

# Auswirkungen eines automatischen Melksystems auf Management, Tiergesundheit und Tierverhalten von Kühen

A. RÖMER, D. LEXER, J. TROXLER und S. WAIBLINGER

## Einleitung

Durch häufigeres Melken erhoffte Milchleistungssteigerung bei gleichzeitiger Arbeitsentlastung des Landwirts sowie der Wunsch nach mehr Flexibilität bei der Arbeitszeitgestaltung führten zur Entwicklung automatischer Melksysteme (AMS, Melkroboter). Diese sind seit 1992 kommerziell erhältlich.

Der Einsatz eines Melkroboters stellt geänderte Ansprüche an das Herdenmanagement (vermehrte Tierbeobachtung, Kontrolle des Melkerfolges anhand computergestützter Daten, 24-Stunden-Rufbereitschaft im Falle technischer Gebrechen). Die Tiere müssen ihren Melkrhythmus nicht mehr den vom Menschen vorgegebenen Melkzeiten anpassen, sondern können diesen – im Idealfall – nun selbst bestimmen.

Doch auch in einem automatischen Melksystem finden sich Problembereiche, von denen einige u.a. auch unter dem Aspekt der Tiergerechtigkeit kritisch zu diskutieren sind. Der laut Idealkonzept über 24 Stunden freier Zugang zum Melken kann durch festgelegte mögliche Melkungen pro Kuh und Tag (UMSTÄTTER und KAUFMANN 2001) sowie durch Reinigungsphasen des Roboters limitiert werden. Kühe mit Fehlmelkungen oder Kühe, welche nicht selbständig den Melkroboter aufsuchen, müssen nachgetrieben werden. Dadurch steigt der Arbeitsaufwand bei freiem gegenüber dem selektiv gesteuerten Tierverkehr (HARMS et al. 2002) und zu lange Zwischenmelkzeiten können sich negativ auf die Eutergesundheit auswirken (PALLAS 2002).

Der überwiegende Teil bisher vorliegender Untersuchungen zu Melkrobotersystemen wurde mit Kühen der Rasse Hol-

stein Friesian durchgeführt. Dagegen finden sich in österreichischen Milchviehbetrieben großteils Kühe der Rassen Fleckvieh (über 70 %) und Braunvieh (ca. 17 %), die in Österreich größtenteils in Anbindehaltung gehalten werden.

Um Aussagen über den Einsatz eines Melkroboters unter diesen österreichspezifischen Bedingungen zu erhalten, wurde das Kooperationsforschungsprojekt 1206 „Einsatz eines automatischen Melksystems unter österreichischen Rahmenbedingungen“, gefördert vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, durchgeführt.

## Zielstellung

Ziele des Gesamtprojektes waren, unter Berücksichtigung verschiedener Managementbedingungen, mögliche Auswirkungen eines Melkroboters

- auf die Futteraufnahme, die Milchleistung, die Nutzungsdauer der Tiere zu untersuchen (BVW Wieselburg)
- auf die Eutergesundheit und Milchqualität zu untersuchen sowie die Melktechnik zu überprüfen (AGES Wolfpassing)
- sowie auf das Verhalten, physiologische Belastungsreaktionen und die Gesundheit der Tiere zu untersuchen, um eine Beurteilung dieses Systems bezüglich der Tiergerechtigkeit zu ermöglichen (Institut für Tierhaltung und Tierschutz, VUW).

Zusätzlich wurde eine ökonomische Bewertung durchgeführt (Institut für Agrarökonomie, BOKU).

In dem vorliegenden Artikel werden Ergebnisse zu den Bereichen Management, Milchleistung, Milchinhaltsstoffe und Nutzungsdauer (Teil 1 – BVW Wiesel-

burg), Klauengesundheit und Lahmheit, Tierverhalten sowie Belastungsparametern (Teil 2 – Institut für Tierhaltung und Tierschutz, VUW) näher dargestellt.

## Versuchsaufbau

Das Projekt wurde im 1999 neu erbauten Laufstall für ca. 120 Kühe der BVW Wieselburg von Ende November 2000 bis Ende September 2004 durchgeführt. Zur Verfügung standen zwei Versuchsgruppen zu je 30 Kühen (je 15 Fleck- und 15 Braunvieh). Die Tiere wurden aus der bestehenden Herde (19 laktierende Fleck-, 18 laktierende Braunviehkühe der 1. bis 3. Laktation sowie Kalbinnen) nach bestimmten Kriterien ausgewählt und den Gruppen unter Berücksichtigung einer ausgeglichenen Altersverteilung zufällig zugeteilt. Die Auswahlkriterien waren neben dem Alter und der Rasse die Eutergesundheit, die Euterform (Stellung der Zitzen, Höhe des Euters) sowie die Melkbarkeit. Innerhalb einer 6-monatigen Vorversuchsphase wurden die Tiere an das System gewöhnt. Beide Gruppen waren in demselben Außenklimastall in zwei getrennten Abteilen aufgestellt (Spaltenboden, Hochboxen mit Weichgummimatten „Farmat“® und Strohhackseinstreu, 2 Tränken pro Abteil, 2 Kraftfutterstationen je Gruppe – davon eine im Melkroboter). Jede Kuh hatte ihren eigenen Fressplatz (American Calan Inc., USA), um die Grundfutteraufnahme täglich tierindividuell erfassen zu können. Die Tiere der Kontrollgruppe wurden jeweils morgens und abends in einem 2 x 6 Fischgrätenmelkstand (Happel Ltd., Germany) gemolken. Die Melkung der Robotergruppe erfolgte in einem Einzelbox-Melkroboter (Astronaut® F30, Lely Industries NV, Netherlands). Dieser wurde in zwei

**Autoren:** Dr. Andrea RÖMER, Landwirtschaftliche Bundesversuchswirtschaften GmbH Wieselburg, Rottenhauserstraße 32, A-3250 WIESELBURG, email: roemer@bv.w.at, Dr. med.vet. Daniela LEXER, Univ.-Prof. Dr. Josef TROXLER, Dr. Susanne WAIBLINGER, Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, A-1210 WIEN, email: daniela.lexer@vu-wien.ac.at

Varianten des Kuhverkehrs – selektiv gesteuert und frei – betrieben. Freier Kuhverkehr ermöglicht den Kühen ungehinderten Zugang zu Liege- und Fressbereich ohne den Melkroboter passieren zu müssen. Bei selektiv gesteuertem Kuhverkehr sind Liege- und Fressbereich durch ein vom Roboter gesteuertes Selektionstor getrennt. Noch nicht melkberechtigte Tiere können über dieses unter Umgehung des Melkroboters zum Futtertisch gelangen. Kühe, die zum Melken müssen, können dieses Tor nicht passieren und werden retour geleitet.

Die Melkungen der Kühe wurden vom Stallpersonal 2 x täglich überprüft. Kühe ohne erfolgreiche Melkungen mussten vom Personal zum Melkroboter geführt werden. Trockenstehende Kühe wurden in den Versuchsgruppen belassen.

*Tabelle 1* zeigt den Versuchsplan der Fütterungsvarianten in Kombination mit den Kuhverkehrsvarianten.

Von der BVW wurden folgende Daten erhoben: Futteraufnahme (täglich), Milchleistung (täglich), Lebendmasse (wöchentlich), Milchinhaltsstoffe (wöchentlich, Untersuchung in Gmünd), Futterqualität (mind. 2 Proben je Silo und Erntejahr, Untersuchung im Labor Rosenau). Beim Fütterungsversuch wurden nacheinander zwei Rationstypen geprüft: Totalmischration (TMR) und Teilmischration (AGR).

## Ergebnisse und Diskussion zu Management, Milchleistung, Milchinhaltsstoffe und Nutzungsdauer<sup>1)</sup>

### Milchleistung

In den *Abbildungen 1 bis 3* wird die Milchmenge der beiden Gruppen in Abhängigkeit von Versuchsjahr und Monat

dargestellt. In 2001 waren die Milchmengen je Kuh und Monat in der Robotergruppe signifikant niedriger im Vergleich zur Kontrollgruppe. In 2002 waren die Milchmengen nicht signifikant unterschiedlich zwischen den beiden Gruppen. Im letzten Versuchsjahr 2003 war die Leistung in der Kontrollgruppe ohne Korrektur der Laktationsnummer signifikant höher, jedoch nach Korrektur auf gleiche Anzahl Laktationen sind die Leistungen nicht signifikant unterschiedlich. In der Robotergruppe wurden in den ersten beiden Versuchsjahren mehr Kühe ausgeschieden als in der Kontrollgruppe. Die Kühe wurden durch Kalbinnen ersetzt, so dass sich ein Unterschied in den Laktationsnummern zwischen den Gruppen feststellen lässt (s. Nutzungsdauer).

Die *Abbildungen 4 und 5* zeigen die nach der Laktationsnummer korrigierte Leistung der beiden Gruppen in der 2. Laktation. Eine Varianzanalyse der Daten ergab keine signifikanten Unterschiede der Leistungen.

### Diskussion

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 gerin-

gere 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 aufgrund von technischen Störungen auch öfters kurzfristig außer Betrieb. Diese wirkt sich nicht positiv auf die Melkfrequenz am Roboter aus.

### Milchleistung in Abhängigkeit von der Art des Kuhverkehrs

In *Tabelle 2* werden die Ergebnisse der Tiersteuerung gezeigt. Die gesamt ermittelte Milchleistung am Melkroboter unterschied sich nicht signifikant aufgrund der Tiersteuerung. Bei selektiv gesteuertem Tierverkehr war jedoch in jedem Fall eine deutliche Reduktion der Arbeitszeit zum Holen säumiger Kühe zu beobachten. Bei freiem Kuhverkehr mussten etwa 15 % der Kühe geholt werden, wohingegen bei selektiv gesteuertem Tierverkehr nur 5 % der Kühe geholt werden mussten. Die Melkfrequenz betrug zwischen 2,4 und 2,6 Melkungen je Kuh und Tag.

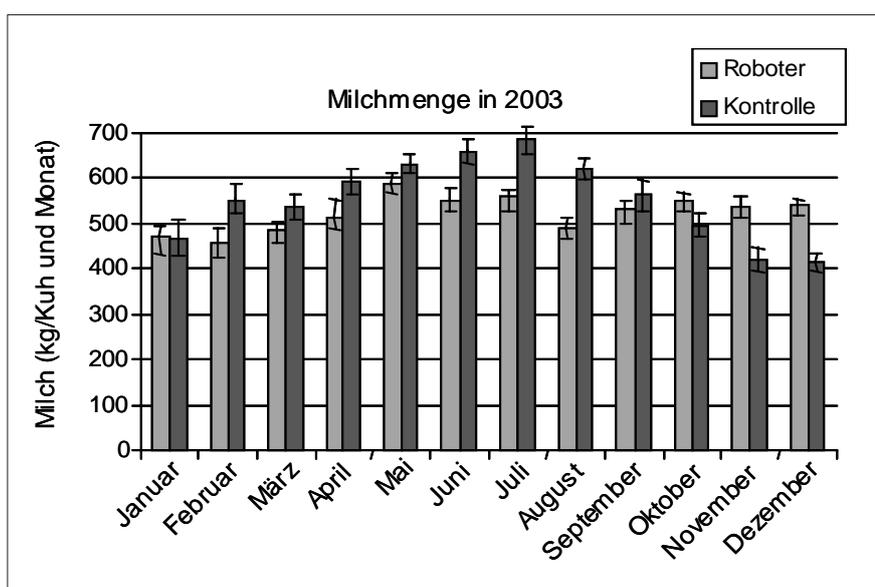
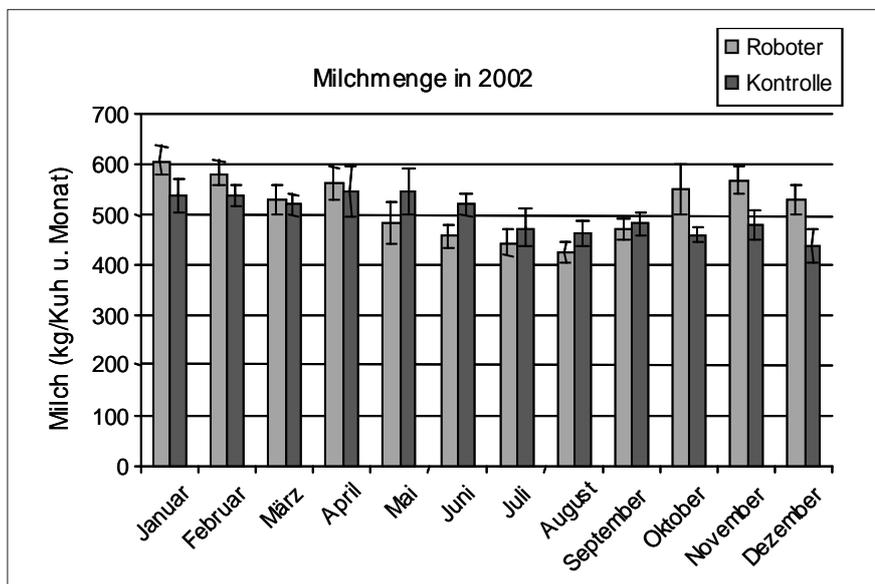
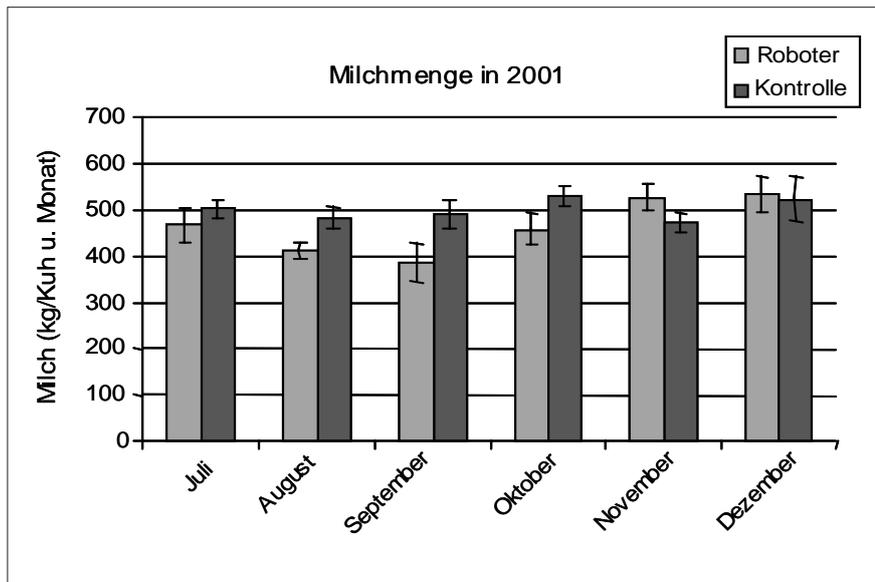
### Diskussion

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

*Tabelle 1: Versuchsplan für Fütterung und Management*

Jahr	Versuchsdauer	Rationstyp	Tierverkehr am Roboter
2001	2 Monate	AGR	Selektiv gesteuert
	2 Monate	TMR	Selektiv gesteuert
2002	2 Monate	AGR	Frei
	2 Monate	TMR	Frei
2003	2 Monate	TMR	Selektiv gesteuert
	2 Monate	AGR	Selektiv gesteuert
	2 Monate	AGR	Frei
	2 Monate	TMR	Frei

<sup>1)</sup> Teil 1 – BVW Wieselburg



Abbildungen 1-3: Milchmenge in Abhängigkeit von Versuchsjahr und Monat

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. Die Arbeitszeiten zum Holen von säumigen Kühen waren bei uns im selektiv gesteuerten Tierverkehr gegenüber dem freien Tierverkehr deutlich vermindert (etwa 5 gegenüber 15 % der Kühe mussten geholt werden). Dies zeigte sich vor allem bei der Eingewöhnung neuer Kühe zum Roboter.

Bei HARMS et al. (2002) wurde die gleiche Futteraufnahme bei selektiv gesteuertem Kuhverkehr beobachtet wie bei freiem Kuhverkehr.

### Milchinhaltstoffe

In Tabelle 3 werden die gemittelten Milchinhaltstoffe Fett, Eiweiß, Laktose, Harnstoff sowie die Zellzahl der beiden Gruppen gezeigt. In 2001 zeigte sich ein signifikant geringerer Milchfettgehalt in der Robotergruppe. In 2002 war der Milchfettgehalt ebenfalls in der Robotergruppe tendenziell etwas niedriger als in der Kontrollgruppe, in 2003 wiesen beide Gruppen jedoch fast gleiche Milchfettgehalte auf. Die Milchzellzahl war in 2001 und in 2003 in der Robotergruppe höher als in der Kontrollgruppe. Der Unterschied beträgt etwa 20.000 Zellen je l. Die Eiweiß-, Laktose-, und Harnstoffgehalte unterschieden sich nicht zwischen den Gruppen. Der Laktosegehalt war tendenziell etwas höher in der Kontrollgruppe im Vergleich zur Robotergruppe.

### Diskussion

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

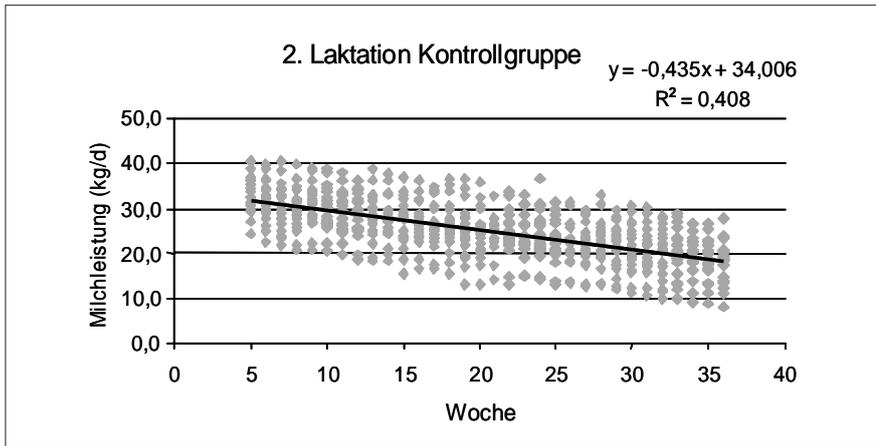


Abbildung 4: Nach Laktationsnummer korrigierte Milchleistung (n=21)

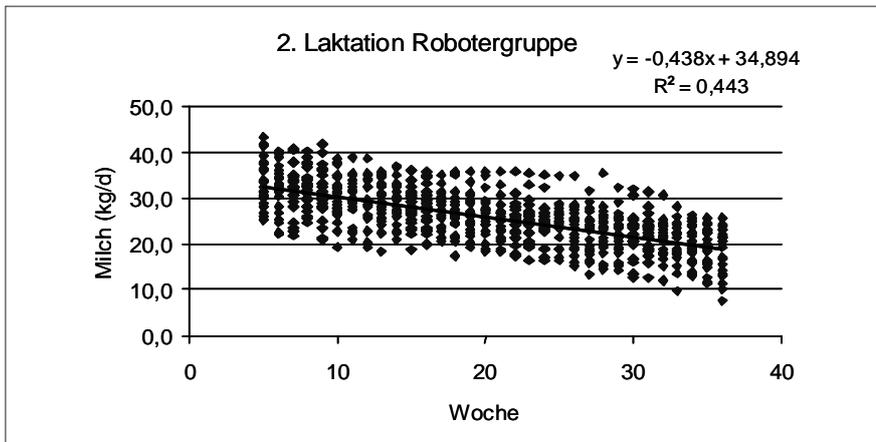


Abbildung 5: Nach Laktationsnummer korrigierte Milchleistung (n=14)

Tabelle 2: Mittlere Milchleistungen (kg je Kuh u. Tag) in Abhängigkeit des Kuhverkehrs am Melkroboter (Mittelwert MW, Standardabweichung SD)

Selektiv gesteuerter Tierverkehr			Freier Tierverkehr		
Monat	MW	SD	Monat	MW	SD
Jänner	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

Tabelle 3: Mittlere Milchinhaltsstoffe in Abhängigkeit vom Versuchsjahr

Gruppe	LT	Fett (%)	Eiweiß (%)	Laktose (%)	Zellzahl (je L)	Harnstoff (g/L)
<b>2001</b>						
Kontrolle	216	4,63 <sup>a</sup>	3,75	4,88	82.000 <sup>a</sup>	17,25
Roboter	218	4,30 <sup>b</sup>	3,75	4,84	124.000 <sup>b</sup>	17,30
<b>2002</b>						
Kontrolle	180	4,50	3,75	4,84	106.000	20,10
Roboter	190	4,36	3,82	4,82	101.000	20,25
<b>2003</b>						
Kontrolle	176	4,48	3,62	4,81	121.000	22,82
Roboter	175	4,45	3,72	4,76	151.000	22,80
Gesamt Kontrolle	191	4,54 <sup>a</sup>	3,71	4,84	103.000 <sup>a</sup>	20,1
Gesamt Roboter	194	4,39 <sup>b</sup>	3,76	4,81	125.000 <sup>b</sup>	20,2

\* Werte mit unterschiedlichen Indizes unterscheiden sich signifikant (p &lt; 0,05)

Technik auftreten, des Weiteren sind anfangs die alten Kühe, die schon lange mit der vorigen Technik gemolken wurden, sicher ein Problem.

Die Erfahrungen mit Zweinutzungsrasen sind aufgrund der wenigen Forschung geringer. BILLON und TOURNAIRE (2002) sind der Ansicht, dass man mit dem automatischen Melksystem eine zufriedenstellende Qualität der Milch erzeugen kann, dass jedoch bei schlechten Managementbedingungen die Gefahr von Qualitätsmängeln eher zunimmt.

Verschiedene Autoren berichten über einen Anstieg der freien Fettsäuren mit dem Einsatz von Melkrobotern. Dieses würde den geringeren Fettgehalt 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 Kontrollgruppe. 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.

### Futteraufnahme

In Tabelle 4 werden die Inhaltsstoffe der Futtermischungen dargestellt. Die Mischungen wurden dem Energie- und Proteinbedarf der Kühe angepasst. Die Teil-TMR (AGR) wurde einphasig vorgelegt, d.h. alle laktierenden Versuchskühe erhielten eine Mischung. Die Totalmischung (TMR) wurde zweiphasig erstellt, d.h. den Kühen wurde je nach Leistung die hochleistende oder die niederleistende Mischung vorgelegt. Ziel war es, für den jeweiligen Rationstyp die Inhaltsstoffe (Weender Analyse) und die Energie (MJ NEL) möglichst gleich einzustellen.

Die Tabelle 5 zeigt die Trockensubstanzaufnahme der Kühe. Die Kraftfutteraufnahme war in der Teil-TMR höher als in der TMR. Während der TMR wurde den

Kühen nur wegen des Melkroboters zur Belohnung beim Melken je 1 kg Kraftfutter je Kuh und Tag für alle Kühe gleich gegeben. Bei der Teil-TMR wurde das Kraftfutter in Abhängigkeit von der Milchleistung zugeteilt. Die Kraftfutturaufnahme unterschied sich zwischen den beiden Gruppen signifikant in der Teil-TMR. Die Kontrollgruppe verzehrte mehr Kraftfutter als die Robotergruppe. Die Grundfutturaufnahme unterschied sich zwischen den Jahren und auch zwischen den beiden Gruppen. Hier lagen höhere Aufnahmen in der Robotergruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe vor. Nicht alle Jahre und Varianten unterschieden sich dabei signifikant. Die größten Unterschiede zwischen den Gruppen wurden durch die TMR erzielt.

**Diskussion**

Bei hohen Milchleistungen erscheint es sinnvoll, neben der Kraftfutturgabe 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 et al. 1996, KETELAAR-DE LAUWERE et al. 1999). In unserer Untersuchung konnten wir keinen positiven Effekt der Teilung der Kraftfutturgabe auf den Verzehr und die Leistung feststellen. Im Gegenteil führte die TMR zu den besten Futterraufnahmen in der Robotergruppe.

**Nutzungsdauer**

Im Versuchszeitraum wurden die Abgangsursachen der Kühe genau dokumentiert. Insgesamt hatten wir signifikant mehr Abgänge in der Robotergruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Ursachen waren vielfältig. Hauptursache waren allerdings Euterformen, die an der Grenze zur Melkbarkeit mit dem automatischen Melksystem (lt. Hersteller) lagen. Diese Kühe wurden oft nicht gut ausgemolken oder aber schlugen beim Melken das Melkzeug ab. Kühe mit hoher Milchleistung hatten signifikant weniger Zellen in der Milch und weniger häufig eine Euterentzündung beim au-

**Tabelle 6: 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

tomatischen Melken als Kühe mit geringer Milchleistung. Die roboterbedingte Abgangsquote betrug 13,3 % (4 Kühe) in den ersten drei Versuchsjahren. Die folgende *Tabelle 6* zeigt die Abgangsursachen der Kühe auf. Die meisten Kühe sind in der Robotergruppe aufgrund Unfruchtbarkeit abgegangen. Der Charakter (Temperament) verursacht jedoch einige Abgänge in der Robotergruppe, die in der Kontrollgruppe nicht auftreten.

**Diskussion**

Wir hatten mehr Ausscheidungen beim Roboter im Vergleich zur Kontrollgruppe. Aufgrund des Temperamentes wurden einige Kühe ausgeschieden. 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).

**Schlussfolgerung Teil 1**

Mit Melkrobotern kann ein zufriedenstellendes 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

**Tabelle 4: Analysierte Weender Rohnährstoffe in den Futtrationen sowie Gehalte an NEL und RNB (Ruminale N-Bilanz) i.T.**

Jahr	Rationstyp		Inhaltsstoff			RNB (g)
			NEL (MJ)	XP (%)	XF (%)	
2001	AGR		6,6	14,7	19,5	-1,6
	TMR	I	7,0	15,8	18,0	+18,2
	TMR	II	6,6	14,7	19,0	+1,4
2002	AGR		6,6	14,4	19,2	-12,0
	TMR	I	7,0	15,6	20,0	+36,2
	TMR	II	6,6	14,0	21,7	-10,0
2003	TMR	I	7,0	16,1	20,0	+35,8
	TMR	II	6,6	14,5	22,5	-13,3
	AGR		6,5	14,9	22,4	-13,0
	AGR		6,6	14,5	20,3	-23,0
	TMR	I	6,8	16,6	19,0	+22,8
	TMR	II	6,6	14,3	20,3	-23,0

**Tabelle 5: Futterraufnahme in Abhängigkeit vom Versuchsjahr (kg T/ Kuh u. Tag) (Mittelwerte und Standardabweichung)**

Variante	Kraftfutturaufnahme		Grundfutturaufnahme		Gesamtfutturaufnahme	
	AMS	Kontrolle	AMS	Kontrolle	AMS	Kontrolle
2001						
AGR	2,37 <sup>b</sup> ±1,64	2,81 <sup>c</sup> ±2,60	16,23 <sup>b</sup> ±1,99	15,14 <sup>a</sup> ±2,10	18,60 <sup>b</sup> ±2,76	17,95 <sup>b</sup> ±3,02
TMR	0,85 <sup>a</sup> ±0,31	1,15 <sup>a</sup> ±1,40	17,96 <sup>c</sup> ±2,39	17,03 <sup>c</sup> ±2,46	18,81 <sup>b</sup> ±2,38	18,18 <sup>b</sup> ±2,74
2002						
AGR	1,64 <sup>b</sup> ±1,51	2,89 <sup>c</sup> ±1,80	17,91 <sup>c</sup> ±2,21	18,15 <sup>c</sup> ±2,94	19,52 <sup>c</sup> ±2,49	21,04 <sup>d</sup> ±2,95
TMR	0,89 <sup>a</sup> ±0,26	1,05 <sup>a</sup> ±0,31	18,60 <sup>d</sup> ±2,84	17,53 <sup>c</sup> ±2,15	19,49 <sup>c</sup> ±2,89	18,58 <sup>b</sup> ±2,30
2003						
TMR	0,92 <sup>a</sup> ±0,52	1,10 <sup>a</sup> ±0,48	16,40 <sup>b</sup> ±1,01	15,96 <sup>a</sup> ±1,55	17,32 <sup>a</sup> ±1,10	17,06 <sup>a</sup> ±1,86
AGR	1,48 <sup>b</sup> ±1,10	1,52 <sup>b</sup> ±1,36	16,20 <sup>b</sup> ±1,38	16,09 <sup>a</sup> ±1,37	17,68 <sup>a</sup> ±1,42	17,61 <sup>a</sup> ±1,53
AGR	1,52 <sup>b</sup> ±1,23	1,65 <sup>b</sup> ±1,18	16,86 <sup>b</sup> ±1,55	16,55 <sup>b</sup> ±1,52	18,38 <sup>b</sup> ±1,25	18,20 <sup>b</sup> ±1,22
TMR	0,90 <sup>a</sup> ±0,47	0,81 <sup>a</sup> ±0,34	17,88 <sup>c</sup> ±1,52	16,82 <sup>b</sup> ±1,40	17,72 <sup>a</sup> ±0,96	17,63 <sup>a</sup> ±1,07

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

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 an eine gute Zentralbandaufhängung, um eine lange Nutzungsdauer erzielen zu können.

## Ergebnisse und Diskussion zu Klauengesundheit und Lahmheit, Tierverhalten sowie Belastungsparametern<sup>1)</sup>

### Klauengesundheit und Lahmheit

Besonderes Augenmerk ist auf die Klauengesundheit und das Erkennen von Lahmheiten zu legen. Untersuchungen zeigten, dass sich bei lahmen Kühen die Anzahl freiwilliger Melkbesuche reduziert (KLAAS et al. 2003, BORDERAS et al. 2004). Rangniedere Kühe können in ihrem Zugang durch ranghöhere Tiere eingeschränkt und in für die Kühe unattraktive Zeiten abgedrängt werden (KETELAAR-DE LAUWERE et al. 1996). Für diese Tiere kann es zu erhöhten Stehzeiten kommen (WIKTORSSON et al. 2003), welche nach SINGH et al. (1993) zu vermehrtem Auftreten von Sohlenhornblutungen führen und Lahmheiten begünstigen. In manchen Fällen kann die Umstellung auf Melkroboter zu vermehrt lahmen Kühen führen, wobei sich dieser Effekt nicht unmittelbar, sondern erst nach mehreren Monaten manifestiert (HILLERTON et al. 2004).

Im vorliegenden Projekt wurde untersucht, ob sich Kühe zweier unterschiedlicher Melksysteme in ihrer Klauengesundheit und im Auftreten von Lahmheit unterscheiden.

Über 1½ Jahre wurden 36 Lahmheitscores (14-tägig, nach MANSON und LEAVER 1988, modifiziert) und vier Mal alle 6 Monate ein Klauenscoring (BOOSMAN et al. 1989, modifiziert) im Rahmen der Klauenkorrektur durchgeführt. Generell waren im Bereich der Klauengesundheit und Lahmheit Unterschiede zwischen den Gruppen nicht signifikant und/oder nicht konsistent. An

den einzelnen Erhebungszeitpunkten schwankte der Anteil klinisch lahmer Tiere in der Robotergruppe zwischen 3 % und 24 % (Mittel: 12 %), in der Kontrollgruppe zwischen 3 und 28 % (Mittel: 17 %).

### Tierverhalten

In automatischen Melksystemen kann das Zeitbudget der Kühe durch die Art des gewählten Kuhverkehrs wie auch durch den sozialen Rang der Tiere beeinflusst werden. Je stärker die Einschränkung der Tiere bedingt durch die Art des gewählten Kuhverkehrs ist (von freiem über selektiv gesteuertem zu gesteuertem Kuhverkehr), desto weniger Besuche am Futtertisch finden statt (KETELAAR-DE LAUWERE und IPEMA 2000, HARMS et al. 2002) und desto längere Stehzeiten vor dem Roboter müssen die Tiere in Kauf nehmen (WIKTORSSON et al. 2003). Insbesondere für rangniedere Kühe kann es zu erhöhten Wartezeiten vor dem Roboter kommen (KETELAAR - DE LAUWERE et al. 1996, HERMANS et al. 2004).

Ziel dieses Projektes war zu prüfen, ob das Melksystem und das damit verbundene Management zu Änderungen im Zeitbudget der Kühe führen kann sowie mögliche Zusammenhänge zwischen sozialem Rang und Zeitbudget-Parametern aufzuzeigen.

Je Kuhverkehrsvariante (KV) und Gruppe fanden an jeweils 12 Tagen Direktbeobachtungen zum Sozialverhalten sowie 24-Stunden Videoaufnahmen zur Erhebung des Zeitbudgets statt.

Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in deren Zeitbudget fanden sich nicht bei selektiv gesteuertem KV, jedoch bei freiem KV. Hierbei verbrachten Tiere der Robotergruppe weniger Zeit mit Stehen ([Mittel] 32,4 vs 36,1 %,  $P = 0,041$ ) und mehr Zeit mit Fressen (14,0 vs 12,6 %,  $P = 0,004$ ). Die Gruppen unterschieden sich nicht im Anteil von Liegen. Zusammenhänge zwischen sozialem Rang und Zeitbudget-Parametern innerhalb der Gruppen waren in beiden KV-Varianten gering und nicht signifikant. Jedoch zeigte sich, dass trotz geringer Belegung von maximal 30 Kühen in der Robotergruppe bei selektiv gesteuertem KV rangniedere Tiere mehr Zeit im Wartebereich des Roboters verbrach-

ten (SPEARMAN Korrelationskoeffizient:  $r_s = -0,4$ ,  $P = 0,039$ ).

Der gefundene Effekt, dass Kühe der Robotergruppe bei freiem KV mehr Zeit mit Fressen verbrachten, könnte durch den Melkprozess in der Kontrollgruppe bedingt sein. Dieser dauerte einschließlich des Gehens zum Melkstand, des Stehens im Wartebereich, des Melkvorgangs sowie des Zurückgehens jeweils 35 bis 50 Minuten. Dadurch ergaben sich für manche Kühe zusätzliche Stehzeiten von bis zu 100 Minuten je Tag. Folglich blieb den Tieren der Kontrollgruppe weniger Zeit zum Fressen.

### Belastungen in einem AMS

Bisherige Untersuchungen zu Belastungen der Kühe in einem AMS fokussierten primär auf durch den Melkvorgang hervorgerufenen akuten Stress. Diese Studien führten zu teils gegensätzlichen Ergebnissen. Untersucht wurde jeweils das Verhalten der Tiere sowie als physiologische Belastungsindikatoren die Herzfrequenz und der Gehalt an Kortisol in der Milch während des Melkens in einem Tandemmelkstand und in einem AMS. Eine Mehrbelastung der Tiere im AMS fanden WENZEL et al. (2003), nicht jedoch HOPSTER et al. (2002). Keine eindeutige Tendenz konnten NEUFFER et al. (2004) feststellen.

Untersuchungen zu möglichen chronischen Belastungen bedingt durch das Gesamtsystem fehlten bisher. Im Folgenden werden die zu dieser Thematik untersuchten Teilbereiche näher dargestellt.

### Belastungen beim und in Verbindung mit dem Melken

An 10 Tagen wurden in beiden Melksystemen gleichzeitig während selektiv gesteuertem KV Messungen von Herzfrequenz, Milchkortisol und Verhalten (u.a. trippeln, treten) während der Melkung vorgenommen. Keine signifikanten Unterschiede zeigten die Gruppen in der Herzfrequenz. Tiere der Robotergruppe wiesen höhere Kortisolwerte in der Milch auf ( $P = 0,026$ ). In der Kontrollgruppe wurde pro Zeiteinheit mehr getreten und getrippelt insbesondere während der Reinigungs- und Ansetzphase, was auf vermehrte Unruhe und Abwehrreaktionen der Tiere hinweist, möglicherweise bedingt durch die Anwesenheit eines Menschen. Die erhöhten Milch-

<sup>1)</sup> Teil 2 – Institut für Tierhaltung und Tierschutz, VUW

kortisolwerte in der Robotergruppe können dadurch bedingt sein, dass außer dem Melken auch der Zeitraum mehrerer Stunden vor der Probennahme wiedergespiegelt wurde (SHUTT und FELL 1985) und somit auf eine Belastung bedingt durch das Gesamtsystem hinweist.

### Herzfrequenzvariabilität (HFV)

Die Analyse der HFV ist eine neue Methode zur Beurteilung von Belastungen bei Tieren, die in der Humanmedizin entwickelt wurde. Sie untersucht die Änderung der Herzfrequenz von einem Schlag zum nächsten. Dies ermöglicht eine Aussage über die Aktivität des autonomen Nervensystems als Spiegel für Belastungen. Während selektiv gesteuertem KV wurden an je 12 Kühen beider Melksysteme Messungen der Herzfrequenz im Liegen, Stehen und während des Melkens durchgeführt.

Unterschiede zwischen den Melksystemen, die sich in der mittleren Herzfrequenz nicht feststellen ließen, fanden sich in der HFV: Kühe der Robotergruppe wiesen bei selektiv gesteuertem KV Anzeichen höherer Belastung auf als Kühe der Kontrollgruppe. Das zeigte sich in den Positionen Liegen und Stehen, nicht jedoch während des Melkens. Daraus lässt sich schließen, dass es sich eher um einen Langzeiteffekt des Gesamtsystems handelt als um eine Reaktion auf den Melkprozess als solchen, was mit dem Ergebnis zu Milchkortisol übereinstimmt.

### Kortisolmetaboliten im Kot als physiologischer Stressparameter

Zur Bestimmung der basalen Aktivität der Nebennierenrinde als Indikator für chronische Belastungen wurde die nicht-invasive Methode der Kortisolmetabolitenbestimmung aus dem Kot gewählt. Über einen Zeitraum von 9 Monaten fand 14-tägig die Kotprobennahme statt. Die Konzentration an Kortisolmetaboliten war bei freiem KV in der Robotergruppe niedriger als in der Kontrollgruppe ( $P = 0,033$ ) wie auch innerhalb der Robotergruppe diese niedriger war bei freiem KV als bei selektiv gesteuertem KV ( $P = 0,039$ ). Somit ist der freie Kuhverkehr als weniger belastend für die Tiere anzusehen.

### Ansetzgenauigkeit des Melkroboters

Das Suchen der Zitzen und das Ansetzen der Melkbecher durch den Roboter sollte rasch erfolgen. Dauert dieser Prozess zu lange, liegen Ansetzprobleme vor, welche zu Fehlmelkungen führen können. WENDL et al. (2000) analysierten über einen Zeitraum von 31 Tagen bei 40 Kühen 3.337 Melkvorgänge. Von diesen waren 4,8 % misslungen. Bei 57,5 % der Kühe traten Fehlmelkungen auf. Kurzfristig starke Anstiege von Fehlmelkungen lassen sich laut WENDL et al. (2000) meist auf technische Defekte zurückführen. Aber auch zu stark verschmutzte Euter können für den Melkroboter zum unlösbaren Problem werden. Auf saubere, tiergerechte Liegeboxen ist daher besonders zu achten.

Im vorliegenden Projekt wurden 175 Melkungen von 24 Kühen auf Fehler bedingt durch den Roboter oder bedingt durch das Verhalten der Kuh analysiert. Von diesen Melkungen wiesen knapp 30 % Fehler auf. Davon entfielen 7 % auf Abtreten des Melkbeckers durch die Kuh. Bei 18 % lagen die Probleme auf Seiten des Melkroboters, in dem dieser während der Melkung die Melkbecher öfters abnahm und wieder ansetzte. In 5 % der Fälle zeigten sich sowohl Abtreten durch die Kuh als auch mehrmalige Ansetzversuche des Melkroboters.

### Schlussfolgerung Teil 2

Insgesamt zeigen die Ergebnisse dieses Projektteils Belastungen der Tiere in beiden Systemen auf. Manche Parameter weisen trotz der geringen Systembelegung auf eine höhere Belastung im Melkroboter (insbesondere bei selektiv gesteuertem Kuhverkehr), andere deuten in die gegenteilige Richtung und einige Parameter zeigen keine Unterschiede zwischen den Systemen. Auf Grund dieser Ergebnisse scheint eine Haltung mit Melkroboter und freiem Kuhverkehr nicht grundsätzlich weniger tiergerecht zu sein als mit einem Fischgrätenmelkstand. Allerdings ist zu beachten, dass diese Schlussfolgerung nur für die untersuchten Bedingungen bezüglich Melkroboterauslastung (welche Herstellerangaben zufolge nicht gegeben war), Haltung, Management und Umgang mit den Tieren gilt. Eine wesentliche Voraus-

setzung für den Einsatz eines Melkroboters ist eine regelmäßige Wartung sowie ein sensibles und qualifiziertes Management mit genauer Tierbeobachtung und -kontrolle.

### Literatur

- ARTMANN, R., 2003: Melkkapazität und Milchleistungssteigerung beim Einsatz von Einzelboxmelkverfahren. 6<sup>th</sup> Conference Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming 25.-27. März in Vechta, Germany, 118-123.
- BOOSMAN, R., F. NEMETH, E. GRUYS und A. KLARENBEEK, 1989: Arterio-graphical and pathological changes in chronic laminitis in dairy cattle. *Vet. Q.* 11, 144-155.
- BORDERAS, T.F., S. TER MAAT, A.M.B. DE PASSILLÉ, J. RUSHEN und A. FOURNIER, 2004: Effect of lameness on dairy cows' frequency of visits to an automatic milking system (AMS). In: Proceedings of the 38th International Congress of the ISAE, Helsinki, Finland, 03.-07.08.2004 (eds. L. Hänninen, A. Valros). ISAE, Finland, 171.
- DE KONING, K. und P. HUISMANS, 2001: Quality system for milking machine maintenance. *Res. Inst. Anim. Husbandry, PV-Lelystad, Kwaliteitsorg Onder. Melkinstal., KOM-Lelystad, Netherlands.* In: *Physiological and Technical Aspects of Machine Milking – International Conference Nitra June 26.-27. 2001*
- DE KONING, C.J.A.M., Y. VAN DER VORST und A. MEIJERING, 2002: Automatic milking experience and development in Europe. In: *Proc. of the first North American conference on robotic milking, March 20-22 2002, Toronto, Canada* (eds. J. McLean, M. Sinclair, B. West). Wageningen Pers, Wageningen, I-1-I-11.
- FÜBBEKER, A. und H.H. KOWALEWSKY, 2000: Bewertung durch die Praxis. In: Schön H., *Automatische Melksysteme. KTBL-Schrift 395*, Darmstadt, 137-143.
- HARMS, J., G. WENDL und H. SCHÖN, 2002: Influence of cow traffic on milking and animal behaviour in a robotic milking system. In: *Proc. of the first North American conference on robotic milking, March 20-22 2002, Toronto, Canada* (eds. J. McLean, M. Sinclair, B. West). Wageningen Pers, Wageningen, II-8-II-14.
- HERMANS, G.G.N., M. MELIN, G. PETTERSSON und H. WIKTORSSON, 2004: Behaviour of high- and low-ranked dairy cows after redirection in selection gates in an automatic milking system. In: *Automatic milking – a better understanding* (eds. A. Meijering, H. Hogeveen, C.J.A.M. de Koning). Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 418-419.
- HILLERTON, J.E., J. DEARING, J. DALE, J.J. POELARENDIS, F. NEIJENHUIS, O.C. SAM-PIMON, J.D.H.M. MILTENBURG und C. FOSSING, 2004: Impact of automatic milking on animal health. In: *Automatic milking – a better understanding* (eds. A. Meijering, A., H. Hogeveen, C.J.A.M. De Koning). Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 125-134.

- HOPSTER, H., R.M. BRUCKMAIER, J.T.N. VAN DER WERF, S.M. KORTE, J. MACUHOVA, G. KORTE-BOUWS und G. VAN REENEN, 2002: Stress responses during milking: comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 3206-3216.
- KETELAAR-DE LAUWERE, C.C. und A.H. IPEMA, 2000: Cow behaviour under different types of cow traffic. In: *Robotic milking* (eds. H. Hogeveen, A. Meijering). Wageningen Pers, Wageningen, 181-182.
- KETELAAR-DE LAUWERE, C.C., S. DEVIR und J.H.H. Metz, 1996: The influence of social hierarchy on the time budget of cows and their visits to an automatic milking system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 49, 199-211.
- KETELAAR-DE LAUWERE, C.C., M.M.W.B. HENDRIKS, J.H.M. METZ und W.G.P. SCHOUTEN, 1998: Behaviour of dairy cows under free or forced cow traffic in a simulated automatic milking system environment. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 56, 13-28.
- KETELAAR-DE LAUWERE, C.C., A.H. IPEMA, J.H.M. METZ, J.P.T.M. NOORDHUIZEN und W.G.P. SCHOUTEN, 1999: The influence of the accessibility of concentrate on the behaviour of cows milked in an automatic milking system. *Netherlands J. Agric. Sci.* 47, 1-16.
- KLAAS, I.C., T. ROUSING, C. FOSSING, J. HINDEHEDE und J.T. SØRENSEN, 2003: Is lameness a welfare problem in dairy farms with automatic milking systems? *Animal Welfare* 12, 599-603.
- MANSON, F.J. und J.D. LEAVER, 1988: The influence of concentrate amount on locomotion and clinical lameness in dairy cattle. *Anim. Prod.* 47, 185-190.
- METZ-STEFANOWSKA, J., A.H. IPEMA, C.C. KETELAAR-DE LAUWERE und E. BENDERS, 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: *International Livestock Environment IV, ASAE 03-93* (eds. E.C. Collins, C. Boon). Michigan, USA, 319-329.
- NEUFFER, I., R. HAUSER, L. GYGAX, C. KAUFMANN und B. WECHSLER, 2004: Assessment of welfare of dairy cows milked in different automatic milking systems (AMS). In: *Automatic milking – a better understanding* (eds. A. Meijering, A., H. Hogeveen, C.J.A.M. De Koning). Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 394-399.
- PALLAS, S., 2002: Analyse von Eutergesundheit und Rohmilchqualität im automatischen Melksystem. Dissertation, Tierklinik für Fortpflanzung Freie Universität Berlin, 217 S.
- PRESCOTT, N.B., T.T. MOTTRAM und A.J.F. WEBSTER, 1996: Experiments studying the interaction between dairy cow behaviour and automatic milking. *Livestock environment* 5, Volume 2. Proc. of the 5<sup>th</sup> International Symposium, Bloomington, Minnesota, USA, 29-31 May 1996, 1090-1097.
- SIEBER, O., 2001: Der Melkroboter in meinem landwirtschaftlichen Betrieb – ein Erfahrungsbericht. Vortrag Agritronica Mold 26.01.2001.
- SINGH, S.S., W.R. WARD und R. MURRAY, 1993: Aetiology and pathogenesis of sole lesions causing lameness in cattle: a review. *Vet. Bull.* 63, 303-315.
- SHUTT, D. A. und L.R. Fell, 1985: Comparison of total and free cortisol in bovine serum and milk or colostrum. *J. Dairy Sci.* 68, 1832-1834.
- THUNE, R.Ø., A.M. BERGGREN, L. GRAVÅS und H. WIKTORSSON, 2002: Barn layout and cow traffic to optimise the capacity of an automatic milking system. In: Proc. of the first North American conference on robotic milking, March 20-22 2002, Toronto, Canada (eds. J. McLean, M. Sinclair, B. West). Wageningen Pers, Wageningen, II-45-II-50.
- UMSTÄTTER, C. und O. KAUFAMNN, 2001: Von der artgerechten zur humanen und tiergerechten Versorgung von Milchkühen mit Hilfe Automatischer Melksysteme (AMS). In: *Tierschutz und Nutztierhaltung, Tagungsband der 15. IGN-Tagung*. Universitätsdruckerei der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 32-37.
- WENDL, G., F. SEDLMEYER, J. HARMS, K. KLINDT WORTH und H. SCHÖN, 2000: Untersuchungen zum Einsatz automatischer Melksysteme in Praxisbetrieben. In: *Automatische Melksysteme*. KTBL-Schrift 395, 88-100.
- WENZEL, C., S. SCHÖNREITER-FISCHER und J. UNSHELM, 2003: Studies on step-kick behaviour and stress of cows during milking in an automatic milking system. *Livest. Prod. Sci.* 83, 237-246.
- WIKTORSSON, H., G. PETTERSSON, J. OLOFSSON, K. SVENNERSTEN-SJAUNJA und M. Melin, 2003: Welfare status of dairy cows in barns with automatic milking. Relations between the environment and cow behaviour, physiologic, metabolic and performance parameters. Deliverable D24. Report within EU-project QLK5-2000-31006. <http://www.automaticmilking>.
- WIRTZ, N., K. OECHTERING, E. THOLEN und W. TRAPPMANN, 2002: Comparisons of an automatic milking system to a conventional milking parlour. In: Proc. of the first North American conference on robotic milking, March 20-22 2002, Toronto, Canada (eds. J. McLean, M. Sinclair, B. West). Wageningen Pers, III-50-III-55.
- WINTER, A., R.M. TEVERSON und J.E. HILLERTON, 1992: The effect of increased milking frequency and automated milking systems on the behaviour of the dairy cow. In: *Proceedings of the International Symposium on Prospects for Automatic Milking, EAAP Publication 65* (eds. A.H. Ipema, A.C. Lippus, J.H.M. Metz, W. Rossing). Wageningen, Netherlands, 261-269.