL	Beginn		
2111	FL	Beginn	01.2003	Klauen
2128	FL	Beginn	01.2002	Schweregeburt / Leistung
2129	FL	01.2001	01.2002	Unfruchtbarkeit/ Leistung
3707	BV	Beginn		
3920	BV	04.2001		
4293	BV	Beginn		
4324	FL	Beginn	10.2002	Klauen
4501	FL	Beginn		
4583	FL	Beginn		
4651	BV	11.2002		
4657	FL	10.2002		
4798	BV	06.2003		
4799	FL	05.2003		
6271	BV	Beginn		
6608	BV	04.2001	10.2003	BU Staph. aureus
7214	BV	Beginn	06.2001	Unfruchtbarkeit/ Leistung
7285	BV	10.2003		
7295	FL	11.2003		
7652	FL	Beginn	01.2002	Rückenverletzung
7653	FL	Beginn	11.2003	Uterusriss nach Abkalbung
7655	BV	Beginn	04.2002	Drillingsgeburt, Stoffwechsel
8110	BV	02.2001		
8114	BV	02.2001	06.2003	Klauen
8212	BV	Beginn		
8552	BV	Beginn		

9024	BV	Beginn		
9032	FL	01.2001		
9043	FL	06.2001	09.2001	Zellzahl (Staphylokokken)
9062	FL	01.2002		
9066	FL	09.2001	04.2003	Unfruchtbarkeit
9082	BV	06.2001		
9085	FL	01.2002		
9094	FL	01.2002		
9108	FL	11.2001		
9410	BV	Beginn		
9416	BV	Beginn	11.2002	Klauen
9422	FL	04.2002		
9452	BV	06.2001		
9468	FL	01.2003		

10. Literaturquellen

ARTMANN, R. (2003) Melkkapazität und Milchleistungssteigerung beim Einsatz von Einzelboxmelkverfahren 6th Conference Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming 25.-27 März in Vechta, Germany S.118-123

ABENI, F., DEGANI, L.; CALZA, F (2004)

Introduction of AMS in Italian dairy herds: Preliminary observations on milk fat parameters for long ripening cheese production with primiparous dairy cows

Automatic milking- a better understanding, Symposium on Automatic Milking, Lelystad, The Netherlands (2004), Hrg. Wageningen Publishers pp.357-358

BAINES, J. Managing the change to a robotic milking system.III-9. Proc. of the First North American Conference on Robotic Milking, I 1-11, Toronto, Canada, March 2002.

BILLON, P.; TOURNAIRE, F. Impact of automatic milking systems on milk quality and farm management:The French Experience.V-59. Proc. of the First North American Conference on Robotic Milking, I 1-11, Toronto, Canada, March 2002.

BJERRING, M.; RASMUSSEN, M.D. Vacuum Fluctuations in the liner during automatic milking. II-64 Proc. of the First North American Conference on Robotic Milking, I 1-11, Toronto, Canada, March 2002.

BOULLY, J. (1999)

Udder traits selection and breeding priorities under robotic milking systems.

KTBL -Arbeitspapier (2000) S.65 ff.

DLG - test.de. (Ausgabe 2, 2002) Das Net-Magazin für Landtechnik. Titelthema: Milchproduktion. Hrg.: Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG). Groß-Umstadt, Deutschland.

VAN DOOREN , H.J. (2002) Automatic milking and grazing Table 5. p11

In: Report zum EU-Projekt Automatisches Melken. [http://www. Automaticmilking.nl](http://www.Automaticmilking.nl)



FISCHER, BERND (2001) Zur Versorgung von Milchkühen mit Mischrationen

BAL -Bericht über die 28. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 2.-3. Mai, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, S.37-46

FÖRSTER, M. (2000) Zuchtanforderungen an das Rind im automatischen Melksystem. In: Automatische Melksysteme KTBL -Schrift 395; Hans Schön (Hrg.), Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt 2000, S. 69-74

FÜBBEKER, A.; KOWALEWSKI, H.H. (2000) Bewertung durch die Praxis

In: Automatische Melksysteme KTBL -Schrift 395 Hans Schön (Hrg.), Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt 2000, S. 137-142

GRÜNER BERICHT (2004) Österreichs Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2004 S.7 Milchleistungskontrolle

HARMS, J. (2001) Gesteuerter Kuhverkehr oder freier Kuhverkehr

Vortrag auf der 1. Arbeitskreistagung Melkroboter 30.01.2001 in der Bayrischen Landesanstalt für Tierzucht, Grub

HARMS, J., WENDL, G., SCHÖN, H. (2002)

Influence of cow traffic on milking and animal behaviour in a robotic milking system.

1 st North American Conference on ROBOTIC MILKING March 20-22 (2002), Toronto, Canada pp. II-8-II14

HALACHMI, I., ADAN, I.J.B.F., van der Wal, J., van Beck, P., Heesterbeek, J.A.P. (2003)

Designing the optimal robotic milking barn by applying a queuing network approach

Agricultural Systems 76 (2003) 681-696

HERRE, A. (1996)

Möglichkeiten der Tierernährung hinsichtlich Milcheiweißgehalt

DGFZ -Schriftenreihe Heft 6 – Milchinhaltsstoffe und Milchqualität 77-82

HOGVEEN, H.; VAN LENT, J.H.; JAGTENBERG, C.J. (1998)

Free and one-way cow traffic in combination with automatic milking. Proceedings of the Fourth International Dairy Housing Conference, St. Louis, Missouri, USA, 28-30. Januar 1998 S.209ff.

IPEMA, A.H.; KETELAAR-DE LAUWERE, C.C.; DE KONING, C.J.A.M.; SMITS, A.C.; STEFANOWSKA, J. (1997)

Robotic milking of dairy cows. Beiträge zur 3. Int. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Kiel, Deutschland, S.290-297

JAGTENBERG; K. UND KONING, K. (1999)

Den Kuhverkehr richtig planen. Melkroboter für Ihren Betrieb? Top Agrar Extra.

Landwirtschaftsverlag GmbH Münster-Hiltrup, Deutschland, 1. Auflage 1999, S. 26-29.

KETELAAR-DE LAUWERE, C.C., HENDRIKS, M.M.W.B., METZ, J.H.M., SCHOUTEN, W.G.P. (1998)

Behaviour of dairy cows under free or forced cow traffic in a simulated automatic milking system environment. Appl. Anim. Behav. Sci. 56, S.13-28

KETELAAR-DE LAUWERE, C.C., IPEMA, A.H., METZ, J.H.M., NOORDHUIZEN, J.P.T.M., SCHOUTEN, W.G.P. (1999)

The influence of the accessibility of concentrate on the behaviour of cows milked in an automatic milking system. Netherlands Journal of Agricultural Science 47, S.1-16

DE KONING, K. (2001)

Automatic milking: Chances and challenges

In. Physiological and Technical Aspects of Machine Milking Nitra, Slovak Republic 26-27.

June 2001: ICAR TECHNICAL SERIES No. 7, pp. 131-139

KONING, K. DE, HUISMANS, P. (2001) Quality system for milking machine maintenance

Res. Inst. Anim. Husb., PV-Lelystad, Kwaliteitsorg Onder. Melkinstal., KOM- Lelystad, Netherlands In: Physiological and Technical Aspects of Machine Milking - International Conference Nitra June 26.-27. 2001

KONING, C.J.A.M. DE, Y. VAN DER VORST & A. MEIJERING, 2002. Automatic milking experience and development in Europe. Proc. of the First North American Conference on Robotic Milking, I 1-11, Toronto, Canada, March 2002.

LIND, O; IPEMA, A.H.; DE KONING, C., MOTTRAM, T.T.; HERMANN, H.-J. (2000) Automatic Milking. IDF, S.26 ff.

MACUHOVÁ, J., TANCIN, V., BRUCKMAIER, R.M. (2003)

Oxytocin release, milk ejection and milk removal in a multi-box automatic milking system
Livestock Prod. Sci. 81 (2003) 139-147

METZ-STEFANOWSKA, J.; IPEMA, A.H.; KETELAAR-DE LAUWERE, C.C.;
BENDERS, E. (1993)

Feeding and drinking strategy of dairy cows after the introduction of one-way traffic into
loose housing system, in the context of automatic milking. In: Collins, E.C. & Boon, C.
(Herausgeber). International Livestock Environment IV, ASAE 03-93, Michigan, USA,
S.319-329

MORITA, S., DEVIR, S., KETELAAR-DE LAUWERE, C.C., SMITS, A.C., HOGEVEEN,
H. METZ, J.H.M. (1996) Effects of Concentrate Intake on Subsequent Roughage Intake and
Eating Behavior of Cows in an Automatic Milking System. J. Dairy Sci. 79: 1572-1580

PRESCOTT, N.B. (1996)

Dairy cow behaviour and automatic milking. PhD-thesis, Bristol University. England S.290
ff.

PRESCOTT, N.B.; MOTTRAM, T.T.; WEBSTER, A.J.F. (1996)

Experiments studying the interaction between dairy cow behaviour and automatic milking.
Livestock environment 5, Volume 2. Proc. of the 5th International Symposium, Bloomington,
Minnesota, USA, 29-31 May, 1996, 1090-1097

SCHÖN, H.; WENDL, G.; PIRKELMANN, H. (1997)

Technik, Arbeitsorganisation und Management bei Automatischen Melksystemen (AMS).
KTBL- Arbeitspapier Automatisches Melken. Technischer Vergleich, erste
Versuchsergebnisse und Erfahrungen, bauliche Lösungen, züchterische Konsequenzen,
wirtschaftliche Bewertung 1997, No. 248, S.11 ff.

SEDLMEYER, F., HARMS, J., KLINDTWORTH, K. (2001)

Untersuchungen zum Einsatz von automatischen Melksystemen in landwirtschaftlichen
Betrieben in Bayern

Gelbes Heft 73- Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten



SIEBER, OTTO (2001) Der Melkroboter in meinem landwirtschaftlichen Betrieb- ein Erfahrungsbericht. Vortrag Agritronica Mold 26.01.2001

SLAGHUIS, B.A., BOS, K., DE JONG, O., TUDOS, A.J., TE GIFFEL, M.C., DE KONING, K. (2004)
Robotic milking and free fatty acids.
Automatic milking- a better understanding, Symposium on Automatic Milking, Lelystad, The Netherlands (2004), Hrg. Wageningen Publishers pp.341-347

SONCK, B.R. (1996)
Labor organisation on robotic milking dairy farms. PHD-thesis, Wageningen, Niederlande

SPÖRNDLY, E.; WIKTORSSON, H. In: Automatic milking and Grazing .Swedish Surveys. Research information about the EU-project on automatic milking. (2002).

THUNE, R.O., A.M.BERGGREN, L.GRAVAS, H.WIKTORSSON .Barn Layout and Cow Traffic to optimise the capacity of an automatic milking system. II-45. Proc. of the First North American Conference on Robotic Milking, I 1-11, Toronto, Canada, March 2002.

VEYSSET, P., WALLET, P., PRUGNARD, E. (2001)
Automatic milking systems: Characterising the farms equipped with AMS, impact and economic simulations
Physiological and Technical Aspects of Machine Milking, Nita Slovak Republic 26-27 June 2001, ICAR TECHNICAL SERIES No. 7, p.141-150

VOLLEMA, A. (1999) Züchten Sie Temperamentvolle und aktive Kühe.
In: Top Agrar extra- Melkroboter für Ihren Betrieb-Landwirtschaftsverlag GmbH Münster 1. Aufl. 1999 S.62-64

WENDL, G, SEDLMEYER, F., HARMS, J., KLINDWORTH, K. (2001)
Untersuchungen zum Einsatz von automatischen Melksystemen in landwirtschaftlichen Betrieben in Bayern. Gelbes Heft 73, Bayrisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten S.45

WIKING, L., BJÖRCK, L., NIELSEN, J.H. (2004)

Impact of size distribution of milk fat globules on milk quality affected by pumping.

Automatic milking- a better understanding, Symposium on Automatic Milking, Lelystad, The Netherlands (2004), Hrg. Wageningen Publishers pp.348-356

WINTER, A.; TEVERSON, R.M.; HILLERTON, J.E. (1992)

The effect of increased milking frequency and automated milking systems on the behaviour of the dairy cow. In: Ipema, A.H.; Lippus, A.C.; Metz, J.H.M.; Rossing, W. (Herausgeber) Proceedings of the International Symposium on Prospects for Automatic Milking (EAAP Publication No. 65), Wageningen, Niederlande, S. 261-269.

WIRTZ, N.; OECHTERING, K.; THOLEN, E.; TRAPPMANN, W. Comparisons of an automatic milking system to a conventional milking parlour.III-50. Proc. of the First North American Conference on Robotic Milking, I 1-11, Toronto, Canada, March 2002.



Danksagung

Wir möchten uns beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft für die Finanzierung des Projektes bedanken.

Bei allen Kooperationspartnern bedanken wir uns für die Zusammenarbeit im Projekt.