

Automatische Melksysteme – Trends, Entwicklungen, Umsetzung

Automatic milking systems – trends, developments, implementation

Jan Harms^{1*} und Georg Wendl¹

Zusammenfassung

Automatische Melksysteme (AMS) nehmen einen immer größer werdenden Anteil an den Verkäufen von Melktechnik ein. Dies lässt sich zum einen durch ein gestiegenes Vertrauen in die Technik und eine höhere Zuverlässigkeit der Systeme erklären, vor allem aber durch die zunehmende Arbeitsbelastung der (Familien-)betriebe.

Gerade in Regionen mit kleineren Betriebsstrukturen stellt sich häufig die Frage nach der Wirtschaftlichkeit. Hier sind die tatsächliche Verwertung der eingesparten Arbeit aber auch mögliche Alternativen kritisch zu hinterfragen. Immer wieder unterschätzt wird der Einfluss der Fütterung auf das automatische Melken. So ist bei der Rationsgestaltung neben der Leistung der Tiere auch die notwendige Lockwirkung des Kraftfutters zu beachten. Von besonderer Bedeutung für den erfolgreichen Einsatz automatischer Melksysteme ist die Stallplanung. Hier gilt es neben der Frage nach dem optimalen Tierumtrieb zahlreiche Details zu beachten, welche später für einen möglichst reibungslosen und arbeitssparenden Betrieb entscheidend sind.

Schlagwörter: Milchqualität, Fütterung, Sensorik, Stallplanung, Tierumtrieb

Abstract

Automatic milking systems (AMS) occupy a steadily growing share in the sales figures of milking equipment. This can be explained by a heightened confidence in the technology and the higher reliability of the systems, but mainly by the increasing workload of the (family) farms.

Especially in regions with small farm structures the question of the economy often arises. In this context, the effective utilization of the saved labor as well as possible alternatives have to be scrutinized. The influence of feeding on automatic milking is often underestimated. When calculating the feeding ration not only the animal performance has to be considered, but also the necessary amount of concentrates to attract cows to the milking box. Of particular importance for the successful use of automatic milking systems is planning of the barn. Beside the question of the optimal cow traffic numerous details have to be taken into account as they will be crucial for a smooth and labor saving operation of the system.

Keywords: Milk quality, feeding, sensor systems, barn planning, cow traffic

1. Verbreitung von automatischen Melksystemen weltweit und in Bayern

Ende 2010 hatten weltweit geschätzte 10.000 Betriebe ca. 14.500 automatische Melksysteme von fünf Herstellern im Einsatz mit starken Zuwachsraten in den letzten Jahren (*Abbildung 1*). Dieser Trend wird sich nach Einschätzung der Hersteller auch die nächsten 10 Jahre fortsetzen, danach ist allmählich eine gewisse Sättigung des Marktes zu erwarten. Am meisten verbreitet sind nach wie vor Einboxenanlagen, Melkboxenanlagen werden jedoch mit steigenden Betriebsgrößen zunehmend vom Markt nachgefragt und aufgenommen. Das vollautomatische Melken im Karussell befindet sich gerade in der Markteinführung (*Abbildung 2*).

Der Schwerpunkt der Verbreitung der Systeme liegt weiterhin in den Niederlanden und in Dänemark. In Bayern wurden seit den 90er Jahren die meisten Verkäufe zunächst in den Ackerbauregionen verzeichnet. Mittlerweile sind aber die höchsten Zuwächse in den typischen Grünlandregionen entlang der Alpen und in den bayerischen Mittelgebirgsre-

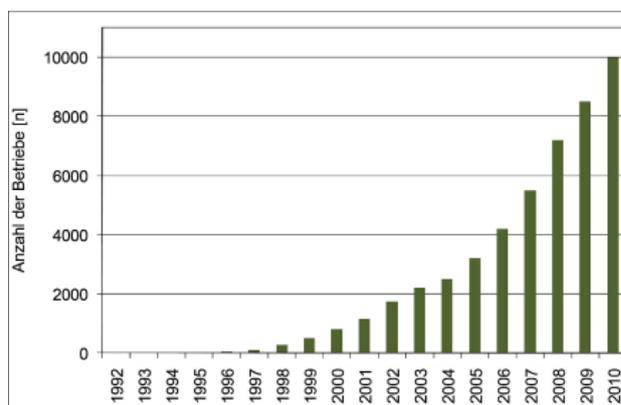


Abbildung 1: Entwicklung der Betriebe mit AMS weltweit (Schätzung auf Basis von Herstellerangaben)

gionen zu beobachten (*Abbildung 3*). Gründe hierfür sind wahrscheinlich in den entsprechenden Betriebsgrößen aber auch in den Alternativen bei der Verwertung der Arbeitszeit zu suchen.

¹ Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, D-85586 Poing-Grub

* Ansprechpartner: Dr. Jan Harms, email: jan.harms@lfl.bayern.de



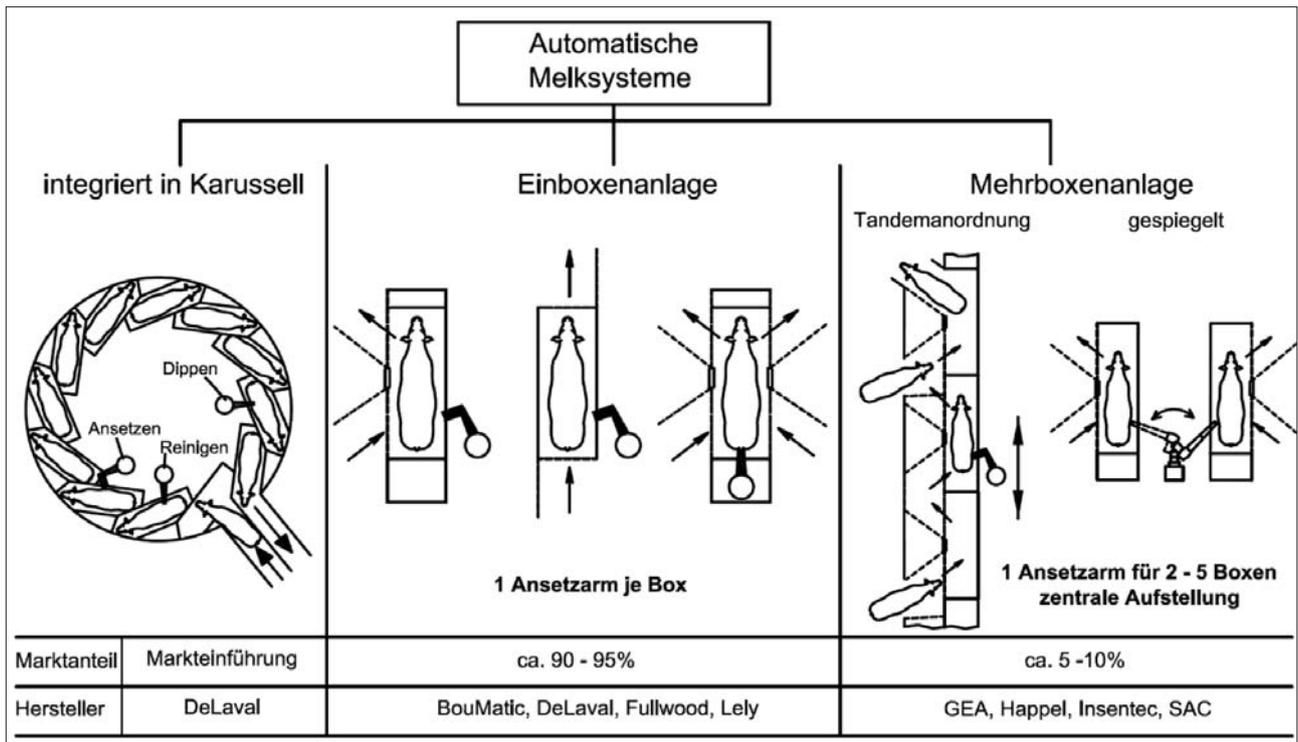


Abbildung 2: Bauformen automatischer Melksysteme

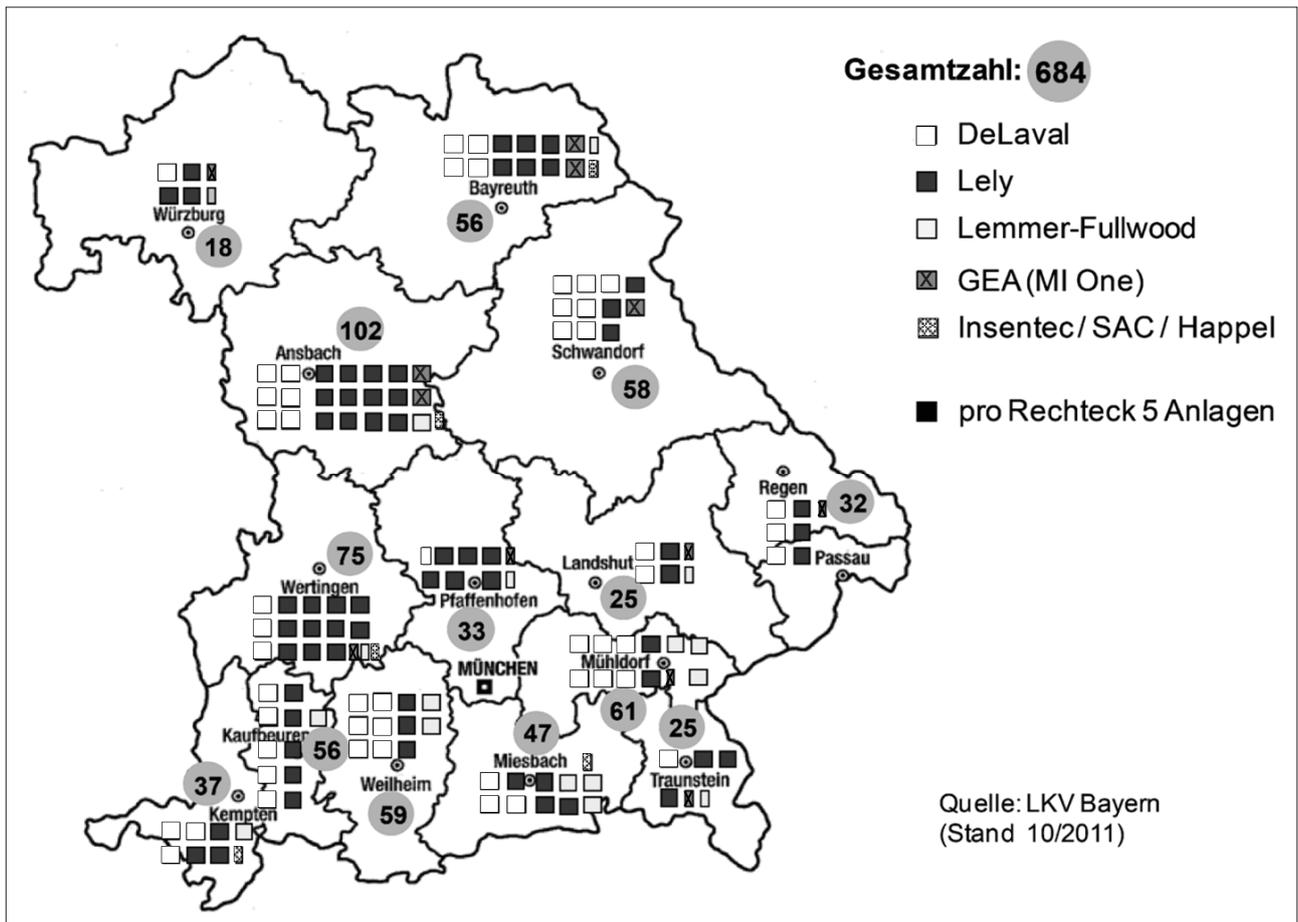


Abbildung 3: Verbreitung automatischer Melksysteme in Bayern (nur LKV-Betriebe)

2. Stand des Wissens und Einsatzverfahren

2.1 Arbeitswirtschaft

Einer der meistgenannten Gründe für die Investition in ein automatisches Melksystem ist die Arbeitswirtschaft. Studien zeigen übereinstimmend eine deutliche Reduzierung des Arbeitszeitbedarfs von bis zu 50 % bezogen auf das Melken. In *Tabelle 1* sind die Ergebnisse von 44 konventionell melkenden DLG-Spitzenbetrieben 23 AMS-Betrieben gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass auch bezogen auf bereits gut organisierte Betriebe beim reinen Melken ein Einsparpotential von 14 APh (Arbeitspersonenstunden) pro Kuh und Jahr besteht, gleichzeitig aber im Bereich Management 6,9 APh pro Kuh und Jahr mehr aufgewendet werden müssen. Diese Verschiebung von körperlicher Arbeit hin zu Managementaufgaben stellt eine Herausforderung dar. Gerade Mängel im Zeitmanagement sind häufig die Ursache für die Diskrepanz zwischen den Erwartungen und dem tatsächlich erreichbaren Ergebnis beim Einsatz der Systeme.

2.2 Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit automatischer Melksysteme ist durch die notwendigen Investitionskosten, die jährlichen Kosten, die Leistung des Systems (z.B. kg Milch pro Jahr), die mögliche Milchleistungssteigerung und Arbeitszeiteinsparung bestimmt.

Sowohl die Investitionskosten als auch die jährlichen Kosten der Systeme wurden im Vergleich zu den ersten Jahren deutlich reduziert, die Wartungs- und Reparaturkosten liegen aber noch über denen konventioneller Anlagen. Hinsichtlich der maximalen Kapazität geben die Hersteller inzwischen Werte von bis zu 80 melkenden Tieren oder über 2.000 kg Milch pro Tag an. Diese Werte lassen sich jedoch nur unter extremen Bedingungen erreichen (Tiere mit sehr hohem Milchfluss, gleichzeitig geringe Melkfrequenz, optimaler Stallgrundriss, wenig bzw. keine zusätzlichen Reinigungen durch kranke Tiere, Puffertank). Als realistische Größenordnung ist in Abhängigkeit der aufgeführten Parameter von 55 bis 65 melkenden Kühen bzw. ca. 600.000 kg Milch auszugehen. Diese Tierzahl sollte im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit auch nicht wesentlich unterschritten werden, da sonst der Anteil der Fixkosten pro kg erzeugter Milch rasch zunimmt. Eine Möglichkeit um den Investitionsbedarf in Grenzen zu halten, kann für den kleineren Betrieb (< 50 bis 55 melkende Kühe) der Kauf von gebrauchten Systemen darstellen. Diese Möglichkeit wird vielfach von den Herstellern angeboten. Es ist hierbei jedoch zu prüfen,

welche Folgekosten entstehen und auf welchem technischen Stand sich die Maschine befindet.

Befragungen von Landwirten (z.B. HOGEVEEN et al. 2004, MATHIJS 2004) ergaben, dass die Gründe für den Kauf eines automatischen Melksystems eindeutig im Bereich der Arbeitswirtschaft zu suchen sind. Der wichtige Punkt der Wirtschaftlichkeit darf daher nicht nur unter dem Aspekt der Kosten beleuchtet werden, vielmehr ist auch der betriebsindividuelle Nutzen gerade im Bezug auf die Arbeitswirtschaft zu berücksichtigen. Bei der Bewertung ist insbesondere zu beachten, wie viele AKh der Betrieb alternativ zukaufen müsste bzw. wie freigesetzte AKh zu bewerten sind und welchen Wert der Landwirt der Arbeitszeiteinsparung und Flexibilisierung der Arbeitszeit subjektiv beimisst. Das pauschale Ansetzen eines Stundensatzes je eingesparter AKh führt dabei häufig nicht zum Ziel.

Nicht unterschätzt werden sollte der Effekt der Milchleistung der Tiere auf die Wirtschaftlichkeit. Bei einer geringen bis mittleren Milchleistung (< ca. 7.000 kg/Jahr) ist der leistungssteigernde Effekt durch das mehrmalige Melken am Anfang der Laktation nur gering ausgeprägt. Gleichzeitig ist die Phase relativ lang, in der Tiere weniger als ca. 20 kg pro Tag geben, wodurch sich Probleme in der Gleichmäßigkeit der Melkfrequenz ergeben können.

Aktuell kann von einer Mehrbelastung von ca. 0,5 bis 2 Cent pro Milch gegenüber konventionellen Melksystemen ausgegangen werden (DORFNER 2009).

2.3 Fütterung

Die Fütterung stellt beim automatischen Melken einen besonders wichtigen Punkt dar, da sie das Tierverhalten beeinflusst und dies wiederum das Besuchverhalten der Melkbox (OLOFSSON 2000, RODENBURG und WHEELER 2002, HARMS et al. 2005). Ausreichend hohe und schmackhafte Kraftfuttergaben sind Grundvoraussetzung für eine ausreichende Besuchs- und damit auch Melkfrequenz (weitere Einflüsse siehe „Tierumtrieb“). Dies setzt voraus, dass die Grundfütterration nicht zu hoch aufgewertet werden darf. Eine reine TMR ist daher im Normalfall im Zusammenhang mit einem automatischen Melksystem nicht zu empfehlen. Zusätzliche Kraftfutterautomaten für die hochleistenden Tiere sind nur bei sehr unterschiedlichen Leistungen innerhalb der Herde sinnvoll, da hier weder die Grundfütterration zu stark aufgewertet, noch die Melkbox zum Füttern hoher Kraftfuttermengen (> 6 kg pro Tag) verwendet werden sollte. Gerade beim Einsatz automatischer Melksysteme ist eine Unterteilung in Leistungsgruppen zu überlegen, da auf diese Weise ohne Gefahr der Verfettung der Tiere die Lockwirkung des Kraftfutters bis zum Ende

Tabelle 1: Arbeitszeitaufwand beim konventionellen und automatischen Melken

Arbeitsvorgang (APh ¹⁾ / Kuh und Jahr)	Melkställe ²⁾			AMS ³⁾		
	Durchschnitt 80 %	Spanne		Durchschnitt 80 %	Spanne	
Melken	21	16 – 28		6,5	3,6 – 11,4	
Füttern Kühe	6	3 – 10		5,3	2,8 – 9,1	
Boxenpflege, Einstreuen	3	1 – 6		3,7	1,6 – 7,8	
Herdenmanagement	7	3 – 11		13,9	9,0 – 20,6	
Summe Kühe	37	28 – 49		27,6	15,6 – 44,4	

¹⁾ APh Arbeitspersonenstunden

²⁾ OVER und KÜMMEL 2006, (44 Betriebe mit Ø 91 Kühen, DLG-Spitzenbetriebe)

³⁾ MÜLLER und BAUMGARTEN 2007, (23 Praxisbetriebe mit Ø 75 Kühen)

der Laktation genutzt werden kann. Gleichzeitig können die Tiere zu Beginn der Laktation leistungsgerecht mit einer hoch aufgewerteten Mischration gefüttert werden.

Weitere Aspekte, die bei der Fütterung beachtet werden sollten, sind der Zeitpunkt der Vorlage und das Nachschieben des Futters. Dies sollte möglichst zu „ruhigen Phasen“ geschehen. Hierdurch kann eine Entzerrung des Andrangs am automatischen Melksystem erreicht werden, was gerade bei höher ausgelasteten Systemen deutliche Vorteile mit sich bringt. Wichtig ist jedoch in jedem Fall, dass auch nachts und in den frühen Morgenstunden ausreichend Futter zur Verfügung steht, da sonst der typische Rückgang der Zahl der Melkungen pro Stunde in diesem Zeitraum noch verstärkt wird.

Die Unterteilung in Leistungsgruppen sowie die regelmäßige Vorlage frischen Futters auch nachts ist unter arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten i.d.R. nur mittels einer automatischen Fütterung zu realisieren. Auf Grund der genannten Vorteile sollte diese Option bei der Planung Berücksichtigung finden.

2.4 Milchqualität und Eutergesundheit

Die Auswirkungen von automatischen Melksystemen auf Milchqualität und Eutergesundheit wurden bei der Markteinführung intensiv diskutiert. Zahlreiche Untersuchungen (z.B. VAN DER VORST und DE KONING 2002) haben mittlerweile jedoch gezeigt, dass, abgesehen von der Umstellungsphase, die Milchqualität im Durchschnitt nicht, oder nur in geringem Umfang beeinflusst wird. Bei einfachen Vergleichen zwischen konventionell und automatisch melkenden Betrieben wird zwar immer wieder auf höhere Zellzahlen bei Betrieben mit AMS hingewiesen, hierbei ist jedoch kritisch zu hinterfragen welche Betriebsgrößen der jeweiligen Stichprobe jeweils zugrunde gelegen haben, da auch die Betriebsgröße einen Einfluss auf die Höhe der Zellzahlen hat. Prinzipiell bergen automatische Melksysteme ein gewisses Risiko für erhöhte Zell- und Keimzahlen, da sie häufig sowohl hinsichtlich des Managements als auch der Technik näher „am Limit“ betrieben werden als konventionelle Anlagen. Diesem Risiko kann jedoch mit einem geeigneten Qualitätsmanagement begegnet werden. Untersuchungen von DE KONING (2004) zeigten, dass das Management den größten Einfluss auf die Milchqualität und die Eutergesundheit hat und dass die Managementaufgaben anspruchsvoller werden. Gerade in diesem Punkt bestehen jedoch häufig unrealistische Erwartungen und Hoffnungen seitens der Landwirte. Betriebe, welche vor der Umstellung Probleme in der Eutergesundheit haben, behalten diese

i.d.R. und eine Sanierung im laufenden AMS-Betrieb ist aufwändiger als bei konventioneller Melktechnik.

2.5 Sensorik

Das viertelbezogene Melken ist einer der besonderen Vorteile des automatischen Melkens. So werden die Melkbecher entsprechend des Milchflusses abgenommen bzw. deren Vakuum abgeschaltet wodurch das Blindmelken fast vollständig vermieden wird. Mit der viertelspezifischen Pulsation wurde eine weitere Entwicklung vorgestellt. Der Einsatz von Sensoren auf Viertelebene wird vor allem dadurch erleichtert, dass beim automatischen Melken ein Melkzeug für eine Gruppe von ca. 60 Tieren ausreicht.

Die Sensorik bei automatischen Melksystemen umfasst bei allen Systemen die Bestimmung der Leitfähigkeit auf Viertelebene und der Milchmenge. Darüber hinaus kommen teilweise Systeme zur Farberkennung zum Einsatz, welche geeignet sind bluthaltige Milch zu erkennen oder auch Mastitiden abzuschätzen (ESPADA und VIJVERBERG 2002, WIEDEMANN und WENDL 2004).

Nach der Vorstellung eines Online-Sensors zur Abschätzung des somatischen Zellgehalts nach dem Prinzip des Schalmtests (Sensortec / Lely; WHYTE et al. 2004) wurde Anfang 2007 von der Firma DeLaval ein Gerät zur exakten Online-Messung des Zellgehalts (Gesamtgemelk) präsentiert. Beide Entwicklungen zeigen, mit welchem Nachdruck die Firmen die Weiterentwicklung der automatischen Melksysteme verfolgen, aber auch welches Potenzial hier noch verborgen liegt. Künftig wird das Erfassen weiterer Parameter zur Überwachung der Qualität des Produkts, aber auch der Produktion breiten Raum in der Weiterentwicklung der Sensorsysteme einnehmen. Dabei stehen die Fütterung bzw. Stoffwechselerkrankungen, die Fruchtbarkeit und die Eutergesundheit im Fokus. Neben dem Fett- und Eiweißgehalt der Milch können Laktose, Harnstoff und der Zellgehalt, aber auch Progesteron oder Ketonkörper oder Enzyme in der Milch erfasst werden. Fertig entwickelte Sensoren zum automatischen Erkennen von Flocken in Milch sind bisher nicht auf dem Markt. Bedarf besteht auch bei der Erkennung verletzter oder verschmutzter Zitzen.

2.6 Weidegang

Verschiedene Untersuchungen (GREENALL et al. 2004, MATHIJS 2004, SPÖRNDLY et al. 2004, WOOLFORD et al. 2004) haben gezeigt, dass Weidegang auch mit einem AMS prinzipiell möglich ist. Von den meisten befragten Landwirten wurde jedoch die Dauer des Weidegangs

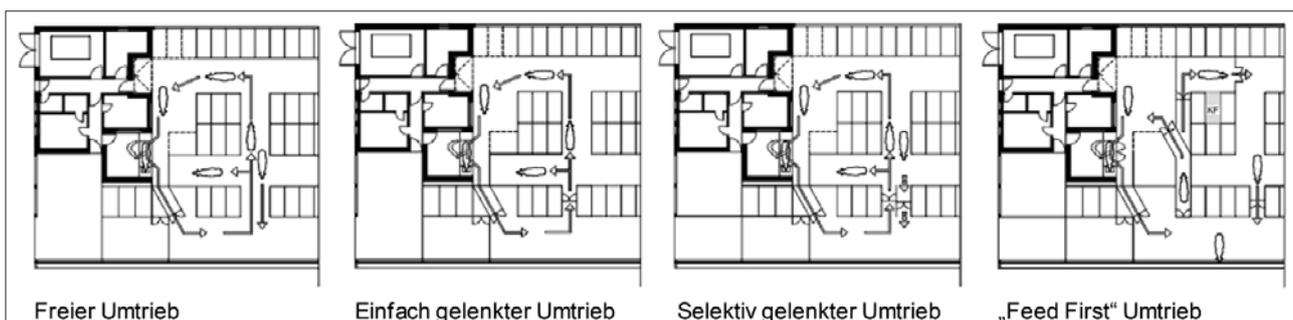


Abbildung 4: Grundlegende Tierumtriebsformen beim automatischen Melken

verkürzt, um die Kapazität des AMS nicht zu stark einzuschränken. In jedem Fall ist bei geplantem Weidegang eine besonders sorgfältige Planung des Tierumtriebs, der Fütterung und der Tagesroutine notwendig.

3. Stallplanung

3.1 Tierumtrieb

Hinsichtlich des Tierumtriebs besteht die Möglichkeit diesen frei, einfach gelenkt, selektiv gelenkt oder nach dem Prinzip „Feed-First“ zu gestalten (*Abbildung 4*). Eine umfassende Bewertung der drei erstgenannten Umtriebsformen ist bei HARMS (2005) zu finden.

Beim **freien Umtrieb** hat die Kuh jederzeit Zugang zum Grundfutter. Hierdurch ist jedoch auch der Anreiz, die Melkbox zu besuchen, lediglich durch das Kraftfutter gegeben. Dies kann insbesondere bei höher aufgewerteter Ration, stark unterschiedlicher Milchleistung innerhalb der Herde oder am Ende der Laktation dazu führen, dass Tiere vermehrt nachgetrieben werden müssen. Dies stellt einen erheblichen Arbeitsaufwand dar, der in der Planung berücksichtigt werden sollte.

Der **einfach gelenkte Umtrieb**, bei dem die Tiere nur über die Melkbox Zugang zum Grundfutter haben, ist nach dem heutigen Stand des Wissen nicht zu empfehlen, da hier die Häufigkeit der Grundfutteraufnahme deutlich reduziert wird. Insbesondere rangniedere Tiere müssen sich in ihrem Rhythmus den ranghöheren Tieren unterordnen (HARMS et al. 2005).

Einen Ausweg aus den Einschränkungen, die sowohl der freie als auch der einfach gelenkte Umtrieb mit sich bringen, stellt der **selektiv gelenkte Umtrieb** dar. Hierbei können die Tiere den Fressbereich über Selektionstore direkt aufsuchen. Die Durchgangsberechtigung wird i.d.R. in Abhängigkeit von der Melkberechtigung vergeben, so dass z.B. ein Tier, welches erst vor 3 Stunden beim Melken war, den Fressbereich direkt und ohne Wartezeit aufsuchen kann. Weiterhin kann der Landwirt für jedes einzelne Tier individuelle Berechtigungen vergeben. So ist z.B. denkbar, dass Tiere zu Beginn der Laktation immer Zutritt zum Fressbereich erhalten. Für die Umsetzung des selektiv gelenkten Umtriebs sind aktive Tore besser geeignet als passive, da sie häufiger genutzt werden und auch das Anlernen der Tiere leichter ist.

Der selektiv gelenkte Umtrieb wird in der Praxis häufig mit der **Vorselektion** verwechselt. Ziel einer Vorselektion ist jedoch die Melkbox zu entlasten, indem Tiere ohne Melkberechtigung an ihr vorbeigeleitet werden. Im Gegensatz zum selektiv gelenkten Umtrieb müssen die Tiere beim Einsatz einer Vorselektion den Wartebereich vor der Melkbox aufsuchen und sich dort mit ranghöheren Tieren auseinandersetzen. Generell sollte beim Einsatz einer Vorselektion die Steuerung gewährleisten, dass nicht zu viele Tiere in diesen Bereich selektiert werden und dass die Wartezeit für einzelne Tiere nicht zu lang wird.

Bei der Variante „**Feed-First**“ haben die Tiere über Einwegtore jederzeit Zugang zum Grundfutter, können den Liegebereich aber nur über Selektionseinrichtungen erreichen. Auch bei dieser Umtriebsform wird über eine Vorselektionseinrichtung in Abhängigkeit von der Melkberechtigung und der Auslastung des Wartebereichs entschieden, ob die Kuh in

den Wartebereich oder (evtl. über einen Kraftfutterbereich) zurück in den Liegebereich geleitet wird. Erste Praxiserfahrungen versprechen im Vergleich zum freien Umtrieb eine sehr regelmäßige Melkfrequenz und eine geringe Anzahl nachzutreibender Tiere, allerdings auch längere Wartezeiten für einzelne Tiere.

3.2 Stallkonzept und Planungstipps

Generell sollte beim Stallkonzept (*Abbildung 5*) darauf geachtet werden, dass klare Achsen gegeben sind, eine Option zur Erweiterung besteht (z.B. für Schieberentmistung oder Erschließung) und sich das Konzept auch im Detail bautechnisch einfach umsetzen lässt. Den Tieren ist genug Platz zur Verfügung zu stellen, damit sie die Melkbox, aber auch den Fressbereich ungehindert aufsuchen können. Die Erfahrung in der Praxis zeigt, dass zu schmale Laufgänge (< 2,5 m) oder ein beengter Fressbereich (< 3,5 m) zu einem schlechteren Besuch der Melkbox führen und damit zu einer geringeren Kapazität der Anlage. Beim **Fressgang** gilt als empfohlene Mindestbreite ein Maß von 4,0 m, bei den **Laufgängen** ein Maß zwischen 3,0 bis 3,5 m.

In größeren Beständen sollte auch die Möglichkeit zur **Unterteilung der laktierenden Tiere in Gruppen** eingeplant werden. Die Gruppengrößen von nicht mehr als 120 Tieren vereinfachen die Fütterung und das Management enorm. Sinnvoll in Großbetrieben ist auch, eine feste Gruppe für Problemtiere einzurichten und so die Auslastung der anderen Melkboxen zu erhöhen, da die notwendigen Reinigungen auf ein Minimum reduziert werden können.

In Bezug auf den **Tierumtrieb** sollte darauf geachtet werden, dass verschiedene Umtriebsformen realisierbar bleiben. In der Planungsphase wird der Arbeitsaufwand für das Nachtreiben der Tiere häufig unterschätzt, so dass die Wahl aus Kostengründen auf dreireihige Ställe mit freiem Umtrieb fällt. Diese Lösung hat jedoch den Nachteil, dass andere Umtriebsformen nur mit erheblichen Einschränkungen umgesetzt werden können. Eine Flexibilität ist nur gegeben, wenn der Fress- vom Liegebereich abgetrennt werden kann. Dies ist bei z.B. 2- und 4-reihigen Ställen möglich.

Ein ausreichend dimensionierter **Wartebereich** ist einzuplanen. Für eine Einboxenanlage sollte die Fläche mindestens 15 bis 20 m² betragen bzw. Platz für 5 bis 7 Tiere bieten, analog gilt dies für Mehrboxenanlagen. Keine Seite sollte schmaler als 3 m sein und der direkte Zugang zur Melkbox sollte nicht keilförmig ausgebildet sein. Generell sollte der Wartebereich mit Tränken ausgestattet werden und zeitweilig absperrbar sein, damit herangetriebene Tiere ihn nicht wieder verlassen können. Eine Abtrennung mit Einwegtoren ermöglicht zwar weiteren Tieren den Zutritt, Erfahrungen in der Praxis haben aber gezeigt, dass das gewünschte Tier unter Umständen erst später gemolken wird, wenn nachkommende Tiere dieses verdrängen. Darüber hinaus kann diese Lösung dazu führen, dass rangniedere Tiere den Wartebereich ungern aufsuchen, da sie hier ranghohen Tieren nicht mehr aus dem Weg gehen können. Der Boden im Wartebereich sollte immer mit Spaltenboden ausgestattet sein, um die Tiere mit möglichst sauberen Klauen zum Melken zu bringen.

Die **Entmistung** sowohl von Spaltenböden wie auch von planbefestigten Böden sollte regelmäßig erfolgen. Aufgrund der empfohlenen Laufgangbreiten ist auch auf Spaltenböden

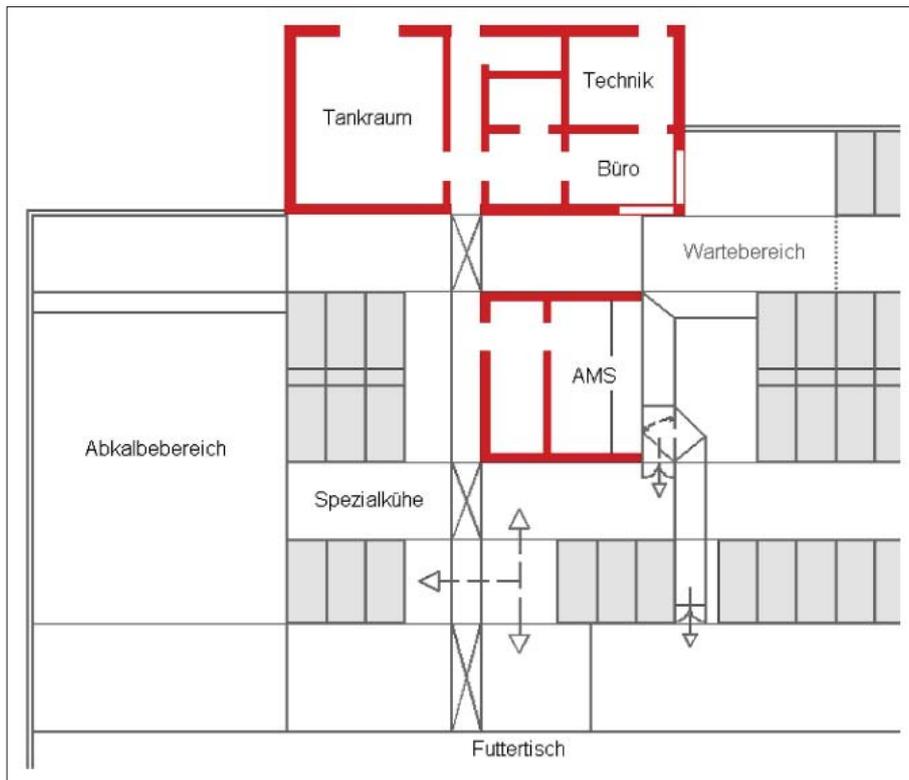


Abbildung 5: Stallgrundriss für vierreihigen Liegeboxenlaufstall mit AMS, Bereich für „Spezialkühe“ und Abkalbbereich (geändert nach ALB-Arbeitsblatt 02.14.04)

ein automatischer Mistschieber oder -roboter einzusetzen. Bei Mistschiebern sollte die Parkstellung auf jeden Fall außerhalb des Aufenthaltsbereichs der Kühe liegen, gleiches gilt nach Möglichkeit für Umlenkrollen. Generell sind kurze Wege zu den Abwurfschächten zu empfehlen, wobei hier auch spätere Erweiterungen unbedingt mit eingeplant werden sollten.

Für das **Büro** hat sich eine Aufteilung in ein kleineres „Schmutzbüro“ in der Nähe des Melkroboters sowie ein größeres Büro, aus dem der Stall oder der Wartebereich überblickt werden kann bewährt. Ein Einsehen der Melkbox ist hingegen weniger wichtig. Das größere Büro sollte nach Möglichkeit mit Außenluft belüftet werden können und daher nicht direkt vom Stall aus zugänglich sein.

Ein **separater Technikraum**, in dem auch das Kühlaggregat untergebracht werden kann, ist sinnvoll. Auf eine ausreichende Frischluftzufuhr ist zu achten. Der Technikraum sollte in der Nähe der Milchammer angeordnet werden.

Als **Standort für die Melkbox** im kleineren Betrieb sollten die Stirnseiten des Stalls vorgesehen werden, so dass sich bei einer möglichen Erweiterung eine zentrale Anordnung ergibt. Sind mehrere Einzelboxen oder eine Mehrboxenanlage geplant, empfiehlt sich die Mitte des Stalls als Einbauort, da so die Wege für die Tiere kurz gehalten werden. Zusätzlich eröffnet sich so die Möglichkeit, die Herde in Futtergruppen zu unterteilen.

Es sollten Vorkehrungen getroffen werden, um die **Melkbox** im Winter frostfrei zu halten. Eine über die Melkbox herausragende Decke erleichtert das Verschließen im Winter sowie das Anbringen von Streifenvorhängen. Im Sommer sind ausreichende Möglichkeiten zur Belüftung vorzusehen. Höhere Luftbewegungen helfen hierbei Probleme mit

Fliegen zu reduzieren. Es ist jedoch darauf zu achten, dass keine Zugerscheinungen auftreten.

Eine **Melkgrube** vor dem AMS ist nicht notwendig, kann aber die Arbeit erleichtern. Gleichzeitig verursacht sie jedoch auch höhere Kosten und einen höheren Reinigungsaufwand. Einen guten Kompromiss kann eine Absenkung des Bereichs hinter der Melkbox um ca. 30 cm darstellen. Dies führt bereits zu einer erheblichen Verbesserung des Zugangs zum Euter, behindert die Zugänglichkeit zur Maschine nur minimal und ist kostengünstig umzusetzen.

Attraktive Stalleinrichtungen (z.B. Tränke, Bürste, Kraftfuttermittelausgabeautomat) sollten sich nicht im Zugangs- oder Ausgangsbereich der Melkbox befinden, da der Tierverkehr dadurch gestört wird. Insbesondere bei rangniedrigeren Tieren besteht die Gefahr, dass sie aus diesen hochfrequentierten Bereichen verdrängt werden bzw. diese ungenutzten aufsuchen.

Nachselektionseinrichtungen tragen zur Reduzierung des Arbeitszeitbedarfs bei und erleichtern das Management. Die Nachselektionsbucht sollte einen Zugang zu Futter und Wasser ermöglichen und mit Liegeboxen ausgestattet sein. Der Selektionsbereich sollte mit Fressgitter zum Fixieren der Tiere für Untersuchungen oder Behandlungen ausgestattet sein, sowie über einen Behandlungs- oder Klauenstand verfügen.

Sollen für den selektiv gelenkten Umtrieb **dezentrale Selektionstore** zum Einsatz kommen, so ist darauf zu achten, dass diese in ausreichender Entfernung zur Melkbox angeordnet werden (z.B. in der Mitte des Stalls), um für die Tiere auch wirklich eine „Abkürzung“ zum Futter zu schaffen. Leerrohre zu den geplanten Standorten erleichtern die spätere Installation.

Strohabsauger können entweder zwischen den Melkrobotern eingeplant oder ausgelagert werden. Bei der Auslagerung bleiben die Wege zwischen den Melkboxen kurz und das Entmisten der Strohabsauger wird einfacher. Die Auslagerung sollte ab zwei Melkboxen in Betracht gezogen werden. Wichtig ist, bereits bei der Bauplanung spätere Erweiterungen einzuplanen, was bei ausgelagerten Strohabsaugern ebenfalls einfacher umzusetzen ist. Die Treibwege zwischen Melkbox(en) und Strohabsaugern sollten so gestaltet sein, dass das Zu- und Abtreiben der Tiere von einer Person problemlos durchgeführt werden kann.

4. Trends

4.1 Automatisierung weiterer Bereiche

Neben der weiter fortschreitenden Verbreitung automatischer Melksysteme werden sich zunehmend auch auto-

matische Fütterungssysteme im Markt etablieren. Auch in den Bereichen Entmistung und Einstreuen sind weitere Entwicklungen hin zur Automatisierung zu erwarten. Die Grenze zwischen automatischen und konventionellen Melksystemen wird zunehmend verschwimmen, da Roboter auch im Melkstand die Bereiche Reinigen, Ansetzen und Dippen übernehmen können, ebenso wie einzelviertelbezogenes Melken dort Einzug halten wird.

4.2 Sensorsysteme und Informationsverarbeitung

In Zukunft werden gerade in automatischen Melksystemen **weitere neue Sensoren** vorgestellt werden. Neben der Eutergesundheit werden die Bereiche Fruchtbarkeit, Fütterung und Stoffwechsel verstärkt an Bedeutung gewinnen. Diese Sensorsysteme werden aber zunehmend auch in konventionellen Melksystemen eingesetzt. Darüber hinaus werden in Zukunft verstärkt externe Informationen wie Preise, Qualitätsparameter von Milch und Futter oder Gesundheitsdaten verfügbar sein. Durch diese Möglichkeit auf eine **große und ständig wachsende Zahl an (Sensor-) Informationen** zugreifen zu können, entsteht zunehmend ein umfassendes Bild vom Einzeltier im Sinne von Precision Livestock Farming. Gleichzeitig besteht jedoch gerade in der Vielzahl der Informationen und der Komplexität der Systeme die größte Herausforderung für den Landwirt, da er konkrete Handlungen aus diesen Informationen ableiten muss. Hier sind Wissenschaft und Hersteller gefordert, Entscheidungsmodelle mit sehr hohen Spezifitäten bei gleichzeitig möglichst hoher Sensitivität zu entwickeln, um insbesondere falsch positive Hinweise weiter zu reduzieren. Die Anwendung neuer mathematisch-statistischer Methoden (Fuzzy Logic, neuronale Netze, Sensorfusion, usw.) wird dabei helfen können (MOL und WOLDT 2001). Der Erfolg neuer Systeme und Sensoren wird u. a. auch davon abhängen, inwieweit es gelingt, den immer größer werden Zeitanteil für die Managementaufgaben (SCHICK 2009) wirkungsvoll zu reduzieren.

4.3 Kopplung der Systeme

Die **Kopplung der verschiedenen Systeme** wird, wie auch im Bereich der Außenwirtschaft, eine große Herausforderung darstellen. Gleichzeitig bietet aber gerade dieser Punkt ein großes Potenzial für neue Funktionen sowie zur Reduzierung und Vereinfachung der notwendigen Managementaufgaben. So könnte beispielsweise durch eine Kopplung von automatischer Grund- und Kraftfutterfütterung an ein automatisches Melksystem die Fütterung in Abhängigkeit von den tierindividuellen Milchinhaltsstoffen, des Laktationsstands, der aktuellen AMS-Auslastung, der aktuellen Tierzahl oder anderen Parametern gesteuert werden. Darüber hinaus könnte die Futtervorlage auch gezielt eingesetzt werden, um eine gleichmäßigere Auslastung der Systeme zu erreichen und so die Kapazität zu erhöhen. Ein Standard für eine solche Kopplung existiert mit „ISOagriNET“ bereits. Die Hersteller sind gefordert, diesen Standard auch in die Realität umzusetzen.

5. Ausblick

Unter Beachtung der aufgeführten Punkte bietet das automatische Melken gerade in Regionen mit kleineren

Betriebsstrukturen den zukunftsorientierten Betrieben eine Option, der zunehmenden Arbeitsbelastung zu entgehen und gleichzeitig am technischen Fortschritt teilzuhaben. Eine gute Planung, insbesondere auch der Details, hilft die Arbeitszeit weiter zu reduzieren, Kosten zu sparen und ist Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz eines AMS. Nicht unterschätzt werden sollte auch der Einfluss der Leistung der Tiere. Hier lässt häufig im Vorfeld durch züchterische Maßnahmen viel verbessern.

6. Literatur

- ALB-Arbeitsblätter, 2008: 02.14.04 (Automatische Melksysteme I – Planungsgrundlagen), 02.14.05 (Automatische Melksysteme II – Planungsbeispiele). <http://www.alb-bayern.de>.
- DE KONING, K., 2004: Automatic Milking, lessons from Europe. In: ASAE Annual Meeting 2004, Paper number 044188.
- DORFNER, G., 2009: AMS in der Milchviehhaltung – eine ökonomische Bewertung. Folien zum Vortrag bei den LfL-Infotagen „Automatisches Melken“; 17.-18. März 2009, Grub. <http://www.lfl.bayern.de/ilb/tier/34838/index.php>.
- ESPADA, E. und H. VIJVERBERG, 2002: Milk colour analysis as a tool for the detection of abnormal milk. In: Proceedings of the First North American Conference on Robotic Milking, 20-22th March, Toronto, Canada, Wageningen Press, The Netherlands, IV28-IV38.
- GREENALL, R.K., E. WARREN und M. WARREN, 2004: Integrating Automatic Milking Installations (AMIS) into Grazing Systems – Lessons from Australia. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 273-279.
- HARMS, J., 2005: Untersuchungen zum Einsatz verschiedener Varianten des Tierumtriebs bei automatischen Melksystemen (Einboxenanlagen). Dissertation, Lehrstuhl für Landtechnik, TUM, ISSN: 0931-6264: 180 S., LfL-Schriftenreihe 2/2005. http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/schriftenreihe_url_1_24.pdf.
- HARMS J., G. PETERSSON und G. WENDL, 2005: Influence of social rank on animal behaviour of cows milked by an automatic milking system: Implementation of automated procedures to estimate the rank and the length of stay in the feeding area. In: Precision Livestock Farming (S. Cox, Ed.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 179-186.
- HOGVEEN, H., K. HEEMSKERK und E. MATHIJS, 2004: Motivations of Dutch Farmers to invest in an Automatic Milking system or a Conventional Milking Parlour. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 56-61.
- MATHIJS, E., 2004: Socio-Economic Aspects of Automatic Milking. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 46-55.
- MOL DE, R.M. und W.E. WOLDT, 2001: Application of Fuzzy Logic in Automated Cow Status Monitoring. J. Dairy Sci. 84, 400-410.
- MÜLLER, T. und W. BAUMGARTEN, 2007: In der Hälfte der Zeit melken. DLZ-Agrarmagazin 9, 90-94.
- OLOFSSON, J., 2000: Feed Availability and its Effects on Intake, Production and Behaviour in Dairy Cows. PhD Thesis, Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, Sweden.
- OVER, R. und A. KÜMMEL, 2006: Erst Effizienz, dann Mitarbeiter. DLG-Mitteilungen 7, 20-23.

- RODENBURG, J. und B. WHEELER, 2002: Strategies for Incorporating Robotic Milking into North American Herd Management. In: Precision Livestock Farming '05 (S. Cox, Ed.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, III18-III32.
- SCHICK, M., 2009: Vor- und Nachteile verschiedener Melkverfahren aus der Sicht der Arbeitswirtschaft. In: Tagungsband zur 2. Tännikonter Melktechniktagung, ART Schriftenreihe 9, 49-58.
- SPÖRNDLY, E., C. KROHN, H.J. VANDOOREN und H. WIKTORSSON, 2004: Automatic Milking and Grazing. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 263-272.
- VAN DER VORST, Y. und DE KONING, C.J.A.M., 2002: Automatic Milking and Milk Quality in Three European Countries. In: Precision Livestock Farming '05 (S. Cox, Ed.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, V1-V12.
- WHYTE D, S., R.G. ORCHARD, P. CROSS, T. FRIETSCH, R.W. CLAYCOMB und G.A. MEIN, 2004: An on-line somatic cell count sensor. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 235–240.
- WIEDEMANN, M. und G. WENDL, 2004: The use of spectral photometry for detection of mastitis milk. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 228-234.
- WOOLFORD, M.W., R.W. CLAYCOMB, J. JAGO, K. DAVIS, I. OHNSTAD, R. WIELICZKO, P.J.A. COPEMAN und K. BRIGHT, 2004: Automatic Dairy Farming in New Zealand using Extensive Grazing Systems. In: Automatic Milking – A Better Understanding (A. Meijering, H. Hogeveen und C.J.A.M. de Koning, Eds.), Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 280-285.