

Automatische Melksysteme

Verfahren – Kosten – Bewertung

KTBL-Schrift 497



KTBL-Schrift 497

Automatische Melksysteme

Verfahren – Kosten – Bewertung

Herausgeber

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

Autoren

Die Autoren sind Mitglieder der KTBL-Arbeitsgruppe „Automatische Melksysteme“:

Prof. Dr. C. Fuchs | Hochschule Neubrandenburg, Neubrandenburg
A. Fühbeker | Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg
Dr. J. Harms (Vorsitzender) | Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Poing
Dr. W. Hartmann (Geschäftsführer) | Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt
Dr. A. Häußermann | Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel
R. Kaufmann | Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen (Schweiz)
Dr. F. Reinecke | Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg
Dr. S. Rose-Meierhöfer | Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Potsdam
Dr. W. Wolter | Regierungspräsidium Gießen, Wetzlar
Dr. M. Zähler | Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen (Schweiz)

Unter Mitwirkung von

W. Achilles | Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt
M. Röstel | Landeskontrollverband Schleswig-Holstein e.V., Kiel
Dr. K. Kuwan | VIT Verden, Verden

Die Schrift wurde vom KTBL und den Autoren nach bestem Wissen und Gewissen nach dem derzeitigen Wissensstand zusammengestellt. Das KTBL bzw. die Autoren übernehmen jedoch keinerlei Haftung für die bereitgestellten Informationen, deren Aktualität, inhaltliche Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität.

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie. Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© 2013

Herausgeber und Vertrieb

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt
Telefon +49 6151 7001-0 | Fax +49 6151 7001-123 | E-Mail: ktbl@ktbl.de
vertrieb@ktbl.de | Telefon Vertrieb +49 6151 7001-189
www.ktbl.de

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Texten und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung des KTBL urheberrechtswidrig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Redaktion

W. Achilles, Dr. W. Hartmann | KTBL

Lektorat

M. Pikart-Müller | KTBL

Titelfoto

©Werkfoto DeLaval

Druck und Bindung

Druckerei Silber Druck oHG | Niestetal

Printed in Germany

ISBN 978-3-941583-78-8

Vorwort

Das automatische Melken gehört zu den bedeutendsten Entwicklungen der landtechnischen Geschichte. Die Entwicklung einer Technik, die Kühe automatisch melkt, galt lange als Utopie: Von vielen Milchviehhaltern sehnsüchtig erwartet, wenn es um den Wunsch nach flexibleren Arbeitszeiten oder die Einsparung von Arbeit geht; von Einzelnen aber auch kritisch betrachtet, die im täglichen Kontakt mit dem Tier beim Melken eine wesentliche Grundlage tiergerechter Milchviehhaltung sehen.

Bei der Einführung technischer Neuheiten entflammt häufig zwischen Befürwortern und Skeptikern ein Widerstreit über den Sinn und Nutzen der Technik. Dies war auch bei den automatischen Melksystemen der Fall. Anfängliche „Kinderkrankheiten“ und mangelnde Erfahrungen verzögerten die Einführung in die Praxis. Dennoch hat sich diese Form des Melkens in der Praxis – neben der herkömmlichen Melktechnik – etabliert und heute einen festen Platz gefunden.

Die Leistung der Entwickler muss vor diesem Hintergrund anerkannt werden. Den Ingenieuren ist es gelungen, Hochtechnologie für den Einsatz in Ställen fit zu machen. Hervorzuheben sind aber auch die zahlreichen Praktiker, Berater und Wissenschaftler, die an den Erfolg des automatischen Melkens geglaubt haben. Der Fortschritt erfolgt nicht allein durch die Entwicklung einer neuen Technik, sondern durch die Integration dieser Technik in die Praxis.

Die Schrift greift das Thema der KTBL-Schrift 395 „Automatische Melksysteme“ aus dem Jahr 2000 auf. Darüber hinaus beinhaltet sie Praxiserfahrungen mit automatischen Melksystemen, wie sie schon 2005 im gleichnamigen KTBL-Heft 424 thematisiert wurden. Im Vergleich zu den beiden Produkten dokumentieren die Autoren den enormen Wissenszuwachs.

Tierhalter, Berater und Veterinäre erhalten eine Übersicht über die am Markt angebotene Technik, die Wechselwirkungen zwischen Tier und Technik, über die Anforderungen an das Stallkonzept und der Wirtschaftlichkeit des Melksystems.

Allen, die an der Erarbeitung der Schrift beteiligt waren – insbesondere den Autoren, Mitgliedern der Arbeitsgruppe und den Firmen, die Informationen zu ihren Produkten zur Verfügung gestellt haben – sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)

DR. HEINRICH DE BAËY-ERNSTEN
Hauptgeschäftsführer

Inhalt

1	Einleitung.....	9
2	Beschreibung automatischer Melksysteme.....	11
2.1	Verbreitung automatischer Melksysteme.....	11
2.2	Anlagentypen.....	12
2.3	Bestandteile der Melkbox.....	14
2.4	Funktionsprinzip.....	14
2.5	Technische Details automatischer Melksysteme verschiedener Hersteller.....	15
2.6	Einordnung automatischer Melksysteme in den Stall.....	22
2.7	Systemleistung.....	23
3	Milchkühlung und -lagerung.....	27
3.1	Gesetzliche Anforderungen.....	27
3.2	Kühlsysteme und -behälter.....	28
3.3	Milchlagerraum.....	33
4	Hygieneanforderungen, Eutergesundheit, Milchqualität.....	35
4.1	Baulich-technische Empfehlungen.....	35
4.2	Eutergesundheit.....	36
4.2.1	Einflussfaktoren auf die Eutergesundheit.....	37
4.2.2	Kontrolle der Eutergesundheit – Erkennung von Eutergesundheitsstörungen.....	38
4.2.3	Maßnahmen zur Vorbeugung von Eutergesundheitsstörungen.....	41
4.2.4	Behandlung.....	44
4.3	Rechtliche Rahmenbedingungen.....	45
4.3.1	Hygienevorschriften der EU für Lebensmittel tierischen Ursprungs.....	45
4.3.2	Maßnahmenkatalog.....	47
5	Leistungskontrolle.....	51
6	Wechselwirkung Tier und Technik.....	54
6.1	Anforderungen an das Tier.....	54
6.2	Mobilität der Tiere.....	56
6.3	Tierverhalten.....	57
6.3.1	Stressbelastung.....	57
6.3.2	Einfluss der Rangordnung.....	58
6.4	Fütterung in der Melkbox.....	59

7	Kuhumtrieb	61
7.1	Kuhumtriebsformen	61
7.2	Freier Tierumtrieb	64
7.3	Einfach gelenkter Umtrieb mit Umtriebsrichtung „Liegen → Fressen“	65
7.4	Tierindividuell gelenkter Umtrieb mit Umtriebsrichtung „Liegen → Fressen“	66
7.5	Gelenkter Umtrieb mit Umtriebsrichtung „Fressen → Liegen“	68
7.6	Kombination mit Weidegang	69
8	Gebäudelayout und Planungsgrundsätze	71
8.1	Gebäudehülle	71
8.2	Melkroboter und Stall	72
8.3	Gebäudelayout von Laufställen mit Liegeboxen	78
8.4	Kuhkomfort	86
8.5	Melkboxen auf der Weide	95
9	Verfahrensabläufe und Arbeitszeitbedarf	96
9.1	Was ändert sich durch ein automatisches Melksystem?	96
9.2	Umstellung auf ein automatisches Melksystem	96
9.3	Inbetriebnahme	98
9.4	Regelabläufe	101
9.5	Einstellungen der Anlagen	107
9.6	Behandlung von Tieren	109
9.7	Eingliederung von Färsen und Kühen	110
9.8	Vorzeitiges Trockenstellen	110
9.9	Maßnahmen bei Störfällen	111
9.10	Arbeitszeitbedarf	111
10	Betriebswirtschaftliche Bewertung	113
10.1	Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion – Wer investiert heute noch in einen Milchviehstall?	113
10.2	Betriebsstoffbedarf	117
10.3	Arbeits- und Gebäudekosten für AMS in Abhängigkeit von der Bestandsgröße	120
10.4	Vergleich der Arbeits- und Gebäudekosten von AMS und konventionellen Melksystemen	121
10.5	Leistungssteigerung durch häufigeres Melken im AMS	123
10.6	Vergleich der Wirtschaftlichkeit in Abhängigkeit von der Lohnhöhe	125
10.7	Mindestgrößen für Milchleistung und Milchpreis zur Erreichung der Gewinnschwelle	127
10.8	Kostenvergleich der AMS untereinander	128
10.9	Fazit	130

11	Schlussbetrachtung – Stand der Technik und Entwicklungstendenzen	131
11.1	Automatische Melksysteme auf dem Vormarsch	131
11.2	Sensortechnik, wichtiger Bestandteil automatischer Melksysteme	131
11.3	Wirtschaftlichkeit – teuer, aber arbeitssparend.....	133
11.4	Herausforderung Stallplanung.....	133
11.5	Automatisierung geht weiter.....	134
11.6	Ausblick	135
12	Planungstipps	136
13	Literaturverzeichnis.....	139
Anhang		
	Anhang 1 – Begriffsdefinitionen	144
	Anhang 2 – DIN ISO 20966:2008-04 Automatische Melksysteme – Anforderungen und Prüfung.....	148
	Anhang 3 – Maßnahmenkatalog	150
	Anhang 4 – Formular für die Anzeige der Installation eines AMV	154
	 Anschriften der Autoren.....	 155
	KTBL-Veröffentlichungen	156
	aid-Veröffentlichungen.....	160

1 Einleitung

Unter einem automatischen Melksystem (AMS) ist die Gesamtheit aus Melkroboter, Stall sowie Fütterungs- und Herdenmanagement zu verstehen. Nur wenn diese Komponenten richtig aufeinander abgestimmt sind, erfüllen sich die mit dem Kauf verbundenen Erwartungen des Milchviehhalters.

Als Hauptgründe für die Investition in ein automatisches Melksystem werden von den Milchviehhaltern die Arbeitsentlastung und die flexiblere Arbeitszeit genannt (FÜBBEKER und KOWALEWSKY 2005). Darüber hinaus erwarten viele Landwirte einen tierschonenderen Milchentzug und zusätzliche Daten, die die Tiergesundheit und das Wohlbefinden der Tiere insgesamt verbessern helfen. Durch einen geringen Arbeitszeitbedarf wollen viele Landwirte auch zusätzliche Arbeitskräfte einsparen oder dem Mangel an qualifizierten Fachkräften begegnen. Zudem erwarten viele eine Steigerung der Milchleistung. Weitere, aber weniger häufig genannte Kaufgründe sind der Kostenvorteil und der geringe Platzbedarf. Letzterer ist jedoch für jene Landwirte besonders interessant, die eine Umbaumaßnahme oder Erweiterung planen.

Der Einsatz eines automatischen Melksystems ist aber auch an Bedingungen geknüpft: Automatische Melksysteme generieren eine Vielzahl an elektronischen Daten. Die Umwandlung dieser Daten in Informationen und deren konsequente Nutzung ist die größte Herausforderung für den Milchviehhalter. Der Milchviehhalter und die von ihm mit der Tierbetreuung beauftragten Personen müssen der neuen Technik gegenüber aufgeschlossen sein und über technische Fähigkeiten verfügen. Der Betrieb muss damit Anforderungen erfüllen, die von denen des Melkens im Melkstand abweichen.

Die von HULSEN 2008 formulierten und ergänzten Fragen können in einem ersten Schritt klären helfen, ob die eigenen Grundvoraussetzungen für ein AMS erfüllt sind. Je mehr Fragen zweifelsfrei mit „ja“ beantwortet werden können, umso besser sind die Voraussetzungen für den Einsatz eines automatischen Melksystems:

- Sind Sie ein „Computermensch“? Vertrauen Sie Zahlen und Managementinformationen, die der Computer Ihnen verschafft, und können Sie strukturiert denken und Prozessabläufe überblicken?
- Sind Sie gewissenhaft und selbstkritisch, wenn es um den Umgang mit den Kühen geht und verstehen Sie es, Hauptsachen von Nebensachen zu unterscheiden?
- Sind Sie gut darin, die nötigen Voraussetzungen zu schaffen und anschließend aus einiger Entfernung zuzusehen? Eine Person steht rund um die Uhr für die Betreuung des Roboters zur Verfügung und kann ihn binnen 30 Minuten erreichen?
- Ist Ihr geplanter Stall oder Stallumbau geräumig genug, der Bereich vor dem Roboter gut von den Tieren zu sehen und steht für jede Kuh ständig Futter zur Verfügung?

- Werden um 15.00 Uhr weniger als 5 % Ihrer Kühe eine Pansennote von mindestens 2,5 haben?
- Kennen Sie sich mit der Fütterung aus?
- Bekommen Sie Ihre Kühe mit maximal 2 Besamungen trächtig?
- Reagieren Sie schnell und zweckmäßig auf Probleme bei einzelnen Kühen? Sind weniger als 10 % Ihrer Kühe zu mager (BCS < 1,5) oder lahm?
- Haben Sie das Interesse und die Disziplin, jeden Tag auf dem Computer Kontrolllisten zu überprüfen? Gelingt Ihnen die Umstellung von viel körperlicher Arbeit auf viel Management? Registrieren Sie schon jetzt immer zeitig und fehlerlos alle Tierdaten?

Das Informationsangebot zu automatischen Melksystemen ist bereits sehr gut. Beratungseinrichtungen bieten Veranstaltungen, Gespräche und Exkursionen zu Betrieben. Hersteller stellen umfangreiches Informationsmaterial online zur Verfügung und beraten Interessenten. In Diskussionsforen tauschen sich Praktiker über das Für und Wider aus. Dennoch oder gerade wegen der Vielfalt an Angeboten kann der Einstieg in die Thematik schwerfallen. Deshalb wurden in dieser Schrift Praxiserfahrungen und wissenschaftliche Erkenntnisse zusammengetragen. Sie verschafft einen Überblick über am Markt verfügbare Boxenfabrikate und beschreibt den derzeitigen Stand des Wissens. Die Schrift gibt Antworten darauf, wann sich die in die Technik gesetzten Hoffnungen erfüllen und wo sie an ihre Grenzen stößt. Die unternehmerische Entscheidung kann letztendlich nur nach einer ökonomischen Analyse erfolgen. In der Schrift wird darauf ausführlich eingegangen.

2 Beschreibung automatischer Melksysteme

2.1 Verbreitung automatischer Melksysteme

Die Verkaufszahlen automatischer Melksysteme sind, nach einer anfänglich zögerlichen Nachfrage, in den letzten Jahren stark gestiegen. Die Gründe hierfür liegen in der deutlichen Verbesserung der Zuverlässigkeit, den niedrigeren Kosten und der verbesserten Sensortechnik (HARMS 2009).

Bei der kommerziellen Einführung automatischer Melksysteme im Jahr 1992 waren das Interesse, aber auch die Erwartungen in diese neue Technik sehr hoch. Seit 1998 steigen die Verkaufszahlen kontinuierlich (Abb. 1). Nach Schätzungen aufgrund von Herstellerangaben investierten inzwischen weltweit mehr als 15000 Betriebe in automatische Melksysteme, und die Verkaufszahlen der Hersteller lassen den Schluss zu, dass ein weiterer Anstieg zu erwarten ist.

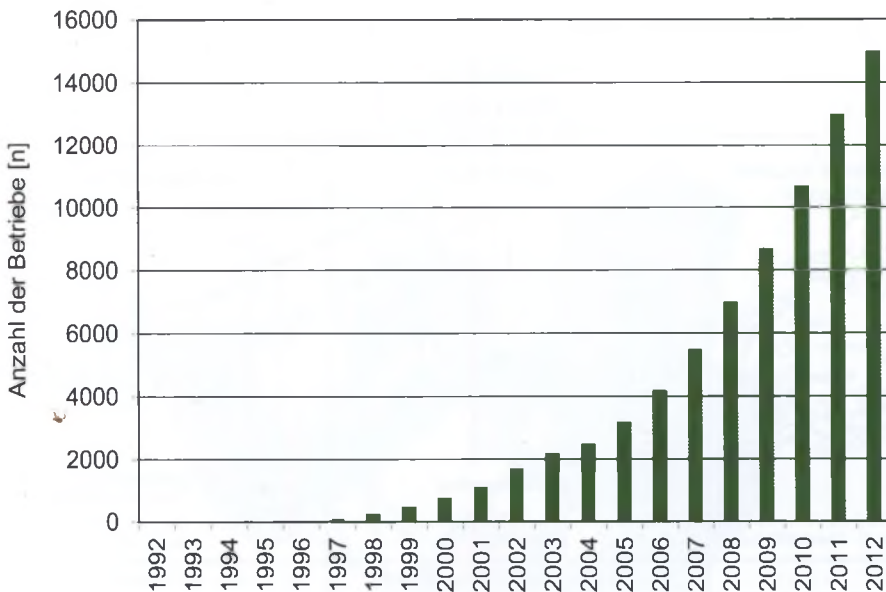


Abb. 1: Anzahl der Betriebe mit automatischen Melksystemen weltweit, Schätzung nach Herstellerangaben (HARMS 2009, verändert)

2.2 Anlagentypen

Grundsätzlich wird zwischen Einbox- und Mehrboxenanlagen sowie in Karussellen integrierten automatischen Melksystemen unterschieden (Abb. 2). Letztere befinden sich zurzeit in der Einführungsphase und sind nicht Gegenstand dieser Schrift. Bei Einboxanlagen bildet die Melkbox eine kompakte Einheit im Sinne eines autonom funktionierenden Moduls, die im Stall frei aufgestellt werden kann. Der Ansetzautomat und die für den Milchentzug nötigen Einrichtungen sind hierbei jeweils einem Modul zugeordnet. Über eine Milchdruckleitung ist dieses mit den Einrichtungen der Milchlagerung verbunden. Mit der Herdengröße steigt die Anzahl der eingesetzten Einheiten. Die Überwachung und das Herdenmanagement erfolgen über eine zentrale EDV im Betriebsleiterbüro.

Bei den Mehrboxenanlagen werden mehrere Melkboxen mit einem Ansetzautomaten bedient. Zwei bis fünf Boxen werden so zu einer Einheit zusammengefasst. Die einzelnen Melkboxen sind dabei entweder hintereinander (Abb. 3) oder parallel (Abb. 4) angeordnet. Jede Melkbox ist mit autonom arbeitender Melktechnik ausgestattet.

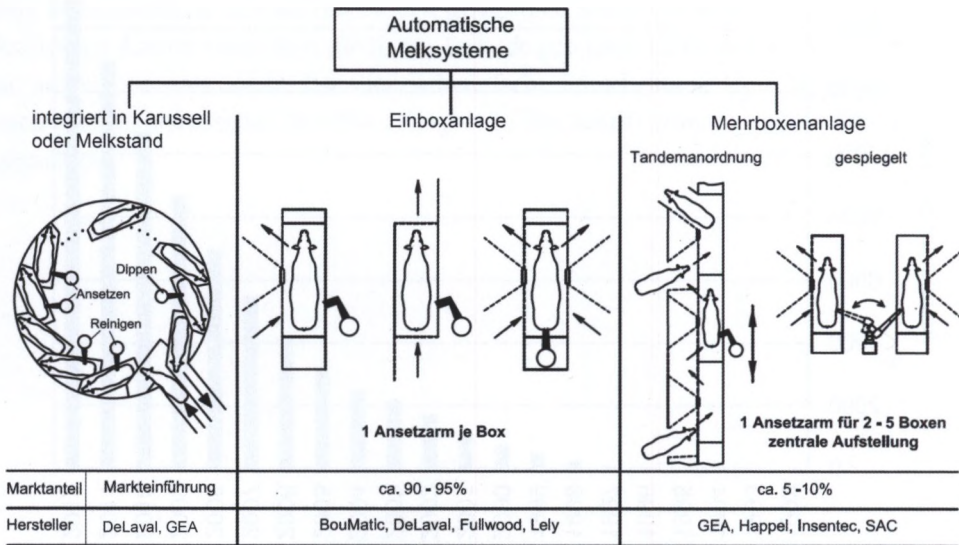


Abb. 2: Bauvarianten automatischer Melksysteme (WENDL 2011)

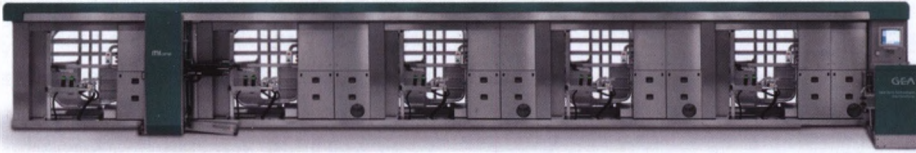


Abb. 3: Beispiel für in Reihe angeordnete Melkboxen mit parallel laufendem Ansetzautomaten (Foto: GEA)

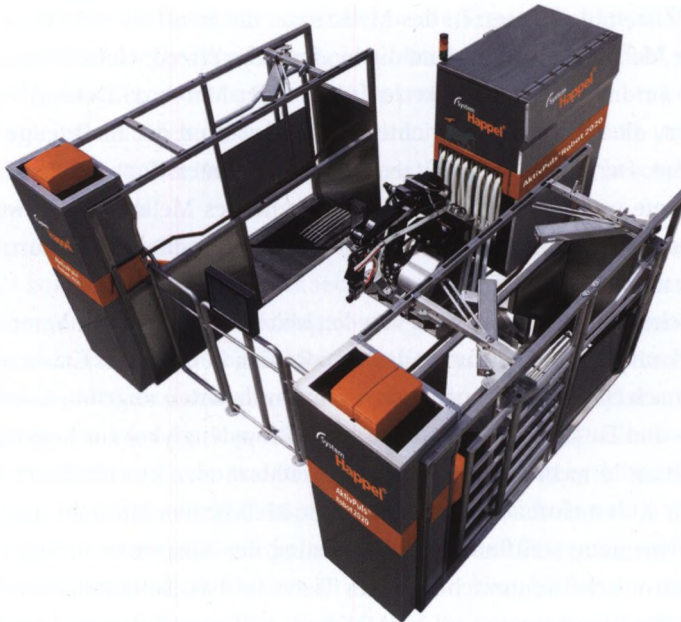


Abb. 4: Beispiel für parallel angeordnete Melkboxen mit zentralem Ansetzarm (Foto: System Happel)

2.3 Bestandteile der Melkbox

Kernstück des automatischen Melksystems ist die Melkbox mit Roboter. Sie umfasst je nach Hersteller folgende Bauteile, die in einem mehr oder weniger geschlossenen Boxenraum untergebracht sind:

- Tiererkennung (Halsband, Ohr, Fuß)
- Ein- und Auslasstüren
- Kraftfutter-Fütterung
- Ansetzarm und Melkmodul
- Zitzenerkennung
- Euterreinigung, Vorbereitung Euter
- Technik des Milchentzugs: Pulsator, Vakuumeinstellung, Abnahme
- Milchmengenerfassung, Milchbeprobung (MLP)
- Reinigung und Desinfektion
- Maschineneinheit
- Steuerungseinrichtungen und -programme
- Herdenmanagementprogramme

2.4 Funktionsprinzip

Beim automatischen Melken werden ursprünglich manuelle Verfahrensschritte, wie das Reinigen der Zitzen, das Ansetzen des Melkzeugs, die Kontrolle der Milch auf abnorme Merkmale, die Melkzeugabnahme und die hygienische Zitzenbehandlung nach dem Melken komplett automatisiert. Gemolken wird in einer Melkbox. Deren Herzstück ist der Ansetzautomat, die technische Vorrichtung zum Ansetzen der Melkzeuge – auch Melkroboter genannt. Der Vorgang der Zitzenortung wird unterstützt durch elektronische Erkennungssysteme und optische Sensoren. Während des Melkvorgangs werden von der Milch jedes Euterviertels und des gesamten Euters Gesundheits-, Leistungs- und Qualitätsparameter automatisch erfasst.

Automatische Melksysteme werden von den Milchkühen aus freier Veranlassung aufgesucht. Als Lockmittel dient Kraftfutter, das von der Kuh in mehreren Gaben abgerufen werden kann. Je nach Hersteller können bis zu fünf Futtersorten angeboten werden, darunter auch Mineral- und Futterergänzungstoffe sowie Propylenglykol zur Ketoseverbeugung.

Die Aufteilung in mehrere Gaben mit Mindestabständen gewährleistet, dass über den Tag hinweg die Kuh mehrmals das automatische Melksystem aufsucht und so ein gleichbleibender Milchentzug stattfindet. Die Zuweisung der Ansprüche erfolgt tierindividuell. Durch die elektronische Kennzeichnung des Tieres mittels Halsband, Fußband oder Ohrmarke erfolgt die Tiererkennung in der Melkbox. Soll eine Kuh nicht gemolken werden, ist der Abstand zur letzten Melkung oder der zu erwartende Milchertrag zu gering, erfolgt keine Kraftfuttergabe. Der Melkvorgang wird nicht begonnen und die Kuh wird durch die

Steuerung der Vorselektion oder der Ein- und Auslasstüren am Zugang zur Anlage gehindert oder zum Verlassen selbiger aufgefordert. Neu entwickelt ist der gerade Durchgang, bei dem die Tiere nicht seitlich in die Melkbox, sondern über die schmalen Seiten (Abb. 5) eintreten. Dies soll den Tieren den Zugang vereinfachen und die Passage verkürzen helfen. Bei ihnen wird der Trog zum Fressen vor das Tier geschwenkt und nach dem Melken zurückgefahren, was nach Herstellerangaben einen zusätzlichen Anreiz zum Verlassen der Box bieten soll.



Abb. 5: Melkbox mit geradlinig verlaufendem Zu- und Ausgang (Foto: Lely)

Nach Ende des Melkvorgangs wird die Melkung viertelindividuell milchflussgesteuert beendet und die Zitzen werden mit einem Dippmittel eingesprüht. Anschließend werden die Melkbecher gespült.

2.5 Technische Details automatischer Melksysteme verschiedener Hersteller

Anbieter automatischer Melksysteme sind derzeit die Firmen BouMatic, DeLaval, GEA Farm Technologies (GEA), System Happel, Lely, Lemmer-Fullwood, SAC und Insentec. Der Marktanteil der beiden größten Hersteller DeLaval und Lely liegt bei 80–90 Prozent. Die Hersteller arbeiten mit Melkmodulen, die sich in technischen Details und Ausführungen unterscheiden (Tab. 1). Die Hersteller weisen darüber hinaus auf besondere Merkmale ihrer Produkte hin (Tab. 2).

Je nach Hersteller sind Ansetzarm und Melkmodul getrennte Einheiten oder sie sind in einer Einheit kombiniert. In den Zitzenbechern werden Zitzengummis aus Silikon oder Gummigemischen eingesetzt. Die Leistung des Melkers wird von dem Handhabungssystem oder Ansetzarm erbracht. Je nach Modell bedient ein solcher Ansetzarm bis zu fünf Boxen. Er führt das Melkmodul hydraulisch, elektrisch und/oder pneumatisch unter das Euter. Die richtige Position ist von der Zitzenstellung abhängig. Die Koordinaten der Kuh, ihres Euters und ihrer Zitzen werden beim ersten Melken gespeichert und die Position der Zitzen bei den folgenden Melkvorgängen in mehreren Schritten je nach Hersteller mit einem Laserscanner und Bildverarbeitung erkannt. Eine Fixierung der Kuh erfolgt in der Regel nicht. Insgesamt ist die Technik so ausgereift, dass die Position des Euters jeder Kuh dem System bekannt ist und die Technik den Bewegungen des Euters in der Box folgt. Bei einzelnen Fabrikaten wird die Boxenlänge der Körperlänge durch Verschieben des Futtertrogs angepasst.

Tab. 1: Technische Ausstattung der Melkmodule und Ansetzarme nach Herstellerangaben

Technische Ausstattung		Hersteller						
		DeLaval	Lely	Lemmer- Fullwood	SAC	System Happel	BouMatic	GEA
		VMS	Astronaut A4	Merlin 225	RDS Futureline MAX	AktivPuls Robot 2020	MR-S1	Mlone
Boxen pro Ansetzarm	Anzahl	1	1	1	2	2	1	1 bis 5
Ansetzarm und Melkmodul	getrennt	X			X	X	X	X
	kombiniert		X	X				
Antrieb Ansetzarm	hydraulisch	X					X	
	elektrisch				X	X		
	elektrisch/ pneumatisch		X	X				X
Zitzen-erkennung	Laserscanner		X	X				
	Bildverarbeitung und Laser	X			X	X	X	
	Bildverarbeitung und TOF-Kamera							X
Zitzenreinigung und Stimulation	separater Reinigungs- und Vormelkbecher	X			X	X	X	
	Reinigungsbürsten		X	X				
	im Melkbecher							X
Vormelken	im Reinigungs- und Vormelkbecher	X			X	X	X	
	im Melkbecher		X	X				X
Zitzen sprühen (Dippen)	Düse im Ansetzarm	X	X	X			X	
	Düse im Boden				X	X		X
Zitzen-gummi	Gummimischung	X	optional	X	X	X	X	X
	Silikon		X			X		

Tab. 2: Besondere Merkmale automatischer Melksysteme nach Herstellerangaben

Hersteller	Typ	Besondere Merkmale
DeLaval	VMS	<ul style="list-style-type: none"> - Einzelboxenmelksystem in Edelstahlausführung mit ölhydraulischem Multifunktionsarm - effizienter Melkablauf durch Vorbereitungsbecher und viertelweiser Milchmengenmessung - Arbeitseinsparung durch automatische Kamera-, Boden-, Schlauch- und Melkbecherreinigung - Upgradefähigkeit, d.h. Neuerungen können in bestehenden Anlagen nachgerüstet werden
Lely	Astronaut A4	<ul style="list-style-type: none"> - gerader Durchgang ermöglicht besonders einfachen Ein- und Austrieb der Kühe - die Tiere stehen absolut frei in der Melkbox und werden über eine Kamera erkannt - die robuste Armkonstruktion gewährleistet ein Maximum an Betriebssicherheit - durch 20-jährige Erfahrung wurden die Betriebskosten erheblich reduziert
Lemmer-Fullwood	Merlin 225	<ul style="list-style-type: none"> - integrierte automatisierte Tierbeobachtung - Energiesparkonzept bei Merlinreinigung und Milchkühlung - robuste langlebige Bauweise - flexible Lösung für jeden Stall und jede Betriebsgröße
SAC	RDS Futureline MAX	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrolle des gesamten Stalls über eine Software - direkte Einbindung der Tierregistrierung in das Herdenmanagementprogramm - Industrieroboterarm - niedriger Energieverbrauch - Elektroantrieb - voller Zugang zu allen Informationen des Managementprogramms über den Touchscreen
System Happel	AktivPuls Robot 2020	<ul style="list-style-type: none"> - tiergerechte Vakuumentlastung - AktivPuls-Dampfwischenreinigung - Industrieroboterarm, 3 Jahre Garantie - niedriger Energieverbrauch, Elektroantrieb - Display mit Touchscreen, Technikbox mit Wärmespeicher - selbstlernende Zitzenerkennung - Melkbecher manuell ansetzbar
BouMatic	MR-S1	<ul style="list-style-type: none"> - einfaches kompaktes Melksystem - melken von hinten - zuverlässige und umfangreiche Software - optimale Desinfektion und optimiertes Reinigungsprogramm - geringer Wasser- und Energieverbrauch - zusätzliche Kraftfutterstationen möglich
GEA	Mlone	<ul style="list-style-type: none"> - 3-D-Kamera als Zitzenfindungssystem ohne zusätzliche Sensoren zum Kalibrieren - Multiboxsystem für flexibles und kosteneffizientes Wachstum mit der Herde - Doppel-Milchfilter mit automatischer Umschaltung für stressfreies Wechseln - kurze Milchwege für besonders schonendes Melken und hohe Milchqualität

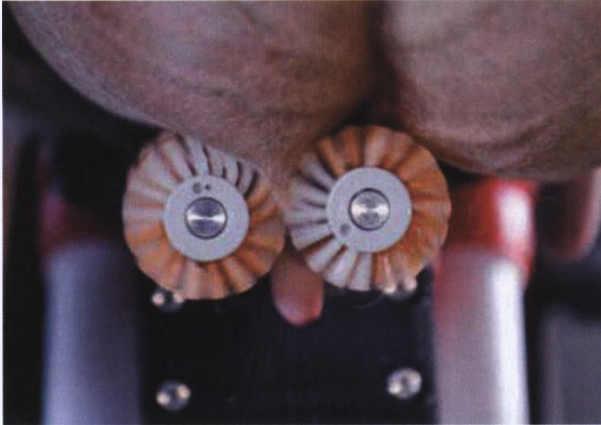


Abb. 6: Bürsten zur Stimulation und Reinigung (Foto: Lely)

Vor dem Melken werden die Zitzen gereinigt und stimuliert. Auf dem Markt sind Reinigungsbürsten (Abb. 6) genauso verbreitet wie separate Reinigungs- und Vormelkbecher. Durch den direkten Kontakt mit dem Euter können Reinigungsbürsten Mastitiserreger übertragen und die Zitzen schädigen. Der regelmäßige Wechsel ist deshalb notwendig und eine regelmäßige Reinigung sinnvoll. Systeme, bei denen die Reinigungs- und Vormelkbecher nach jeder Stimulation desinfiziert werden, sind auf dem Markt erhältlich.

Sind weder Reinigungsbürsten noch separate Vormelkbecher vorhanden, erfolgt das Vormelken im Melkbecher.

Einige Hersteller bieten Systeme an, bei denen der Pulsator individuell auf jedes Viertel eingestellt wird, wodurch ein besonders schonendes Melken möglich sein soll.

Die Abnahme der Zitzenbecher erfolgt automatisch in Abhängigkeit vom Milchfluss. Je nach System werden die Zitzen mit einer Düse am Ansetzarm oder mit einer Düse im Boden der Box besprüht, was das „Dippen“ ersetzt. Eine Nachbehandlungsmöglichkeit ist zu empfehlen, da die Strichkanäle noch bis zu einer Stunde nach dem Melken geweitet sind und so insbesondere bei freiem Tierverkehr durch direktes Abliegen nach dem Melken infiziert werden können.

Je nach Hersteller werden beim Melkvorgang Daten in unterschiedlicher Menge und Art erhoben (Tab. 3). Standardmäßig werden die Milchmenge und der Milchfluss des Gesamtgemelks gemessen. Weitere Informationen zum Gesamtgemelk wie die Melk- bzw. Verweildauer, die elektrische Leitfähigkeit, die Milchfarbe, die Zellzahlstufe, die Zellzahl, die Milchttemperatur, die Gehalte an Fett, Eiweiß, Harnstoff, Progesteron und Laktose sowie die Feststellung von Blut bieten die Hersteller standardmäßig oder optional an. Für jedes Viertel werden standardmäßig die Melkdauer und die elektrische Leitfähigkeit erhoben. Die Ermittlung der Milchmenge, des Milchflusses, der Zeit bis zum Beginn des Milchflusses sowie Feststellung von Blut, Milchfarbe und Zellzahlstufe erfolgt herstellerspezifisch und wird zum Teil optional angeboten.

Die Messung der Milchmenge erfolgt entweder mithilfe von Durchflussmessern in der Milchleitung, volumetrisch durch Messbehälter oder gravimetrisch mit Wiegeeinrichtungen.

Tab. 3: Art und Umfang der Datenerhebung in automatischen Melksystemen nach Herstellerangaben

Art und Umfang der Datenerhebung		Hersteller						
		DeLaval	Lely	Lemmer-Fullwood	SAC	System Happel	BouMatic	GEA
		VMS	Astronaut A4	Merlin 225	RDS Futureline MAX	AktivPuls Robot 2020	MR-S1	Mlone
Datenerhebung je Viertel	Milchmenge	X ¹⁾	X ⁴⁾	X		X		
	Milchfluss	X	X ⁴⁾	X	X	X	X	X
	Zeit bis Milchfluss		X	X	X	X	X	X
	Melkdauer ²⁾	X	X	X	X	X	X	X
	elektr. Leitfähigkeit	X	X	X	X	X	X	X
	Blut	X	X		X			
	Milchfarbe		X		X			X
	Zellzahlstufe		optional					
Datenerhebung zum Gesamtgemelk	Milchmenge ¹⁾	X	X	X	X	X	X	X
	Milchfluss ³⁾	X	X	X	X	X		X
	Melk-/Verweildauer ²⁾	X	X	X	X	X	X	X
	elektr. Leitfähigkeit		X	X	X	X		X
	Blut		X	X	X	X	X	
	Milchfarbe		X	X	X	X		
	Zellzahlstufe		optional	X	optional			
	Zellzahl	optional			optional			
	Fettgehalt		X	X	optional			
	Eiweißgehalt		X	X	optional			
	Harnstoff	optional			optional			
	Progesteron	optional						
weitere Parameter	optional	optional	X	optional				
Milchmengenmessung	Gesamtgemelk, volumetrisch			X	X		X	X
	Gesamtgemelk, gravimetrisch		X			X		
	Viertelgemelk, im Durchfluss	X	X	X				

1) Anerkannt vom International Committee for Animal Recording (ICAR).

2) Unterschiedlich ausgewiesen.

3) Unterschiedlich ausgewiesen, nicht zum Vergleich mit konv. Systemen geeignet.

4) Am Touchscreen E-Link.

Ein wichtiger Bestandteil automatischer Melksysteme ist die Reinigung insbesondere der Zitzenbecher, der milchführenden Teile und der Technik (Tab. 4).

Tab. 4: Reinigungstechnik und Abtrennung von Milch in automatischen Melksystemen nach Herstellerangaben

Reinigungs- und Abtrennungstechnik		Hersteller						
		DeLaval	Lely	Lemmer- Fullwood	SAC	System Happel	BouMatic	GEA
		VMS	Astronaut A4	Merlin 225	RDS Futureline MAX	AktivPuls Robot 2020	MR-S1	Mlone
Reinigung Zitzenbecher	Klarspülung	X	X	X	X	X		X
	Zwischendesinfektion	optional	optional	optional	X	X	X	optional
Reinigungs- system	Zirkulation mit Reinigungsmittel	X						X
	Kochendwasser mit Reinigungs- mittel		X	X	X	X	X	
Reinigungs- dauer	Hauptreinigung (Minuten)	18	12	8	20	15	13	25
Reinigung Melkbox und Technik	Kamera/Laser- system	X	X	X	X	X	X	
	Standfläche	X		optional	optional		X	
	Vormelkbecher/ Bürste	X	X	X	X	X	X	entfällt
Abtrennung von Milch	Anzahl Zielbehälter	3+1	4	5	5	3	4	1
	Zielbehälter frei platzierbar	X	X	X	X	X	X	X
	Größe der Ziel- behälter variabel	X	X	X	X	X	X	X
	Zusatztank als Ziel	optional	X	X	X	optional	X	optional
	Abfluss als Ziel	X	X	X	X	X	X	X

Nach erfolgtem Melkvorgang verlässt das Tier die Box. Routinemäßig erfolgt dann nach jedem Melkvorgang die Reinigung der Zitzenbecher mit einer Klarspülung. Die Zwischendesinfektion ist nicht bei allen automatischen Melksystemen standardmäßig vorgesehen, sie wird aber optional angeboten.

Die milchführenden Teile im System werden mit Kochendwasser und Reinigungsmittel oder zirkulierend mit Reinigungsmitteln gesäubert. Die Dauer der Hauptreinigung beträgt je nach Fabrikat zwischen 8 und 25 Minuten.

Die Sensortechnik, die Reinigungs- und Vormelkbecher und Reinigungsbürsten werden nach Bedarf oder festgelegten Intervallen automatisch gereinigt.

Einige Hersteller bieten die automatische Reinigung der Standfläche als Option an.

Milch, die nicht an die Molkerei geliefert werden soll, wird vom System separiert und abgeleitet. Dabei besteht bei den meisten Herstellern die Möglichkeit die Milch wahlweise in verschiedene Behälter, Tanks oder in den Abfluss zu leiten, um z. B. Biestmilch von anderer nicht verkehrsfähiger Milch zu trennen.

Neben der Technik der Milchgewinnung sind die Melksysteme mit weiteren Einrichtungen zur Fütterung und Feststellung tierindividueller Daten ausgestattet (Tab. 5).

Alle Fabrikate verfügen über die Möglichkeit, bis zu 5 Kraftfuttersorten in der Melkbox zu füttern. Ebenso besteht bei allen die Möglichkeit, flüssige Futtermittel anzubieten.

Die Tiere werden in der Melkbox in der Regel am Halsband erkannt. Einige Hersteller bieten auch die Tiererkennung über Fußbänder an. Bisher ermöglicht ein Hersteller die Tiererkennung über einen Chip in der Ohrmarke. Optional ist die Aktivitätsmessung der Tiere im Halsband oder am Fuß, um die tierindividuellen Daten zu vervollständigen und die Auswertungsmöglichkeiten zu verbessern.

Mehrere Fabrikate verfügen über eine eigene Wiegeeinrichtung, mit der das Gewicht der Kuh beim Stationsbesuch oder separat im Stall ermittelt werden kann. Zur Leistungskontrolle verfügen alle automatischen Melksysteme über Einrichtungen zur automatischen Probenahme.

Tab. 5: Fütterungstechnik und Feststellung tierindividueller Parameter in automatischen Melksystemen nach Herstellerangaben

Technik		Hersteller						
		DeLaval VMS	Lely Astronaut A4	Lemmer- Fullwood Merlin 225	SAC RDS Futureline MAX	System Happel AktivPuls Robot 2020	BouMatic MR-S1	GEA Mlone
Anzahl Kraftfuttersorten in der Melkbox	Standardsorten (Anzahl)	1	1	2	2	2	1	2
	Erweiterungsmöglichkeit (Anzahl)	2	4	2	1	1	4	2
	flüssiges Futter	X	X	X	X	X	X	X
Tiererkennung	im Halsband	X	X	X	X	X	X	X
	am Fuß			X	X	optional		X
	in Ohrmarke	X		X	X			
Wiegeeinrichtung	integriert in Melkbox		optional					
	separat im Stall	optional		optional	optional		optional	optional
Milchprobenahme	automatische Probenahme	X	X	X	X	X	X	X

2.6 Einordnung automatischer Melksysteme in den Stall

Automatisches Melksystem bedeutet: Der Melkroboter, das Kernelement, wird als integrierter Bestandteil eines ganzen Systems „Automatisches Melken“ betrachtet. Die damit verbundenen Erwartungen – Arbeitseinsparung und wirtschaftlicher Betrieb – können nur erreicht werden, wenn eine optimale Integration in die jeweilige Stallsituation sowie in das Fütterungs- und Herdenmanagement erfolgt.

Dabei gruppieren sich um die Melkbox mit dem Melkroboter je nach Ausbaustandard diverse funktionale Elemente (Abb. 7). Beim Zugang sind dies der Vorwartebereich und je nach Umtriebsform evtl. Selektionseinrichtungen, die der Vorselektion der Tiere dienen (elektronische Zugangstore, Einwegtore, Selektionstore). Im Ausgangsbereich gibt es Nachselektionseinrichtungen für die individuelle Steuerung der Kuh nach dem Melken (Behandlungs- oder Abkalbeboxen, Zutrittstore zur Fütterung). Bei einigen Umtriebsformen wie „Feed First“ sind weitere Selektionseinrichtungen zwischen Liege- und Fressbereich angeordnet. Der Vorwarte- und Nachselektionsbereich sowie die Melktechnik benötigen eine Zuordnung zu einem PC-Arbeitsplatz und zur Milchlagerung. Für Letztere ist auch die Wegführung für den Milchabholdienst zu berücksichtigen.

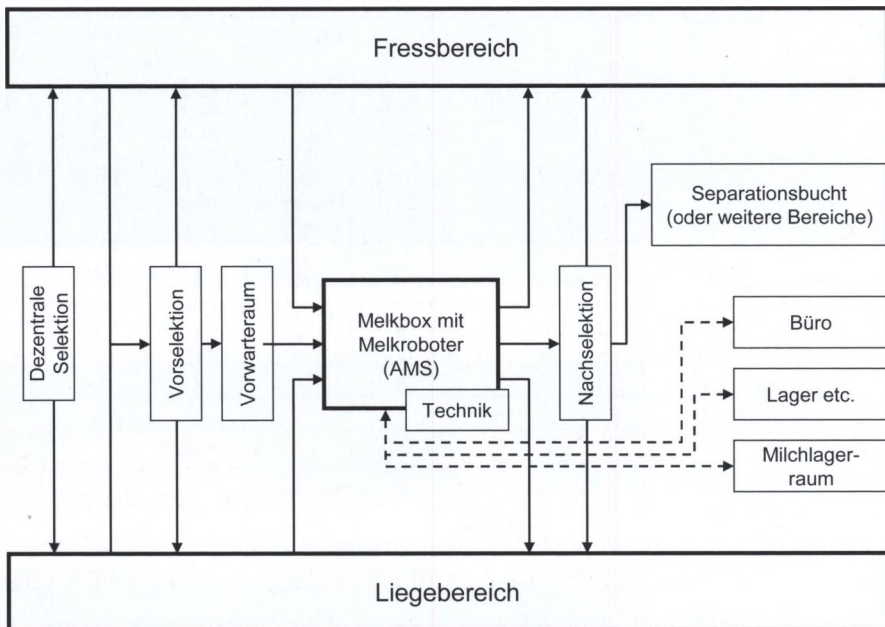


Abb. 7: Einordnung des AMS in das Betriebssystem (Grafik: HARMS)

Das Baukonzept, die Trennung von Liege- und Fressbereich und der Aufwand für zusätzliche Steuerungselemente, wie Einwegtore, werden entscheidend von der Art des Kuhverkehrs bestimmt. Bei freiem Kuhverkehr sind keine oder wenige Steuerungselemente notwendig, bei gelenkten Umtriebsformen sind diese systembedingt vorzusehen.

2.7 Systemleistung

Zur Bestimmung der Leistung oder Kapazität automatischer Melksysteme können unterschiedliche Kenngrößen herangezogen werden, die jedoch auch zu unterschiedlichen Bewertungen der Leistung führen. So wird in der Praxis häufig die mögliche Anzahl zu melkender Kühe – zu unterscheiden von der Herdengröße – oder auch die Anzahl möglicher Melkungen zur Bewertung herangezogen. Beide Größen geben jedoch nicht wieder, wie viel Milch letztendlich mit einem System gemolken werden kann.

Die Wirtschaftlichkeit eines automatischen Melksystems hängt von den Kosten des Milchentzugs ab und verbessert sich mit steigender Systemleistung. Das entscheidende Maß ist die Milchmenge, die jährlich gemolken werden kann. Mit Einboxanlagen können unter günstigen Bedingungen bis zu 750 000 kg gemolken werden, was ca. 2 000 kg Milch je Tag entspricht. Bei extrem leistungsfähigen Tieren oder fehlender Belastung der Anlage durch kranke Tiere und damit verbundenen Reinigungsvorgängen sind auch höhere Werte möglich. In Abhängigkeit von dem Leistungsniveau des Betriebes ergeben sich daraus 55 bis 70 Kühe je Box. Folgerichtig ist das Betriebswachstum nur in entsprechenden Schritten möglich (Tab. 6).

Tab. 6: Systemleistungen von automatischen Melksystemen

System	Einheit	Einboxanlage	Mehrboxenlagen		
			2 Boxen	3 Boxen	4 Boxen
Systemleistung					
Melkungen	n/d	130–180	270–330	360–440	430–520
Zu melkende Kühe je Anlage	n	55–70	100–120	130–160	160–190
Herdengröße	n	65–80	110–140	150–190	180–220
Melchmenge pro Jahr	x 1 000 kg	570–690	1 030–1 260	1 390–1 700	1 650–2 010

Die Milchmenge eines Systems hängt sehr stark von der Melkbarkeit der Kühe, der Jahresleistung und der gewünschten oder erreichten Melkfrequenz ab. Darüber hinaus spielen die Frequenz zusätzlicher Besuche, die Dauer eines Ansetzvorgangs sowie die Anzahl und Dauer der Reinigungen eine Rolle. Zwar sind Roboter theoretisch 24 Stunden einsetzbar, die tatsächliche Melkzeit reduziert sich jedoch um mehrere Stunden in Abhängigkeit von Fehlbesuchen, Systemzeiten usw. Heutige Melkroboter sollten täglich 21,5 Stunden für den Tierverkehr zur Verfügung stehen (DLG 2010).

Automatische Melkssysteme sollen von den Tieren freiwillig betreten und verlassen werden. Um dies zu gewährleisten, ist bei allen Berechnungen zu bedenken, dass ein automatisches Melksystem nicht zu 100 % ausgelastet wird. Im laufenden Betrieb werden sich immer Verzögerungen einstellen bzw. sollten gewisse zeitliche Freiräume für die Tiere erhalten bleiben. Damit auch rangniedere Tiere regelmäßig Zugang zum System finden, sollte die maximale Auslastung bei ca. 90 % der rechnerischen Auslastung liegen und bei ungünstigen baulichen Voraussetzungen, Weidegang o.Ä., deutlich niedriger. Kurzfristige Auslastungen über 95 % sind möglich.

Diese Zusammenhänge werden in Abbildung 8 grafisch dargestellt. Die Berechnung gilt für Einboxanlagen mit einer jährlichen Systemleistung von 525 000 kg Milch, welche als Referenz 100 % Systemleistung entspricht.

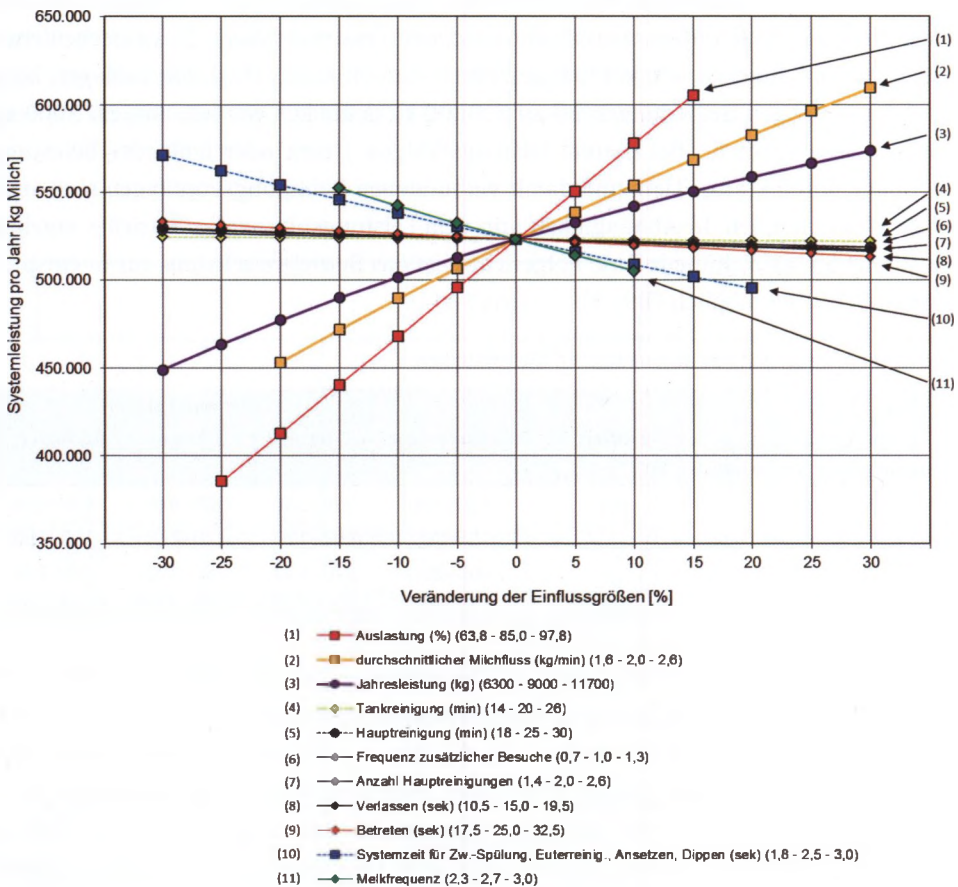


Abb. 8: Höhe der Systemleistung bei sich verändernden Einflussgrößen (HARMS 2010)

Die Abbildung veranschaulicht, dass die Systemleistung mit der Auslastung des Roboters, dem Milchfluss und der jährlichen Milchleistung der Kühe ansteigt. Die Bedeutung der Einflussfaktoren entspricht der Reihenfolge ihrer Nennung. Nur mit einer hohen Auslastung lässt sich die maximale Systemleistung erreichen, und kein anderer Faktor wirkt sich bei einer Änderung so stark auf die Systemleistung aus. Dies trifft sowohl im positiven wie auch im negativen Fall zu.

Neben den drei genannten Einflussfaktoren beeinflussen auch die Systemzeiten, z. B. für Zwischenspülungen, und die Melkfrequenz die Leistung des Systems. Der geringe Steigungsgrad und die kurzen Geraden zeigen jedoch, dass der Einfluss im Vergleich zu den drei zuerst genannten Faktoren geringer ist (Abb. 8). Alle anderen aufgeführten Einflussfaktoren wirken sich bei einer Veränderung vergleichsweise wenig auf die Systemleistung aus. Die einzelnen Einflussfaktoren lassen sich unterschiedlich stark beeinflussen und sind zum Teil voneinander abhängig.

In Tabelle 7 wird die Systemleistung einer Einboxanlage in Abhängigkeit der Jahresleistung, des Milchflusses und der Melkfrequenz ausgewiesen (HARMS 2010). Der Vergleich zeigt, dass die Milchmenge und der Milchfluss die entscheidenden Bewertungsmaßstäbe einer Anlage sind. Die Herdengröße oder die Anzahl der zu melkenden Kühe kann nur als eine Hilfsgröße angesehen werden.

Tab. 7: Systemleistung von Einboxanlagen in Abhängigkeit ausgewählter Einflussgrößen am Beispiel von vier Anlagen (HARMS 2010)

Merkmal	Einheit	Jahresleistung [kg Milch/Kuh]			
		7000	8000	9000	10000
Annahmen					
Auslastung	%	85	85	85	85
Milchfluss	kg/min	2,1	2,1	2,6	2,6
Systemzeit ¹⁾	s	70	70	70	70
Melkfrequenz	n/d	2,5	2,6	2,7	2,8
Zeit					
Insgesamt	h:mm:ss	20:24:00	20:24:00	20:24:00	20:24:00
Alle Melkungen	h:mm:ss	18:01:05	18:09:48	18:05:14	18:11:57
Alle zusätzlichen Besuche	h:mm:ss	1:32:55	1:24:12	1:28:46	1:22:03
Gemelksmenge	kg	9,2	10,1	10,9	11,7
Systemleistung					
Anzahl zu melkende Kühe	n	69,7	63,2	66,6	61,5
Herdengröße	n	80,1	72,6	76,5	70,7
Melkungen	n/d	174	164	180	172
Zusätzliche Besuche	n/d	139	126	133	123
Milchmenge	kg/d	1599	1656	1965	2018
	kg/a	583811	604597	717111	736463

Annahmen: 2 Hauptreinigungen je Tag; Milchabholung alle 2 Tage; 13 % Anteil trockenstehender Kühe; Tankreinigung und Hauptreinigung 10 Minuten; Zeiten Betreten/Verlassen 25/15 s; täglich zwei zusätzliche Besuche.
¹⁾ Zwischenspülung, Euterreinigung, Ansetzen, Dippen.

Für Mehrboxenanlagen kann die Systemleistung aufgrund der noch komplexeren Zusammenhänge nur abgeschätzt werden. Stark vereinfachend kann davon ausgegangen werden, dass die erste Zusatzbox einer Mehrboxenanlage ca. 80 % der ersten Box leistet, die zweite Zusatzbox ca. 60 % und die dritte Zusatzbox ca. 40 %. Werden die gleichen Parameter wie in Tabelle 7 für Einboxanlagen unterstellt, kann bei einer Jahresleistung von 8000 kg Milch von den in Tabelle 8 dargestellten Systemleistungen ausgegangen werden (HARMS 2010).

Tab. 8: Systemleistung von Mehrboxenanlagen im Vergleich zu einer Einboxanlage bei einer Jahresleistung von 8000 kg Milch je Kuh (Harms 2010)

Systemleistung	Einheit	Einboxanlage	Mehrboxenanlagen		
		1 Box	2 Boxen	3 Boxen	4 Boxen
Anzahl zu melkende Kühe	n	63,2	113,7	151,6	176,8
Herdengröße	n	72,6	130,7	174,2	203,2
Melkungen	n/d	164	295,5	394,1	459,7
Zusätzliche Besuche	n/d	126	227,3	303,1	353,6
Milchmenge	kg/d	1 656	2 982	3 975	4 638
	kg/a	604 597	1 088 275	1 451 033	1 692 872

3 Milchkühlung und -lagerung

3.1 Gesetzliche Anforderungen

Die gesetzlichen Anforderungen für die Lagerung und Kühlung der Rohmilch auf dem Erzeugerbetrieb sind in der EU-Verordnung Nr. 853 beschrieben. Abschnitt IX, Kapitel II regelt die Vorschriften für Betriebsstätten und Ausrüstungen sowie die Hygienevorschriften für die Abholung und Sammlung von Rohmilch (Verordnung (EG) Nr. 853(2004)).

In gekürzter Form gilt:

- Melkgeschirr und Räume für die Lagerung und Kühlung der Milch müssen so gelegen und beschaffen sein, dass das Risiko einer Kontamination der Milch begrenzt ist.
- Milchlagerräume müssen vor Ungeziefer geschützt sein, von Räumen, in denen Tiere untergebracht sind, räumlich getrennt sein und über eine geeignete Kühlanlage verfügen.
- Ausrüstungsoberflächen, die mit Milch in Berührung kommen, müssen leicht zu reinigen und zu desinfizieren sein und einwandfrei instand gehalten werden.
- Behälter und Tanks, die zur Beförderung der Rohmilch verwendet wurden, müssen nach jeder Benutzung oder, bei sehr kurzen Zeitspannen zwischen dem Entleeren und dem Nachfüllen, nach mehreren Benutzungen, auf jeden Fall jedoch einmal pro Arbeitstag, gereinigt und desinfiziert werden, bevor sie erneut verwendet werden.
- Die Milch muss unmittelbar nach dem Melken an einen sauberen Ort verbracht werden, der so konzipiert und ausgerüstet ist, dass eine Kontamination der Milch ausgeschlossen ist. Sie muss im Fall der täglichen Abholung unverzüglich auf eine Temperatur von nicht mehr als 8 °C und bei nicht täglicher Abholung auf nicht mehr als 6 °C abgekühlt werden.

Lebensmittelunternehmer müssen mit geeigneten Verfahren sicherstellen, dass in der rohen Kuhmilch die Keimzahl bei 30 °C im geometrischen Mittel einen Wert von 100 000 Keimen/ml Milch nicht übersteigt. Erhoben wird der geometrische Mittelwert über zwei Monate bei mindestens zwei Probenahmen je Monat. Vorzugsmilch ist nach ihrer Gewinnung unverzüglich (innerhalb von 2 h) auf 4 °C zu kühlen und danach bis zur Abfüllung auf dieser Temperatur zu halten. Ausgenommen ist die Lagerung in tiefgefrorenem Zustand oder das in den Verkehr bringen der Milch. Die Anforderungen an die Keimzahl liegen für Vorzugsmilch bei 30 °C bei einem Schwellenwert von 20 000 oder einem Höchstwert von 50 000 Keimen/ml Milch (Bundesgesetzblatt 2007).

Die Anforderungen an die Konstruktion, Leistung, Gebrauchstauglichkeit, Sicherheit und Hygiene von Milchlager- und Kühleinrichtungen sind in der DIN EN 13732 für „Behältermilchkühlanlagen für Milcherzeugerbetriebe“ geregelt (DIN 2009). Darüber hinaus stellt das Melken mit AMS gesonderte Anforderungen an die Vorrichtungen zur Kühlung der Milch.

3.2 Kühlsysteme und -behälter

Für die Haltbarkeit und Wertigkeit der Milch ist vor allem der bakteriologische Zustand bestimmend. Im landwirtschaftlichen Betrieb muss bei der Gewinnung und Lagerung der Milch die vom gesunden Tier vorgegebene Milchqualität soweit wie möglich erhalten werden. Dies geschieht durch schnelle Ableitung der Milch vom Euter in den Milchtank und durch Abkühlung der Milch auf eine Lagertemperatur von 4–6 °C.

Die Kühlung der Milch erfolgt beim automatischen Melken im Prinzip zwar auf die gleiche Weise wie beim konventionellen Melken, dennoch bestehen Besonderheiten, die bei der Ausstattung berücksichtigt werden sollten. Die Milch wird nicht zu zwei bis drei festen Melkzeiten täglich, sondern rund um die Uhr ermolken. Die ständige Verfügbarkeit der Melkanlage führt zu unterschiedlichen Milchmengen je nach Nutzungshäufigkeit durch die Tiere. Im Vergleich zu herkömmlichen Melkssystemen gibt es keinen hohen Milchfall in kurzer Zeit während den Melkzeiten, sondern die Milch fällt mehr oder weniger gleichmäßig verteilt über den ganzen Tag an. Nur während der relativ kurzen Hauptreinigungsphase der Melkanlage (45–60 min/d) fällt keine Milch an. Bei der Tankleerung und Tankreinigung kann keine Milch im Tank gelagert und gekühlt werden. Für den Betrieb eines Milchkühlsystems in Verbindung mit einem AMS bedeutet dies:

- Herkömmliche Kühlanlagen, die auf dem Prinzip der direkten Verdampfung beruhen, bergen bei Milchmengen unter 10 % des Gesamttankvolumens die Gefahr, dass die Milch anfriert und somit an Qualität verliert. Sie sind nur nach Modifikation, z.B. in Verbindung mit einer Intervallsteuerung, durch Adaption der Kälteanlage oder in Verbindung mit einem gekühlten Puffertank, für den Betrieb mit AMS geeignet.
- Anstatt zwei- bis dreimal täglich die Milch aller gemolkenen Kühe gleichzeitig von etwa 35 °C auf unter 4 °C abzukühlen, muss jedes Gemelk einzeln auf Lagertemperatur gekühlt werden. Wird erst im Tank gekühlt, verringert sich der Wirkungsgrad der Kühlung, da die Wärme zuerst an die bereits gekühlte Milch abgegeben wird. Die gelagerte, bereits gekühlte Milch wird hierdurch erneut erwärmt. Eine Vorkühlung der Milch kann hier vorteilhaft sein.
- Benötigt die Leerung und Reinigung des Milchkühltanks mehr Zeit als die Reinigung des Melksystems und steht für diese Zeit kein Puffertank zur Verfügung, wirkt sich dies auf die Kapazität des AMS aus. Bedingt durch die noch andauernde Tankreinigung verzögert sich der Melkbeginn. Soll dagegen auch zu Zeiten der Leerung und Reinigung des Milchtanks gemolken werden, so muss die Milch in dieser Zeit in einem Puffertank oder -behälter zwischengelagert werden können.
- Probleme in der Automatisierung des Kühl- und Reinigungsvorgangs oder in der Kommunikation zwischen Melk- und Kühlsystem können sich dadurch ergeben, dass die Systeme nicht aus einer Hand bezogen wurden oder ältere Milchtanks weitergenutzt werden. Die mit dem AMS erkaufte zeitliche Flexibilität verringert sich hierdurch.

Um die Milchkühlung und -lagerung möglichst gut auf das AMS abzustimmen, werden derzeit folgende, teils auch nachrüstbare, Lösungen am Markt angeboten:

- Direkte Kühlung (Direktverdampfer) mit Intervallsteuerung oder Adaption der Kälteanlage
- Indirekte Kühlung (Eiswasserkühlung)
- Milchkühltank (direkt/indirekt) in Kombination mit einem Puffertank
- Vor- oder Sturzkühlung in Kombination mit einem Puffertank/-behälter

Die Milch wird, von der Milchsleuse des AMS kommend, über eine Druckleitung in den oder die Milchsammel- oder Milchlagerbehälter befördert. Die Kühlung der Milch beginnt spätestens im Kühltank; sie kann jedoch auch bereits im gekühlten Puffertank oder im Bereich der Druckleitung (Vorkühlung/Sturzkühlung) stattfinden. Die Reinigung der Komponenten richtet sich nach ihrer Zuordnung in den Bereich der Milchlagerbehälter oder der Milchdruckleitung. Komponenten im Bereich der Druckleitung werden in der Regel automatisch in die Reinigung des AMS mit eingebunden.

Kühltanks bestehen aus einem Innenbehälter, in dem die Milch gelagert wird, und einem Außenbehälter, der unter anderem als Schutzmantel für die Wärmedämmung dient. Je nach Kühlsystem umschließt der Außenbehälter den Verdampfer der Kälteanlage im Bereich des Tankbodens (direkte Kühlung) oder er enthält neben der Wärmedämmung ein Eisbanksystem mit Verdampfer, einen Eiswasservorrat und eine Umwälzpumpe für das Eiswasser (indirekte Kühlung) (ORDOLFF 2004).

Die direkte Kühlung der Milch ist auch in Verbindung mit AMS das am häufigsten anzutreffende System. Die Wärme aus der Milch wird hierbei direkt an ein Kältemittel abgegeben. Dieses geht in den gasförmigen Zustand (Verdampfung) über und nimmt dabei Wärme auf. Bei Kühlung mittels Verdampfung verhindert ein Rührwerk, dass die Milch an der Kühlfläche anfriert. Damit dieses die Milch erreicht, müssen jedoch mindestens 5 bis 10 % des Tankvolumens gefüllt sein. Die Dauer bis dieser Füllstand erreicht ist, nimmt beim Melken mit dem AMS mehr Zeit in Anspruch als beim Melken im Melkstand. Die kritische Temperatur an der Kühlfläche des Tanks wird bei herkömmlicher Kältetechnik und unzureichender Funktion des Rührwerks bereits bei einer Milchtemperatur von 7 °C (ORDOLFF 2004) bzw. einer Temperatur des gasförmigen Kältemittels von unter -2 °C (DÖHRING 2010) unterschritten. Bei einem AMS und einem Kühltank mit einem Volumen von 4000 Liter könnte unmittelbar nach der Tankreinigung die Abkühlung der Milch im Haupttank ohne spezielle Steuerung oder technischer Anpassung des Kühltanks somit frühestens nach 3 bis 4 Stunden erfolgen. Bei größeren Tanks kann sich diese Zeitdauer auf bis zu 8 bis 10 Stunden erhöhen (DE KONING et al. 2002).

Um lange Wartezeiten bei der Kühlung der Milch zu vermeiden, werden für Betriebe mit AMS modifizierte Milchkühltanks mit direkter Verdampfung angeboten. Diese Modifikation kann die Aufteilung des Verdampfers im Tankboden in zwei separate, getrennt

gesteuerte Kreisläufe oder die Regulierung des Drucks im Kältemittelkreislauf betreffen, damit die kritische Temperatur nicht unterschritten wird. Bei der milchflussgesteuerten Intervallkühlung wird vor Erreichen eines Füllvolumens von 10 % die Kühlung in Intervallen zu- und abgeschaltet. Durch das nur kurze Kühlintervall wird auch bei einer niedrigeren Temperatur des Kältemittels das Anfrieren der Milch verhindert. Die Berechnung der notwendigen Laufzeit der Kälteaggregate erfolgt unter anderem auf Basis der im Milchabscheider erfassten Milchmenge (STOFFERS 2006). Als Steuerungsgröße für die modifizierten Kühlsysteme wird neben der Milchmenge häufig die Milchtemperatur verwendet.

Kühltanks mit indirekter Kühlung (Eiswasserkühlung) geben die Wärme aus der Milch zunächst an einen Kälte Träger (Eiswasser) und erst im zweiten Schritt an ein Kältemittel ab. Durch die größere Kühlfläche ist die Kühldauer unter vergleichbaren Bedingungen kürzer als bei direkter Kühlung (AEL 1995, ORDOLFF 2004). Da die Kühlung der Milch durch Eiswasser erfolgt, besteht nicht die Gefahr des Anfrirens. Der Innenbehälter taucht für die Kühlung der Milch nicht in das Eiswasser ein, sondern wird durch ein Düsensystem besprüht. Gespeichert wird der Eiswasservorrat entweder unter dem Milchtank oder in einer separaten Einheit. Letztere hat den Vorteil, dass das Eiswasser parallel für die Vorkühlung der Milch in einem Plattenkühler genutzt werden kann.

Puffertanks oder -behälter sammeln die Milch während der Haupttank geleert und gereinigt wird. Dabei kühlen sie die Milch bereits vor oder auf Lagertemperatur, bevor sie in den Haupttank weitergeleitet wird.

Ein Puffertank fasst in der Regel 10 bis 15 % des Volumens des Haupttanks, mindestens jedoch die Milchmenge, die während der Entleerung und Reinigung des Haupttanks benötigt wird (Abb. 9). Dieser Vorgang kann je nach Tankgröße zwischen 60 und 90 Minuten dauern (DE KONING et al. 2002). Prinzipiell können vor der Umstellung genutzte kleinere Milchtanks oder auch Druckwannen mit eigener Kühlung eingesetzt werden. Die hierbei erforderliche manuelle Reinigung stellt in Betrieben mit AMS in der Regel jedoch nur eine Übergangslösung dar. Spezielle Puffertanks mit eigener automatisierter Reinigung oder im Bereich der Milchdruckleitung integrierte Pufferbehälter sind als vollautomatisierte Dauerlösung vorzuziehen. Die automatische Reinigung



Abb. 9: Puffertank für die Überbrückung der Leerungs- und Reinigungszeiten des Hauptmilchtanks (Foto: Häußermann)

des Puffertanks erfolgt getrennt von der Reinigung des Haupttanks, entweder direkt nachdem die Milch in den Haupttank umgeleitet wurde oder zeitgleich mit dem Reinigungszyklus des AMS.

Zur Vorkühlung der Milch werden Platten- oder Rohrkühler eingesetzt. Sie eignen sich zur Vorkühlung mit Frischwasser bzw. zur raschen Sturzkühlung mittels Eiswasser (indirekte Kühlung) oder Kaltwasseraggregat (direkte Kühlung). Hauptvorteile einer Vorkühlung der Milch mittels Platten- oder Rohrkühler sind insbesondere bei AMS die zügige Kühlung der Milch und die mit der Nutzung von Leitungs-/Brunnenwasser verbundene Energieeinsparung.

Plattenkühler werden aus Plattenpaketen zusammengesetzt, die eine dem Milchdurchsatz angepasste Anzahl von Platten aus nicht rostendem Stahl enthalten. Milch und Kühlflüssigkeit werden im Gegenstrom aneinander vorbeigeführt. Bei größeren Plattenkühlern ist die Einrichtung von zwei Wasserwegen und damit der gleichzeitige Einsatz von Frischwasser zur Vorkühlung und von Eiswasser oder Kälteaggregaten zur Abkühlung auf Lagertemperatur möglich (ORDOLFF 2004).

Rohrkühler bestehen in ihrem Inneren aus einer Rohrwendel, in deren Hohlraum die Milch geführt wird. Vorteil gegenüber einem Plattenkühler ist die höhere Durchflusskapazität bei hohen Milchfördermengen. Bei Rohrkühlern in Rohr-in-Rohr-Ausführung wird die Kühlflüssigkeit im ummantelnden Rohr im Gegenstrom an der im Innenrohr fließenden Milch vorbeigeführt (Abb. 10).

Bei der Sturzkühlung wird die Milch in ein bis zwei Kühschritten auf Lagertemperatur gekühlt und mit einer Temperatur von 4 °C in den Milchtank gefördert. Ein konstanter Milchfluss gewährleistet eine gleichbleibende Kühlung der Milch, was dadurch erreicht werden kann, dass die Milch vor der Sturzkühlung in einem Pufferbehälter gesammelt wird. Im Pufferbehälter angebrachte Niveausensoren steuern eine mengenvariable Milchpumpe, welche die Milch dann durch den Plattenkühler in den Milchtank fördert (STOFFERS 2006). Ohne Pufferbehälter würde die Temperatur der Milch nach der Sturzkühlung in einem Bereich zwischen 4 und 12 °C schwanken (WOLTERS et al. 2000). Der Energieverbrauch der Sturzkühlung ist bei Nutzung eines Kälteaggregats geringfügig höher als bei der Kombination aus Milchtank



Abb. 10: Rohrkühler mit ummanteltem Innenrohr für separate Leitung von Milch und Kühlflüssigkeit im Gegenstrom (Foto: Häußermann)

und gekühltem Puffertank. Vorteilhaft in Verbindung mit AMS ist der hohe Automatisierungsgrad dieses Kühlsystems.

Die Reinigung und Desinfektion von Milchlagerbehältern oder Kühltanks muss in Verbindung mit AMS weitestgehend automatisch erfolgen. Die Funktion der Reinigungsanlagen für Milchlagerbehälter ist mit der Zirkulationsreinigung von Melkanlagen vergleichbar. Moderne Schnellreinigungen sind den älteren Systemen in der benötigten Reinigungsdauer deutlich überlegen und daher in Kombination mit AMS besonders geeignet. Sie zeichnen sich in erster Linie durch Pumpen mit hoher Druckspritzkraft, einer verbesserten Mechanik und Temperaturregelung bis hin zu einer zusätzlichen Umlaufheizung aus. Die Reinigungsdauer variiert in Abhängigkeit von der Tankgröße und kann in Milchlagertanks mit moderner Reinigungstechnik auf 20 Minuten reduziert werden (FRICKE 2010). Wird die Reinigungsdauer zu stark reduziert – unter 20 Minuten – besteht die Gefahr der unzureichenden Durchführung des Reinigungsvorgangs und somit ein erhöhtes Hygienierisiko.

Der Reinigungsvorgang des Lagertanks wird in der Regel durch den Tankfahrer gestartet, nachdem die Milchabholung beendet ist. Vorkühlung und Puffertank werden, sofern sie im Bereich der Milchdruckleitung zum Milchtank hin integriert sind (Pufferbehälter, Sturzkühlung), in Kombination mit dem AMS zwei- bis dreimal täglich gereinigt. Wird der Puffertank nur während der Leerung und Reinigung des Haupttanks genutzt, erfolgt die Reinigung direkt nach der Reinigung des Haupttanks, also unabhängig vom AMS. Die zuverlässige Reinigung der Ventile und Leitungen zwischen Puffertank und Haupttank ist sicherzustellen, ebenso wie der automatische Wechsel zwischen Milchannahme und Reinigungsbetrieb. Ein hoher Automatisierungsgrad der Reinigung und Desinfektion aller Kühltanks, Milchlagerbehälter und Leitungssysteme und eine ideale Kommunikation zwischen der Milchkühlung und dem AMS erhöht nicht nur die flexible Zeiteinteilung des Betriebsleiters, sondern verringert auch die Zeitdauer, in der entweder nicht gemolken oder nicht gekühlt werden kann, und erhöht somit die freie Kapazität des AMS. Ein hoher Automatisierungsgrad ist umso wichtiger, je mehr Komponenten im System integriert sind, die unabhängig voneinander gereinigt werden müssen. Je nach System werden automatisch arbeitende Ventilsysteme mit Positions- oder Leerstandsmeldern eingesetzt, die den Fluss von Milch und Reinigungswasser automatisch regeln (STOFFERS 2006). Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass die Aufnahme des Melkbetriebs durch das AMS und/oder die Weiterleitung der Milch sowie die Milchkühlung nach der Reinigung automatisch in Betrieb genommen werden, der Reinigungs- und Kühlvorgang ausreichend überwacht und bei Störungen Alarmmeldungen ausgesendet werden.

Ist eine Wärmerückgewinnung aus der Milchkühlung vorgesehen, wird ein Teil der überschüssigen Wärme aus dem Kondensationsvorgang des Kältemittels nicht an die Umgebungsluft abgegeben, sondern über einen Wärmetauscher an das Brauchwasser,

welches im Gegenstrom am Kältemittel vorbeigeführt wird. Der Wärmetauscher leitet das erwärmte Wasser an einen Warmwasserspeicher weiter oder er befindet sich im Innern des Speichers (ORDOLFF 2004). Genutzt wird die überschüssige Wärme für die Erwärmung von Tränke- oder von Reinigungswasser. Letzteres wird durch eine Zusatzheizung auf die für die Reinigung erforderliche Temperatur erhitzt. Durch das Vorwärmen des Reinigungswassers können mehr als 50 % des für die Reinigung benötigten Energieverbrauchs oder etwa 10 % des Gesamtelektroenergiebedarfs für das Anwärmen des Wassers, der Vakuumpumpe, des Kompressors, des Regelsystems und der Pumpen eingespart werden (JENSEN 2009). Den größten energetischen Vorteil bietet eine Wärmerückgewinnung dann, wenn die Milch komplett im Haupttank gekühlt wird, da die Wärme dort am effizientesten zurückgewonnen werden kann. Ob sich eine Wärmerückgewinnung auch bei Nutzung einer Vorkühlung amortisiert, hängt von der Betriebsgröße ab.

3.3 Milchlagerraum

Um die Milchqualität zu erhalten, ist ein geeigneter Raum notwendig, in dem die Rohmilch bis zur Abholung gekühlt und gelagert wird. Der Raum muss so positioniert, gestaltet und ausgestattet sein, dass kein Hygienerisiko besteht.

Die Rohmilch wird bis auf wenige Ausnahmen von Milchsammelwagen abgeholt. Deshalb muss der Milchlagerraum so positioniert sein, dass der Milchsammelwagen ohne Behinderung über eine befestigte Zufahrt direkt an die Entnahmestelle heranfahren kann. Stallerweiterungen mit zusätzlichen Melkboxen müssen bei diesen Überlegungen mit einbezogen werden.

Grundsätzlich sollten die Abstände zum Stall möglichst gering sein, um kurze Arbeitswege und eine für den Milchtransport günstige Leitungsführung zu gewährleisten. Der Milchlagerraum muss so angeordnet werden, dass kein direkter Zugang aus dem Stall oder aus WC-Anlagen erfolgt. Ebenso sollte der Zugang abseits von Dungstätten, Futterlager und verschmutzten Verkehrswegen liegen. Zwischen Stall und Milchlagerraum sollte ein „geruchsneutraler“ Raum liegen, z. B. das Lager für Betriebsmittel oder der Technikraum mit Maschinenaggregaten (Vakuumpumpe, Kühlaggregat), der als Luftschleuse dient.

Die Größe des Milchlagerraums richtet sich in erster Linie nach der Größe des Milchlagerbehälters (Tab. 9). Dabei ist darauf zu achten, dass der Behälter von zwei bis drei Seiten frei zugänglich ist. Vor dem Behälterauslauf ist ein Freiraum von 1,0 bis 1,2 m Breite erforderlich. Bei automatischen Melksystemen ist zusätzlicher Raum für den Puffertank zur Kühlung der Milch während der Reinigung des Lagertanks sowie ggf. für Rohr- bzw. Plattenkühler zur schnellen Vorkühlung der Milch zu berücksichtigen. Bei größeren Milchkühltanks (ab ca. 7 000 Liter) mit Eiswasserkühlung erfordert der Eisspeichertank zusätzlichen Raum.

Tab. 9: Behältergrößen von Milchkühltanks sowie Flächen- und Raumbedarf für Milchlager (HARMS 2010)

Behältergröße und Bestandsgröße	Ø Abmessungen			Flächenbedarf ²⁾		Raubedarf ³⁾
	Länge	Breite	Höhe ¹⁾	Milchlager	Flure	m ³
	m			m ²		
Direktkühlung						
3 600 l, 60 Kühe	3,10	1,80	1,95	13	8	63
4 800 l, 80 Kühe	3,50	1,95	2,00	15	8	69
7 200 l, 120 Kühe	4,10	2,15	2,25	18	9	81
10 800 l, 180 Kühe	5,70	2,25	2,40	24	10	102
14 400 l, 240 Kühe	6,90	2,45	2,55	30	11	123
28 800 l, 480 Kühe	7,90	2,50	3,00	34	15	155
2 x 21 600 l, 720 Kühe	7,00	5,00	3,30	51	20	223
3 x 24 000 l, 1 200 Kühe	7,50	7,50	3,30	76	28	326
Eiswasserkühlung						
3 600 l, 60 Kühe	3,25	1,85	2,25	14	8	66
4 800 l, 80 Kühe	3,90	2,00	2,30	16	8	72
7 200 l, 120 Kühe	4,50	2,20	2,55	19	9	84
10 800 l ⁴⁾ , 180 Kühe	5,90	3,20	2,60	31	10	123
14 400 l ⁴⁾ , 240 Kühe	7,10	3,50	2,80	39	11	150
28 800 l ⁴⁾ , 480 Kühe	8,00	4,00	3,20	48	15	197
2 x 21 600 l ⁴⁾ , 720 Kühe	7,10	6,50	3,50	64	20	262
3 x 24 000 l ⁴⁾ , 1 200 Kühe	7,60	11,00	3,50	108	28	422

1) Höhe einschließlich Rührwerksmotor.

2) Der Flächenbedarf ist als Brutto-Grundfläche (inkl. Wände) angegeben.

3) Für die Ermittlung des Raumbedarfs ist eine Raumhöhe von 3 m, ab einer Milchtankgröße von 20 000 l eine Raumhöhe von 3,50 m unterstellt.

4) Mit externem Eisspeicher.

Die notwendige lichte Raumhöhe muss unter Beachtung der Einlaufhöhe in den Milchlagertank und eventueller Einstiegsöffnungen in diesen (Öffnen des Mannlochdeckels) geplant werden. Es sollte nach Möglichkeit eine Mindestraumhöhe von 2,75 m nicht unterschritten werden. Eine Deckenhöhe von 3 m ist bei einer Milchtankgröße von 20 000 l ausreichend. Sind die Milchmengen höher, sollte die Deckenhöhe mindestens 3,50 m betragen.

4 Hygieneanforderungen, Eutergesundheit, Milchqualität

4.1 Baulich-technische Empfehlungen

Aus hygienischen Gründen ist eine dreiseitige, zur Stallseite geöffnete Einhausung des AMS zu empfehlen. Boden, Wände und Decke sollten mit einer leicht zu reinigenden und zu desinfizierenden Oberfläche ausgestattet sein. Bei der Oberflächenbeschichtung des Bodens ist insbesondere auf Rutschfestigkeit zu achten.

Neben einem Abfluss für Abwasser muss ebenso für eine Ableitung der in der Melkbox anfallenden Exkremente gesorgt werden. Wird das Abwasser in die Gülle entsorgt, ist ein Siphon erforderlich, um einen Rückstau von der Stallseite, aber auch die Ausbreitung von Ungeziefer, wie Rattenschwanzlarven, von der Gülle bis in die Melkbox zu vermeiden.

Die Sanitärinstallation für das AMS enthält heißes und kaltes Wasser von Trinkwasserqualität, um die Melkbox und alle hygienisch sensiblen Bereiche zu reinigen und zu desinfizieren. In Regionen mit einer hohen Wasserhärte kann eine Entkalkungsanlage erforderlich werden, da kalkhaltiges Wasser nicht nur die Belagbildung im Leitungssystem fördert, sondern auch zu einer Verkalkung der Leitfähigkeitssensoren führen kann, die dann falsche Messwerte erzeugen können. Die Verwendung von Regenwasser oder Brunnenwasser für die Reinigung von Melkbox und Standfläche ist zwar eine günstige Alternative, sollte allerdings nur in Erwägung gezogen werden, wenn das Wasser frei von coliformen Keimen und Enterokokken ist. Die Wasserqualität sollte regelmäßig untersucht werden.

Die Melkbox ist vor Frost zu schützen. Durch die offene Bauweise der Melkbox sind dazu Heizmöglichkeiten wie Heizstrahler oder Heizlüfter notwendig. Eine Dämmung der Melkbox ist in der Regel nicht ausreichend. Zum Schutz vor Hitzestau im Sommer sollte eine Möglichkeit zur Belüftung und Ventilation vorhanden sein. Die Ventilation führt im Sommer zu einer ausreichenden Abtrocknung des Melkbereiches, was ein Bakterienwachstum in Milchresten oder Restwasser reduziert. Zudem kann damit die Staub- und Fliegenbelastung in den Sommermonaten gemindert werden. Fliegen führen einerseits zu einer verstärkten Unruhe, können andererseits aber auch zur Übertragung von Mastitis-erregern beitragen. Direkte Zugluft am Euter muss vermieden werden.

Neben Fliegen können auch Mäuse und Ratten – angelockt durch das im AMS verabreichte Futter – ein Problem darstellen und müssen entsprechend bekämpft werden.

Das AMS sollte für den Betreiber auf sauberem und direktem Wege erreichbar sein. Optimal ist der Zugang über einen Hygienekorridor. Die Notwendigkeit mehrere Räume bzw. ganze Stallabteile zu durchqueren, behindert die täglichen Managementaufgaben und sollte deshalb bei der Planung vermieden werden. Ein Zugang vom AMS zum Stallbereich hilft bei der Wahrnehmung von Routineaufgaben wie Euterkontrolle, Liegebuch-

tenpflege usw. Für Personen, die auf diesem Weg vom Stall aus das AMS betreten, muss es eine Möglichkeit zur Reinigung der Gummistiefel geben.

Für Routinearbeiten am Euter und an der Maschine ist für ausreichende Beleuchtung zu sorgen. Die Aufbewahrung notwendiger Utensilien, wie Schalmtest und Zitzengummis, in greifbarer Nähe hat sich für eine zügige Arbeitsweise bewährt. Für das Herdenmanagement und die Überwachung der Anlage ist es sinnvoll, in unmittelbarer Nähe des AMS einen PC zu platzieren.

Um lange Milchdruck- und Reinigungsleitungen zu vermeiden, sollte das AMS sich möglichst nahe am Tankraum oder der Milchammer befinden. Die Ausstattung des Tankraums oder der Milchammer hat den Anforderungen des Anhangs III Abschnitt IX der europäischen Verordnung Nr. 853 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs zu genügen (Verordnung (EG)/2004).

4.2 Eutergesundheit

Automatisch melkende Betriebe unterscheiden sich in Bezug auf die Eutergesundheit in vier wesentlichen Bereichen von konventionell melkenden Betrieben:

1. Zu den bekannten Einflussfaktoren auf die Eutergesundheit kommen weitere system-spezifische Vorteile und Risiken (siehe Kap. 4.2.1).
2. Die Art der Kontrolle der Eutergesundheit und die Erkennung von Eutergesundheitsstörungen ändern sich (siehe Kap. 4.2.2).
3. Zur Vermeidung von Neuinfektionen sind spezielle Kontrollpunkte zu beachten und Vorbeugemaßnahmen zu ergreifen (siehe Kap. 4.2.3).
4. Die Behandlung der Tiere kann in vielen Fällen nicht mehr im Melksystem erfolgen und bedarf einer entsprechenden Vor- und Nachbereitung (siehe Kap. 4.2.4).

Die Eutergesundheit wird von automatischen Melksystemen ständig überwacht. Zeitnah und zum Teil auf das Euterviertel bezogen, können folgende Parameter gemessen werden:

- Milchmenge
- Elektrische Leitfähigkeit
- Zellzahlen
- Milchfarbe
- Fett- und Proteingehalt
- Laktosegehalt
- Milchttemperatur

4.2.1 Einflussfaktoren auf die Eutergesundheit

Automatisches Melken bietet hinsichtlich der Eutergesundheit mehrere Vorteile. Jedes Viertel im Roboter ist mit einem eigenen milchableitenden System aus Zitzenbecher, Puls- und Milchschräuchen ausgestattet. Ein Sammelstück ist nicht vorhanden, sodass ein schnelles und zügiges Ableiten der Milch gewährleistet ist.

Die Melkroboter setzen konsequent eine vorgegebene Melkroutine um, bestehend aus: Vormelken, Reinigen der Zitzen/des Euterbodens, Ansetzen der Melkbecher, milchflussgesteuerte Abnahme der Zitzenbecher und abschließendes Dippen der Zitzen. Ein Auslassen einzelner Routinearbeiten, beispielsweise ein Unterlassen des Vormelkens, kann nur durch aktives Eingreifen des Landwirtes erfolgen.

Während sich Arbeitsspitzen beim konventionellen Melken schnell in einer Verkürzung der Melkroutine äußern können, arbeitet der Melkroboter 365 Tage im Jahr nach dem immer gleichen Schema.

Die zumeist milchflussgesteuerte Abnahme der Zitzenbecher erfolgt individuell bei jedem Viertel. Das Risiko für Blindmelken, d. h. für Melken unter Melkvakuum bei niedrigem oder sogar fehlendem Milchfluss, ist somit nahezu ausgeschlossen.

Kürzere Zwischenmelkzeiten und häufigeres Melken tragen zum Ausschwemmen der Mastitiserreger bei. Dies erklärt, warum Restmilchmengen, insbesondere bei hohen Melkfrequenzen, eine untergeordnete Rolle spielen.

Dennoch kann automatisches Melken auch einige Nachteile für die Eutergesundheit beinhalten. In Betrieben mit AMS werden nur selten regelmäßige Zwischenmelkzeiten erreicht. Zudem lassen sich zwar über die Managementsoftware Vorgaben für eine Mindestzwischenmelkzeit definieren, die Einhaltung einer maximalen Zwischenmelkzeit ist hingegen nur durch ein Nachtreiben überfälliger Tiere gewährleistet. Entsprechend den Vorgaben des konventionellen Melkens sollten die Tiere allerdings mindestens zweimal täglich, d. h. mindestens alle 12 Stunden, gemolken werden. Bei Zwischenmelkzeiten von über 14 Stunden ist bereits eine signifikante Verringerung der Milchsekretionsrate pro Stunde zu verzeichnen (SCHRIDDE 2006).

Verglichen mit konventionellen Melkanlagen werden beim AMS mehr Kühe mit einem Melkgeschirr gemolken. Somit steigt das Risiko der Übertragung von Mastitiserregern über die Zitzengummioberfläche, dem die Hersteller durch die Installation von Zwischenreinigungs- und Desinfektionsvorrichtungen mittels Wasser, Peressigsäure oder Dampf Rechnung tragen.

Die Eutervorbereitung, d. h. die Reinigung und das Vormelken, können nur bedingt den Anforderungen des Tieres angepasst werden. Keines der derzeit auf dem Markt befindlichen Modelle kann den Grad der Euterverschmutzung erkennen und in eine je nach Erforderlichkeit ausgerichtete Euterreinigung umsetzen. Zudem ist eine Erreger-

übertragung bei der Euterreinigung über Bürsten, Reinigungs- und Melkbecher oder mittels Wasser nicht auszuschließen.

Neben dem Vormelken und Reinigen sind auch die Ansetzvorgänge nicht immer zu 100 % erfolgreich. So kann es passieren, dass einzelne Zitzen nicht gefunden werden oder ein Becher an die falsche Zitze angesetzt wird.

Das häufigere Melken schwemmt zwar Mastitiserreger aus, führt aber auch zu einer Aufweitung des Strichkanals und kann dadurch das Eindringen von Mastitiserregern begünstigen.

Ähnlich dem konventionellen Melken sind auch beim AMS Risiken zu verzeichnen. Der Landwirt kann aber durch entsprechende Vorbeugemaßnahmen die meisten Risiken minimieren oder umgehen.

4.2.2 Kontrolle der Eutergesundheit – Erkennung von Eutergesundheitsstörungen

Der größte Unterschied zwischen automatischem und konventionellem Melken liegt für den Tierbetreuer darin, dass er die Tiere nicht mehr mindestens zweimal täglich beim Melken vor sich sieht. Die direkte Überprüfung der Eutergesundheit über die Gewinnung und Beurteilung des Vorgemelks ist nicht möglich. Die Kontrolle der Eutergesundheit beginnt mit der Auswertung von Warn- und Hinweislisten des PCs, an die sich eine individuelle Kontrolle des Tieres über die Gewinnung des Vorgemelks oder die Durchführung des Schalmtests anschließen kann.

Während diese „indirekte Form“ der Eutergesundheitsüberwachung zunächst als Umstellung wahrgenommen wird, kristallisieren sich schnell die Vorteile heraus: Beim konventionellen Melken erkennt man durch die Überprüfung des Vorgemelks vorrangig klinische Mastitiden, d.h. Euterentzündungen, die mit sichtbaren Symptomen wie Schmerzen, Schwellung, Rötung, vermehrter Wärme oder veränderter Milch (z. B. Flocken) einhergehen (Abb. 11).

Subklinische Mastitiden, d.h. sich nicht durch sichtbare Symptome äußernde Euterentzündungen, bleiben beim konventionellen Melken zumeist unentdeckt. Sie lassen sich durch eine Erhöhung des Zellgehalts der Milch nachweisen und werden erst über die Durchführung eines Schalmtests (Abb. 12), die Überprüfung der Daten der Milchleitungsprüfung oder die Beprobung der Tiere erkannt.

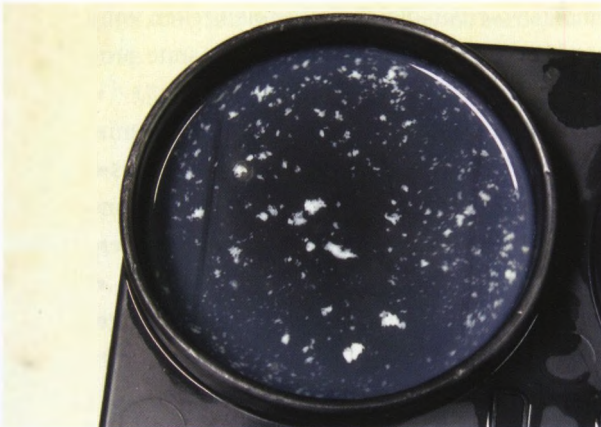


Abb. 11: Flocken in der Milch (Foto: Reinecke)

Das Melken mit einem AMS verlangt Disziplin bezüglich der Kontrolle von Daten und der Beobachtung von Tieren. Die bei den meisten Herstellern standardmäßig eingebaute Sensortechnik zur Erfassung der Leitfähigkeit und der Farbe der Milch kann frühzeitig Hinweise auf das Vorhandensein einer Mastitis geben (Tab. 10). Die von einigen Herstellern angebotenen Zellzahlmessgeräte lassen sogar einen genaueren Schluss auf das Vorhandensein einer Eutererkrankung zu.

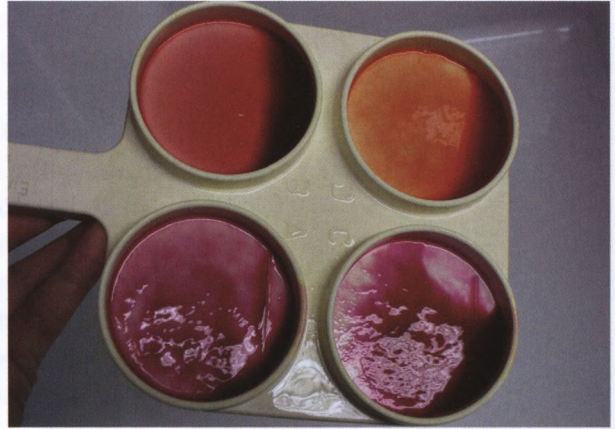


Abb. 12: Schalmtest zur Überprüfung des Zellgehalts der Milch (Foto: Reinecke)

Tab. 10: Beurteilung der Milchqualität nach Blutanteil anhand relativer Farbwerte (HARTL 2005)

Blutanteil %	Optische Beurteilung	Relativer Farbwert gegenüber Konsummilch		
		rot	grün	blau
0	normal	100	100	100
0,00625	normal	99	98	96
0,0125	normal	99	95	93
2,025	hellrosa	98	91	87

Durch die automatische Messung der Leitfähigkeit, die Erkennung von Farbveränderungen der Milch, die Messung der Zellgehalte usw. können im Roboter Mastitisfälle meist schon vor der Ausbildung klinischer Symptome identifiziert und über einen Schalmtest bestätigt werden (KLEINSCHMIDT 2007). Unter Umständen kann bereits eingegriffen werden, bevor optisch eine Veränderung der Milch überhaupt erkennbar ist. Hierbei können wesentlich bessere Heilungsraten erzielt und letztlich sogar Medikamente und Behandlungskosten eingespart werden.

Allerdings können Melkroboter mit der ihnen zur Verfügung stehenden Messtechnik nicht in jedem Fall erkennen, ob Milch abnormal verändert ist (WIEDEMANN 2004). Die Ergebnisse variieren je nach gemessenem Parameter, Messzeitpunkt und Gemelksfraktion, die überprüft wird. Die Systeme weisen bisher eine geringe Spezifität auf, wodurch es zu Fehlalarmen kommen kann.

Aus Versuchen in Betrieben mit herkömmlicher Melktechnik ist bekannt, dass beispielsweise über die alleinige Überprüfung der Leitfähigkeit knapp 30 % der Mastitisgemelke nicht erkannt werden. Genauso wird bei ca. 20 % der Gemelke gesunder Kühe ein Mastitisverdacht ausgesprochen. Grund ist die Beeinflussbarkeit der Leitfähigkeit durch



Abb. 13: Messsystem IMA-Fullwood zur Beurteilung der Euter- und Tiergesundheit am AMS (Foto: Reinecke)

andere Faktoren. Beim Melkroboter gehört hierzu insbesondere die Zwischenmelkzeit. Es ist bekannt, dass der Fettgehalt der Milch bei kurzen Zwischenmelkzeiten erhöht ist und damit die Leitung der in der Milch befindlichen Ionen abgeschwächt wird. Die gemessene Leitfähigkeit ist bei diesen Tieren vergleichsweise niedrig, obwohl eine Euterentzündung vorliegen kann (HAMANN und ZECONI 1998, SHELDRAKE et al. 1983).

Dies erklärt, warum in automatischen Melksystemen immer mehrere Messparameter gleichzeitig herangezogen werden, um die Eutergesundheit zu überwachen.

Grundsätzlich verfügen alle Hersteller über Messsysteme zur Beurteilung der Euter- und Tiergesundheit (Abb. 13). Allerdings variiert die Ausstattung erheblich (Tab. 3, Seite 19). Nicht alle Messvorrichtungen gehören zur Grundausstattung, sondern müssen gegen Aufpreis gekauft werden. Neben den Anschaffungskosten sollte auch die Höhe der laufenden Kosten abgeklärt werden.

In den meisten Fällen wird aus der Vielzahl der Messergebnisse über die PC-Software nach firmenspezifischen Algorithmen die Wahrscheinlichkeit eines Mastitisverdachts errechnet und zur Nachverfolgung für den Landwirt in einer Hinweisliste protokolliert.

Es liegt in der Verantwortung des Landwirts, den vom Roboter erstellten Hinweisen nachzugehen. So empfiehlt sich die visuelle Überprüfung des Vorgemelks, die Überprüfung des Viertelanfängselms mittels Schalmtest oder aber die sterile Entnahme von Viertelgemelksproben mit dem Ziel der Untersuchung auf Zellgehalt und Nachweis von Mastitiserregern.

Dabei ist zu beachten, dass sowohl die Schalmtests als auch die Beprobung der Viertelanfängselme nur bei Tieren durchgeführt werden, deren letztes Gemelk mindestens sechs Stunden zurückliegt, da die Zwischenmelkzeit das Ergebnis stark beeinflussen kann. Sinnvoller ist es, die Tiere unmittelbar nach dem Test zu melken, wenn Auffälligkeiten festgestellt werden.

Veränderte Milch kann nach Vorgabe durch den Landwirt – beispielsweise nach antibiotischer Behandlung – oder nach Diagnose durch das Melksystem automatisch abgeleitet werden. Die nicht verkehrsfähige Milch wird über ein separates Leitungssystem abgeleitet. Ein Reinigungsvorgang, der sich direkt anschließt, verhindert, dass Antibiotikarückstände im Leitungssystem verbleiben.

4.2.3 Maßnahmen zur Vorbeugung von Eutergesundheitsstörungen

In Betrieben mit automatischen Melksystemen unterliegt die Eutergesundheit einer Vielzahl von Einflussfaktoren. Wie in konventionell melkenden Betrieben werden Mastitiden vorrangig durch Bakterien und in selteneren Fällen durch Hefen, Schimmelpilze oder sogar Algen verursacht. Je nach Herkunft und Übertragungsweg der Keime lassen sich bestimmte Vorbeugemaßnahmen treffen.

Dominieren Infektionen mit Keimen, die in überwiegenden Fällen beim Melken übertragen werden können (z.B. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*), sind ein regelmäßiger Wechsel der Zitzengummis, die Verwendung eines als Tierarzneimittel zugelassenen Dippmittels, die Vermeidung von zitzen- und euternahen Verletzungen, eine konsequente Fliegenbekämpfung, die Überprüfung der Melkanlage hinsichtlich möglicher Schwachstellen bei der Vakuumversorgung, der Pulsation, des Milchtransports usw. Ansatzpunkte zur Vorbeuge. Da mit einem Melkmodul im Schnitt bis zu 75 Tiere gemolken werden, kann eine Zwischendesinfektion der Zitzenbecher mit Peressigsäure oder eine Reinigung der Zitzengummioberfläche mittels Dampf erforderlich werden (Abb. 14).

Der Keimdruck durch Erreger, die aus der Umwelt der Tiere stammen und die vor allem in der Zwischenmelkzeit auf das Euter gelangen, lässt sich durch eine Optimierung der Stallhygiene senken (Abb. 15). Ebenso erweist sich das Scheren bzw. Abflammen der Euterhaare als vorteilhaft. Diese häufig auch aus technischer Sicht erforderliche Maßnahme mindert den Anteil an Schmutz, der andernfalls an den Euterhaaren haften bleiben kann. Zudem muss die Funktionalität der Zitzenreinigungsvorrichtung gegeben sein (Abb. 16).

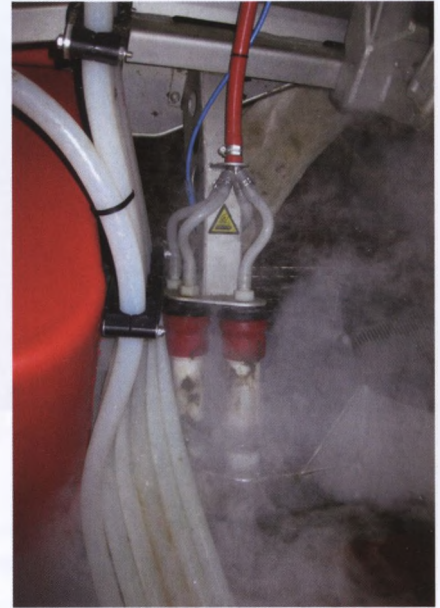


Abb. 14: Zwischendesinfektion der Zitzenbecher mit Dampf (Foto: Reinecke)



Abb. 15: Kühe, die auf Spalten liegen, haben verschmutzte Euter und sind dadurch einem hohen Keimdruck ausgesetzt (Foto: Reinecke)

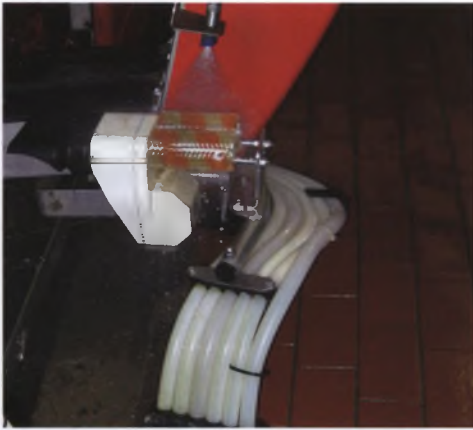


Abb. 16: Reinigungsvorrichtung am AMS zum Reinigen der Zitzen (Foto: Reinecke)

Wenngleich die Verwendung von Wasser in Trinkwasserqualität im Rahmen der Milchproduktion Standard sein sollte, wird der Einfluss der Wasserqualität häufig unterschätzt. So kann die Verwendung kontaminierten Brunnenwassers in Systemen, die eine Reinigung der Zitzen mit Wasser durchführen, zu einer direkten Übertragung von Keimen auf die Zitzen führen. Steht kein Wasser aus öffentlicher Versorgung zur Verfügung, sollten regelmäßige Untersuchungen durchgeführt werden, die bestätigen, dass das verwendete Wasser mikrobiologisch einwandfrei ist und den Anforderungen der Anlage 1 Teil 1 der Trinkwasserverordnung entspricht (TrinkwV 2001). Dies bedeutet, dass das Wasser keine coliformen Keime, keine

Escherichia coli (*E. coli*) und keine Enterokokken enthalten darf.

Hautkeime (Koagulase negative Staphylokokken) finden sich insbesondere in solchen Betrieben, die eine Melkfrequenz von mehr als 3,0 Melkungen je Tier und Tag aufweisen. Das häufige Melken stellt eine Belastung für die Zitzenhaut dar, die sich, insbesondere wenn zusätzlich ein sehr kaltes oder sehr feuchtes Stallklima vorliegt, in spröder und schuppiger Zitzenhautoberfläche äußert. Die Anwendung von Dippmitteln mit einem entsprechenden Hautpflegeanteil, eine Optimierung des Stallklimas und eine Reduktion der Melkfrequenz helfen Keime und deren Auswirkungen zu vermindern.

Unabhängig von der Art des verursachenden Erregers spielen hinsichtlich des Mastitisgeschehens die Zwischenmelkzeit der Tiere und der Grad der Euterfüllung bei der Melkung eine Rolle. Durch häufiges Melken steigen die Zellgehalte im Viertelanfangsgemelk. Gleichzeitig lässt sich im Stall ein Phänomen beobachten, das bislang nur von Tieren bekannt war, die zu selten gemolken wurden: Die Tiere lassen – obgleich sie gerade erst gemolken wurden – die Milch laufen. So entstehen in den Liegebuchten „Milchpfützen“, die ein Risiko für die Eutergesundheit darstellen, da Erreger von Zitze zu Zitze eines Tieres, aber auch durch die Nutzung der Liegebucht durch andere Tiere auf diese übertragen werden können (Abb. 17).

Beim Melken wird das Zitzengewebe mechanisch beansprucht. Durch die Ansammlung von Blut und Lymphflüssigkeit ändert sich die Gewebefestigkeit der Zitzenkuppe. Die fühlbar „talgige“ Konsistenz des Zitzenkuppengewebes entsteht durch ein Ödem an der Muskulatur, die die Schließfunktion wahrnimmt. Die Festigkeitsänderung des Zitzenkuppengewebes, die durch den Melkvorgang ausgelöst wird, kann für 3–4 Stunden nach dem Melken bestehen bleiben (HAMANN 1988). Wird diese „Regenerationszeit“ durch



Abb. 17: „Milchpfitzen“ auf der Liegefläche erhöhen die Gefahr der Übertragung von Erregern von Zitze zu Zitze und von Tier zu Tier (Fotos: Reinecke)

Zwischenmelkzeiten unter 5 Stunden wiederholt unterschritten, wird der Schließmuskel beeinträchtigt, und im ungünstigsten Fall fließt Milch ab (REINECKE 2002). Deshalb sollte die Zwischenmelkzeit bei mindestens 7–8 Stunden liegen und ist entsprechend am AMS einzustellen.

Ob die Zwischenmelkzeit herdenspezifisch richtig eingestellt ist, lässt sich über den Grad der Euterfüllung zum Zeitpunkt der Melkung oder der Gemelksmenge pro Melkung feststellen, wobei Werte über 10 Liter Milch im Herdenschnitt erreicht werden sollten.

Demgegenüber ist auch ein zu seltenes Melken der Tiere nicht optimal. Je länger Milch im Euter verbleibt, desto eher erhalten Erreger die Möglichkeit sich dort zu vermehren. Jedes Tier sollte daher mindestens zweimal täglich gemolken werden. Zwischenmelkzeiten von über 14 Stunden sind wegen der Gefahr des Milchleistungseinbruchs auf ein Minimum zu reduzieren.

Zum Risiko für einen Leistungseinbruch oder für eine Euterentzündung kann auch das wiederholte Auftreten unvollständiger Gemelke werden. Untersuchungen geben einen Grenzwert von 10 % unvollständiger Gemelke bezogen auf die Gesamtzahl aller Gemelke pro Tag an (HALM 2003).

Stoffwechsel und Fütterung haben in Betrieben mit AMS wie auch in konventionell melkenden Betrieben einen erheblichen Einfluss auf die Eutergesundheit. Kritisch zu bewerten sind beispielsweise folgende Aspekte:

Die Kraftfutteraufnahme am Melkroboter ist an die Fressgeschwindigkeit der Kuh, die Verweildauer im System und die Häufigkeit der Melkungen geknüpft. Rationen über 6,5 kg je Tier und Tag können deshalb nur in den seltensten Fällen am Roboter verabreicht werden. Ohne eine Kraftfutterstation im Stall würden die betroffenen Tiere unweigerlich in eine Energiemangelsituation abgleiten. Wird die Gesamtration der Tiere auf den Robo-



Abb. 18: Verschmutzte Trogränken vermindern die Wasseraufnahme der Kühe und können zu Mastitis führen (Foto: Reinecke)



Abb. 19: Tiere mit Klauenerkrankungen bleiben länger liegen, wodurch sie stärker verschmutzt sind und leichter von Umweltkeimern infiziert werden können (Foto: Reinecke)

ter und den Futtertisch verteilt, muss bei der begrenzten Menge am Roboter ein Großteil der Energie über die Ration am Futtertisch aufgenommen werden.

Um eine wiederkäuergerechte Fütterung in Betrieben mit AMS umzusetzen und das Gefahrenpotenzial für Mastitiden zu senken, muss jeder Betrieb seine Fütterung entsprechend der Herden- und Einzeltierleistung sowie der Art des Tierverkehrs und der Anzahl der Melkungen anpassen.

Neben der Ration als solche können auch Mängel bei der Fütterungs- und Tränkehygiene Ursache für Mastitiden sein (Abb. 18).

Ein weiterer Einflussfaktor für Euterentzündungen ist die Klauengesundheit der Tiere (Abb. 19).

4.2.4 Behandlung

Ein grundsätzlicher Vorteil des Melkroboters ist die Möglichkeit des häufigeren Melkens und damit die Ausschwemmung der Mastitiserreger. Dieser Vorteil geht allerdings verloren, wenn Mastitiden einer antibiotischen Behandlung bedürfen: Alle auf dem Markt befindlichen Antibiotika für Behandlungen am

Euter sind hinsichtlich ihres Ausscheidungs- und Wirkungsverhaltens für zweimal Melken/Tag konzipiert. Wird die Kuh häufiger gemolken, kommt es zu einem frühzeitigen Ausscheiden des Antibiotikums. Ist zu diesem Zeitpunkt der erforderliche Wirkspiegel im Euter noch nicht erreicht, kann dies zu Resistenzen führen. Bleibt das Antibiotikum hingegen ohne Nachdosierung zu lange im Euter, so können sich durch die nachlassende Konzentration ebenfalls Resistenzen bilden.

Insbesondere der Einsatz von Eutertuben erfordert eine Mindestzwischenmelkzeit von 9–10 besser noch 10–12 Stunden. Der Landwirt sollte daher die Mindestzwischenmelkzeit bei den betroffenen Tieren aktiv anheben oder auf andere Weise eine zu frühe

Melkung verhindern. In Betrieben mit Separationsbuchten ohne direkten Zugang zur Melkbox werden die Tiere beispielsweise separiert und zweimal täglich vom Landwirt kontrolliert in die Melkbox getrieben.

Da die Behandlung mittels Eutertuben nur am ausgemolkenen Euter stattfinden sollte, muss der Landwirt bei der Melkung anwesend sein. Dies lässt sich über eine Alarmierung durch den Roboter oder aber durch eine Gruppenbildung bewerkstelligen.

In der Melkbox sollte, sofern dies überhaupt möglich ist, nur die Behandlung mittels Eutertuben durchgeführt werden. Alle anderen Behandlungsmaßnahmen sollten am fixierten Tier im Fressgitter vorgenommen werden. Auf diese Weise wird verhindert, dass die Kühe die Behandlung mit dem Roboter in Verbindung bringen und eventuell ein Angstverhalten entwickeln.

In Melkboxen, in denen das Euter für eine Behandlung nicht zugänglich ist, erweisen sich Selbstfangfressgitter, in denen die Tiere zur Behandlung fixiert werden können, als vorteilhaft. Auf jeden Fall notwendig ist ein Behandlungsstand für die Klauenpflege und die Behandlung von Einzeltieren.

4.3 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Regelung der lebensmittelhygienischen Anforderungen im Rahmen der Milcherzeugung erfolgt derzeit sowohl über europäisches Gemeinschaftsrecht als auch über nationale Rechtsvorschriften. Wie andere Lebensmittelproduzenten ist der Milcherzeuger Hauptverantwortlicher für das von ihm produzierte Lebensmittel Milch und muss die grundlegenden Vorschriften der Basisverordnung (EG) Nr. 178(2002) für Lebensmittelsicherheit einhalten. Ferner unterliegt er den Regelungsinhalten der Verordnung (EG) Nr. 852(2004) für Lebensmittelhygiene und der Verordnung (EG) Nr. 853 a (2004) für Lebensmittel tierischen Ursprungs.

Unabhängig von der Art des genutzten Melksystems muss der Landwirt einer Aufzeichnungspflicht nachkommen. Beispielsweise sind Art und Herkunft der Futtermittel, aber auch Eutererkrankungen oder im Rahmen von Erkrankungen gezogene Proben zu dokumentieren und deren Ergebnisse auf Verlangen der zuständigen Behörde vorzulegen. Der Dokumentationspflicht unterliegen ebenso die Arzneimittelanwendung und die Ergebnisse der Milch-Güteuntersuchungen nach der Milch-Güteverordnung (1980).

4.3.1 Hygienevorschriften der EU für Lebensmittel tierischen Ursprungs

Im Anhang III Abschnitt IX der Verordnung (EG) Nr. 853(2004) werden die Anforderungen an die Produktion von Rohmilch und Kolostrum wie folgt konkretisiert:

Erzeugung von Rohmilch und Kolostrum: Anforderungen an die Tiere

Rohmilch und Kolostrum müssen von Tieren stammen, die frei sind von Anzeichen einer Infektionskrankheit, die über die Milch auf den Menschen übertragen werden kann. Ihr allgemeiner Gesundheitszustand muss gut sein und sie dürfen keine Anzeichen von Krankheiten aufweisen, welche eine Kontamination der Milch zur Folge haben könnten. Die Tiere dürfen nicht an eitrigen Genitalinfektionen, an Magen-Darm-Erkrankungen mit Durchfall und Fieber oder an einer sichtbaren Euterentzündung leiden. Euterwunden, die die Milch nachteilig beeinflussen könnten, sind auszuschließen.

Ferner wird vorausgesetzt, dass den Tieren keine verbotenen Stoffe oder Erzeugnisse verabreicht worden sind oder, dass sie keiner vorschriftswidrigen Behandlung – beispielsweise mit Wachstumshormonen – unterzogen wurden. Ist eine Behandlung mit zugelassenen Mitteln durchgeführt worden, so muss die vorgeschriebene Wartezeit eingehalten werden.

Außerdem müssen Kühe, deren Milch als Lebensmittel in den Verkehr kommt, frei von Brucellose und Leukose sein.

Betriebe für Milch- und Kolostrumerzeugung: Betriebsstätten und Ausrüstungen

Um die Kontamination der Milch zu vermeiden und eine einfache und sichere Reinigung und Desinfektion wie in Kapitel 3.1 beschrieben zu erreichen, sind glatte, waschbare und nicht giftige Materialien zu verwenden. Nach Verwendung müssen diese Oberflächen gereinigt und erforderlichenfalls desinfiziert werden. Nach jeder Benutzung oder bei sehr kurzen Zeitspannen zwischen dem Entleeren und dem Nachfüllen, nach mehreren Benutzungen, müssen die Behälter und Tanks, die zur Beförderung der Rohmilch verwendet wurden, entsprechend gereinigt und desinfiziert werden, bevor sie erneut verwendet werden.

Betriebe für Milch- und Kolostrumerzeugung: Melken, Abholung/Sammlung und Beförderung

Das Melken muss unter hygienisch einwandfreien Bedingungen erfolgen. Insbesondere muss gewährleistet sein, dass die Zitzen, das Euter und die angrenzenden Körperteile vor Melkbeginn sauber sind und dass die Milch eines jeden Tieres vom Melker oder nach einer Methode, die zu gleichen Ergebnissen führt, auf organoleptische sowie abnorme physikalisch-chemische Merkmale hin kontrolliert wird. Organoleptische Merkmale der Milch sind solche, die sensorisch beurteilbar sind: Färbung, Geruch, Geschmack oder Trübung und Konsistenz. Davon zu unterscheiden sind die physikalisch-chemischen Parameter, wie Temperatur, pH-Wert und Leitfähigkeit.

Milch mit abnormen Merkmalen darf nicht für den menschlichen Verzehr verwendet werden.

Tiere, die infolge einer tierärztlichen Behandlung Medikamentenrückstände in die Milch übertragen könnten, müssen identifiziert werden. Milch, die vor Ablauf der vorgeschriebenen Wartezeit gewonnen wird, darf nicht für den menschlichen Verzehr verwendet werden.

Außerdem dürfen Zitzenbäder und -sprays nur verwendet werden, wenn sie nach den Verfahren der Richtlinie 98/8/EG (1998) über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten zugelassen oder registriert wurden, sodass sichergestellt ist, dass sie nicht in unannehmbarem Ausmaß Rückstände in der Milch hinterlassen.

Unmittelbar nach dem Melken muss die Milch an einen sauberen Ort verbracht werden, der so konzipiert und ausgerüstet ist, dass eine Kontamination der Milch ausgeschlossen ist. Die Milch muss im Fall der täglichen Abholung unverzüglich auf eine Temperatur von nicht mehr als 8 °C und bei nicht täglicher Abholung auf nicht mehr als 6 °C abgekühlt werden.

Betriebe für Milch- und Kolostrumerzeugung: Zell- und Keimzahlgrenzwerte für Rohmilch und Kolostrum

Zu den Kriterien für Rohmilch gehört die Einhaltung eines Grenzwertes für die Keimzahl und die Zellzahl sowie die Abwesenheit von Rückständen. Der Keimzahlgrenzwert von 100 000 Keimen/ml Milch errechnet sich aus dem geometrischen Mittel von zwei Monaten bei mindestens zwei Untersuchungen je Monat. Der Gehalt an somatischen Zellen wird aus dem geometrischen Mittel über drei Monate bei mindestens einer Probe je Monat ermittelt, wobei ein Wert von 400 000 Zellen/ml Milch nicht überschritten werden darf. Die Unterschreitung dieses Grenzwertes für den Zellgehalt in der Tanksammelmilch reicht für Melkroboterbetriebe jedoch nicht aus. Vielmehr sind Nutzer von automatischen Melksystemen verpflichtet, den Anforderungen eines speziellen Maßnahmenkatalogs zu genügen.

4.3.2 Maßnahmenkatalog

Die derzeit auf dem Markt befindlichen Melkroboter können trotz des kontinuierlichen technischen Fortschritts einige in den Anhängen der Verordnung (EG) Nr. 853(2004) definierten Anforderungen zur Rohmilcherzeugung nicht erfüllen. Dies betrifft z. B. die Sauberkeit von Zitzen, Euter und angrenzenden Körperteilen vor dem Melken und die gesonderte Behandlung der Milch von Tieren mit Magen-Darm-Erkrankungen, Fieber und Euterwunden.

Im September 2012 wurde deshalb als verschärftes Regulativ für Betriebe mit automatischen Melkverfahren ein Maßnahmenkatalog aufgelegt (siehe Anhang 3, Seite 150 „Maßnahmenkatalog“). In diesem wird betont, dass der fehlende Kontakt des Landwirtes mit den Kühen beim Melkvorgang eine spezifische technische Ausstattung zur Erken-

nung und zum Ausschluss von Milch mit abnormen Merkmalen erforderlich macht und die Euterreinigung bestimmten Mindestanforderungen genügen muss. Die Voraussetzungen werden in der Norm DIN ISO 20966 „Automatische Melkeinrichtungen – Anforderungen und Prüfung“ definiert (siehe Anhang 2, Seite 148 „DIN ISO 20966“).

Bislang hat kein Hersteller den Nachweis hinsichtlich der technischen Ausstattung und der Funktionsweise der Melkroboter erbracht, den Anforderungen zu genügen. Deshalb unterliegt jeder Landwirt mit einem automatischen Melksystem (auch automatisches Melkverfahren (AMV) genannt) folgenden im Maßnahmenkatalog aufgeführten Maßnahmen:

Zytobakteriologische Untersuchung der Herde vor Inbetriebnahme des AMS

Zu den im Katalog genannten Maßnahmen zur Überwachung der Eutergesundheit gehört die zytobakteriologische Untersuchung (Untersuchung auf den Gehalt somatischer Zellen und die Nachweisbarkeit von Mastitisserregern) der Viertelanfangsgemelke 4–6 Wochen vor der geplanten Inbetriebnahme eines AMS und nochmals 1–2 Wochen vor Einbringen der Herde (Abb. 20).

Eine Beprobung der Herde ist mit Kosten und Aufwand verbunden, sodass dieser Punkt in der Vergangenheit immer wieder zu Diskussionen über die Notwendigkeit geführt hat.

Grundsätzlich wird mit der Untersuchung das Ziel verfolgt, dass bei Nachweis von Erregern, die vorzugsweise beim Melken übertragen werden können (z. B. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*), eine vorherige Herdensanierung durchgeführt werden

kann.

Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass je nach Auslastung der Anlage 200 Melkungen und mehr pro Tag möglich sind, sodass die Erregerübertragung über das Melkzeug auch bei Spülung der Zitzenbecher mit Wasser, Desinfektion mit Peressigsäure oder Anwendung von Dampf ein ernstzunehmendes Risiko darstellt.

Erschwerend kommt die Stressbelastung der Tiere hinzu, die mit der Umstellung auf ein neues Melksystem einhergeht. Stress wirkt abwehrend, was Neuinfektionen begünstigt.



Abb. 20: Probe des Viertelanfangsgemelks für die zytobakteriologische Untersuchung vor Inbetriebnahme des AMS (Foto: Reinecke)

Die Beprobung der Herde vor Inbetriebnahme ist allerdings auch aus weiteren Gründen anzuraten:

1. Die Entnahme von Milchproben im Melkstand ist mit ungleich weniger Zeit- und Arbeitsaufwand verbunden als später im automatischen Melksystem oder am Fressgitter.
2. Im Melkstand können die durch die Beprobung angerüsteten Tiere unmittelbar im Anschluss gemolken werden. Ist der Melkroboter in Betrieb, kann direkt am Melkroboter hingegen immer nur ein Tier nach dem anderen beprobt und danach gemolken werden, sodass sich die Beprobung für eine komplette Herde auf einen Zeitraum von 7–8 Stunden ausdehnen kann. Zudem lassen sich nicht in allen Robotern Beprobungen am Tier durchführen. Die Herdenbeprobung am Futtertisch ist zwar möglich, birgt aber den Nachteil, dass die angerüsteten Tiere nicht unmittelbar im Anschluss im Roboter gemolken werden können. Zudem haben Versuche gezeigt, dass für repräsentative Probenergebnisse nur Tiere beprobt werden sollten, deren letzter Melkvorgang mindestens 6–8 Stunden zurückliegt. Fixiert man die Tiere hingegen wahllos am Futtertisch, ergeben sich zu große Variationen der Zwischenmelkzeit.
3. Die Sanierung von Tieren, die bereits im Roboter gemolken werden, ist etwas umständlicher als bei konventionell gemolkenen Tieren (siehe Kap. 4.2.3 und 4.2.4).
4. Die Kenntnis des Eutergesundheitsstatus und der Erregersituation der Herde vereinfacht in den Monaten nach Umstellung auf den Melkroboter Managemententscheidungen, beispielsweise die Auswahl des Trockenstellers.

Information über die Installation eines AMS an die zuständigen Behörden

Der Maßnahmenkatalog setzt zudem voraus, dass die zuständigen Behörden über die Installation eines AMS, die Ergebnisse der zytobakteriologischen Untersuchung sowie ggf. eingeleitete Sanierungsmaßnahmen zu informieren sind. Diese Information kann formlos erfolgen oder mithilfe eines Formulars (siehe Anhang 4, Seite 154 „Formular für die Anzeige der Installation eines AMV“).

Sicherstellung der Eutersauberkeit

Neben flankierenden Maßnahmen zur Sauberhaltung der Euter (Reinigung der Liegeboxen, Scheren oder Abflammen der Euterhaare) hat sich der Landwirt oder das Melkpersonal durch die täglich zweimalige Begehung des Stalls von der Sauberkeit der Tiere zu überzeugen. Wird die Sauberkeit als nicht optimal eingestuft, kann zusätzlich über die Intensivierung der Einstreu und die Verbesserung des Stallklimas Abhilfe geschaffen werden.

Überwachung der Eutergesundheit

Bei der Begehung des Stalls gilt das Augenmerk des Landwirts auch der Gesundheit der Tiere – insbesondere der Eutergesundheit. Einzeltierkontrollen ergeben sich aus der mindestens zweimal täglich durchzuführenden Kontrolle der vom AMS erstellten Warn- und Hinweislisten.

Zudem hilft die Auswertung der Prüfungsdaten, die aus einer Beprobung in Anlehnung an die Milchleistungsprüfung gewonnen werden sollten, bei der Einschätzung des Eutergesundheitsstatus von Herde und Einzeltier. Der Maßnahmenkatalog schreibt hier die Untersuchung von verdächtigen Tieren mittels Schalmtest bzw. die Untersuchung von steril entnommenen Viertelanfangsgemelksproben vor, sofern mehr als 30 % der Tiere während des Probemelkens einen Zellgehalt von über 250 000 Zellen/ml Milch im Gesamtgemelk aufweisen. Als „verdächtig“ gelten hier alle Tiere mit klinischen Anzeichen einer Euterentzündung (vermehrt warmes/gerötetes/schmerzhaftes/geschwollenes Euterviertel oder veränderte Milch) und alle Tiere mit Zellgehalten über 250 000 Zellen/ml Gesamtgemelk.

Hinsichtlich der Tankmilch unterliegt der Betrieb mit einem AMS zwar den rechtlichen Vorschriften der Verordnung (EG) Nr. 853(2004), allerdings besteht bereits ein Handlungsbedarf, wenn die Zellgehalte im arithmetischen Mittel zweier Proben mehr als 300 000 Zellen/ml Milch betragen (z.B. 1. Probe: 280 000 Zellen/ml Milch; 2. Probe: 350 000 Zellen/ml Milch; Mittelwert: 315 000 Zellen/ml Milch). Ebenso darf keine Zellgehaltsprobe den Einzelwert von 400 000 Zellen/ml Milch überschreiten. In beiden Fällen ist laut Maßnahmenkatalog eine Überprüfung der „verdächtigen“ Tiere mittels Schalmtest erforderlich.

Überschreiten sowohl die Zellzahl der Tankmilch als auch die Zellgehalte der Gesamtgemelke die im Maßnahmenkatalog genannten Vorgabewerte, so sind alle Tiere der Herde zu kontrollieren. Die sterile Entnahme von Viertelanfangsgemelksproben der kompletten Herde und die Untersuchung auf Zellgehalte und Mastitiserreger gibt dann die erforderliche Auskunft über die Eutergesundheitssituation der Herde und die einzuleitenden Sanierungsmaßnahmen. Für die Überprüfung des Gesundheitszustands und für Sanierungsmaßnahmen ist es sinnvoll, den Hoftierarzt mit einzubeziehen.

5 Leistungskontrolle

Schon bei den Kaufüberlegungen sollte an die Maßnahmen laut Maßnahmenkatalog (siehe Anhang 3, S. 150) und die Milchleistungsprüfung gedacht werden. So kann beim Kauf des AMS das Probenahmegerät direkt mitverhandelt oder von mehreren Betrieben gemeinsam ein Gerät beschafft werden. Zu jedem Roboter gehört ein Probenahmegerät.

Wenn die Kaufentscheidung gefallen ist, frühzeitig den Landeskontrollverband (LKV) informieren. Alle Landeskontrollverbände haben viel Erfahrung mit der Durchführung der Milchleistungsprüfung (MLP) und können dazu eine Vielzahl von Informationen liefern.

Sobald der Termin der Inbetriebnahme feststeht, sollte kurz davor eine „normale Leistungskontrolle“ durchgeführt werden. Mensch und Tier haben dann genügend Zeit, sich bis zur nächsten Leistungskontrolle auf das neue System einzustellen.

In der Regel muss vor der ersten Leistungsprüfung am AMS die Milchmengenmesstechnik abgenommen werden. Sinnvoll ist es, frühzeitig einen Termin mit den Verantwortlichen zu vereinbaren. Die Anlagenhersteller können entsprechende Ansprechpartner nennen. Ebenfalls sollten rechtzeitig vor der ersten Leistungsprüfung Fragen zur Probenahmetechnik und zur korrekten Inbetriebnahme des Probenahmegeräts geklärt werden. Viele LKV haben Arbeitsanweisungen für die Durchführung der Milchleistungsprüfung in AMS vorliegen.

Bei der Durchführung der Leistungsprüfung ist eine eindeutige Tieridentifikation überaus wichtig. Es ist zwingend notwendig, dass für alle Tiere die 15-stellige Nummer der Lebensohrmarke (LOM) angegeben wird. Nur über die LOM ist eine eindeutige Identifikation in den zentralen Datenbanken der LKV und Herdbuchorganisationen möglich.

Bei der ersten Leistungskontrolle sollte angestrebt werden, einen erfahrenen Berufskollegen, Mitarbeiter des LKV oder Servicetechniker an der Seite zu haben. Auf diese Weise lassen sich die notwendigen Handgriffe und Routinen leicht erlernen und der Erfolg der ersten Leistungskontrolle wird sichergestellt.

Auch bei der routinemäßigen Durchführung der Leistungskontrolle muss der Ablauf der Probenahme überwacht werden. Im Einzelnen heißt dies, dass insbesondere zu Beginn der Beprobung und nach jedem Rahmenwechsel überprüft werden sollte, ob nach jedem Melkvorgang eine neue Flasche befüllt wird, ob nichts neben die Flaschen läuft und ob die Füllmenge der Flaschen ausreichend ist.

Es sollten grundsätzlich alle Gemelke innerhalb des Prüfungszeitraums, in der Regel mindestens 24 Stunden, beprobt werden, um sicherzustellen, dass von allen Tieren zwei Gemelke erfasst werden. Es ist bekannt, dass durch die Probenahme die Melkzeit je Vorgang verlängert wird und es dadurch, insbesondere bei stark ausgelasteten Melkeinheiten, zu Unruhe in der Herde am Prüfungstag kommen kann.

Durch häufige Melkungen und kurze Zwischenmelkzeiten sowie durch unregelmäßige Zwischenmelkzeiten oder stark schwankende Einzelgemelksmengen können die Inhaltsstoffe der einzelnen Melkungen eines Tieres erhebliche Differenzen aufweisen. Deshalb ist nur durch die Beprobung aller Gemelke gewährleistet, dass brauchbare Informationen über die Inhaltsstoffe bestimmt werden können. Hier sind insbesondere Fettgehalt und Zellzahl zu nennen.

Keine Lösung zur Einsparung von Analysekosten stellt in diesem Zusammenhang das Zusammenschütten von Einzelproben eines Tieres dar. Zum einen kann nicht sichergestellt werden, dass insbesondere das Fett vollständig mit umgefüllt wird, vor allem können aber die unterschiedlichen Einzelgemelksmengen im Mischungsverhältnis der Mischprobe nicht abgebildet werden.

Nach Abschluss der Kontrolle ist es wichtig, die Anzahl der abgefüllten Proben mit der im AMS aufgezeichneten Anzahl zu vergleichen. Unstimmigkeiten sind sofort vor Ort zu klären. Abweichungen von nur einer Probe können dazu führen, dass alle Proben beim LKV den falschen Tieren zugeordnet werden. Wenn die Probenflaschenzuordnung nicht eindeutig nachvollziehbar ist, ist – in Absprache mit dem LKV – die Kontrolle zu verwerfen und zu wiederholen.

Nach Beendigung der Kontrolle sollte immer ein Probenbegleitzettel, wie ihn die meisten LKV vorsehen, ausgefüllt werden. Darauf sollten neben den notwendigen Pflichtangaben auch alle Besonderheiten, die während der Kontrolle vorgefallen sind, vermerkt werden. Oft sind es die kleinen Hinweise, z. B. über Stromausfälle, vorzeitig gewechselte Rahmen, Anzahl leere Probenflaschen usw., die dem LKV bei Auffälligkeiten eine zügige und vor allem korrekte Verarbeitung der Daten ermöglichen.

Im Folgenden sind wichtige Punkte der Empfehlung 1.8 der Arbeitsgemeinschaft „Deutscher Rinderzüchter e.V.“ (ADR) (Stand 2011) zur Durchführung der Milchleistungsprüfung mit AMV (automatische Melkverfahren) und für die Berechnung der Leistung gekürzt dargestellt. Diese Punkte sollen lediglich einen Überblick über die Durchführung der Milchleistungsprüfung geben; sie können keinesfalls das genaue Studium der ADR-Empfehlung 1.8 ersetzen.

- Die Probenahme erstreckt sich je Melkeinheit über 24 Stunden. Werden alle Gemelke am Prüftag für die Berechnung der Inhaltsstoffe genutzt, ist das Prüfungsschema mit „E“ zu kennzeichnen. Wird am Prüftag grundsätzlich nur ein Gemelk für die Berechnung genutzt, ist das Prüfungsschema mit „H“ zu kennzeichnen. Sind in einem Betrieb mehrere getrennte Melkeinheiten, aber nur ein Probenahmesystem vorhanden, gilt die Vorgehensweise analog für jede Melkeinheit.
- Nach Abschluss der Prüfung hat sich der mit der Durchführung der MLP-Beauftragte davon zu überzeugen, dass die Anzahl der Probenflaschen mit der Anzahl der im AMS dokumentierten Proben übereinstimmt. Ist die Zuordnung der Proben zum ein-

zelen Tier aufgrund fehlender Proben oder fehlender Dokumentation im Datenerfassungssystem zweifelhaft, ist die Prüfung zu wiederholen.

- Der Betrieb ist dafür verantwortlich, unverzüglich nach Beendigung der Probenahme, am Prüftag, alle notwendigen Informationen für die Leistungsfeststellung in elektronisch verarbeitbarer Form bereitzustellen. Die Datenlieferung muss mit den normierten Datenübertragungsformaten ADIS/ADED erfolgen. Alle weiteren Informationen, die im Rahmen der MLP zu erfassen sind, wie Zu- und Abgänge, Kalbungen, trockenstehende Kühe usw., werden entsprechend der Kontrollverfahren aufgezeichnet.
- Zur Milchleistungsprüfung muss das Datenerfassungssystem alle Melkungen und Gemelkmengen aufzeichnen. Dabei sind auch Melkungen zu registrieren, die vorzeitig abgebrochen werden. Es ist anzustreben, dass alle Gemelkmengen über den gesamten Prüfungszeitraum erfasst werden und in die Leistungsberechnung eingehen.
- Bei der Leistungsberechnung am AMS wird der Prüfzeitraum in zwei Teilprüfzeiträume unterteilt. Der erste Teilprüfzeitraum beginnt in der Mitte zwischen dem vorhergehenden und dem aktuellen Prüftag und endet mit dem letzten Gemelk des aktuellen Prüftags. Der zweite Teilprüfzeitraum beginnt mit dem ersten Gemelk nach dem aktuellen Prüftag und endet in der Mitte zwischen dem aktuellen und dem nachfolgenden Prüftag.
- Prinzipiell fließen alle korrekten Gemelke eines Teilprüfzeitraums in die Leistungsbe-rechnung ein. Das mittlere 24-Stunden-Gemelk für einen Teilprüfzeitraum ergibt sich aus der Summe dieser Gemelkmengen, dividiert durch die Summe der dazugehörigen Zwischenmelkzeiten, bezogen auf 24 Stunden.
- Einzelgemelke werden nicht berücksichtigt wenn
 - sie als fehlerhaft eingestuft wurden, ebenso das nachfolgende Gemelk des Tieres,
 - die Zwischenmelkzeit mehr als 24 Stunden beträgt und
 - es sich um das erste Gemelk eines Zugangstieres oder nach einer Kalbung handelt.
- Die für die Leistungsberechnungen zu verwendende Milchmenge ergibt sich aus dem mittleren 24-Stunden-Gemelk des jeweiligen Teilprüfzeitraumes, multipliziert mit der Anzahl der Tage im Teilprüfzeitraum. Die zu verwendenden Inhaltsstoffmengen ergeben sich jeweils aus der Multiplikation der Inhaltsstoffgehalte des Prüftages mit dieser Milchmenge. Die Ermittlung der Inhaltsstoffe erfolgt, indem beim Prüfungsschema „E“ aus allen vorhandenen Proben eines Einzeltieres des Prüfungstages ein über die Gemelkmenge gewichteter Mittelwert berechnet wird. Kommt das Prüfungsschema „H“ zur Anwendung, wird das Inhaltsstoffergebnis unverändert übernommen.
- Für Leistungsangaben am Prüftag ist das ermittelte Tagesgemelk zu verwenden. Das Tagesgemelk eines Tieres ist die Milchmenge, die vor der letzten Probenahme in den vorangegangenen 48 Stunden gebildet und auf 24 Stunden standardisiert wurde.

6 Wechselwirkung Tier und Technik

6.1 Anforderungen an das Tier

Die Anzahl Kühe, die nicht automatisch gemolken werden können, ist in den meisten Betrieben gering. Ähnlich wie bei Melkständen oder Melkkarussellen zählen zu den häufigsten Gründen für eine Nichteignung zu tief hängende Euter, Stufeneuter, zu kurze Zitzen, zu enge oder zu weite Zitzenstellung, nervöse Tiere oder Tiere mit extremen Klauenproblemen.

Trotz enormer Entwicklungsfortschritte hinsichtlich Mechanik und Sensorik können Roboter nicht so flexibel arbeiten wie Melker. Daher muss in der Regel bei der Umstel-

lung vom konventionellen auf automatisches Melken ein Teil der Tiere den Betrieb verlassen. Je nach Betrieb kann der Anteil der auszusondernden Tiere bis zu 16 % betragen. Bei den im Jahr 2005 untersuchten Betrieben lag der Anteil – im Mittel – bei ca. 6,8 % (FÜBBEKER und KOWALEWSKY 2005).

Stufeneuter erschweren das Erkennen der einzelnen Zitzen durch die Zitzenerkennung und führen zu verlängerten Ansetzzeiten. Zu enge Strichabstände, insbesondere der hinteren Zitzen (Abb. 21), können zu keiner eindeutigen Unterscheidung für die Erkennungssoftware führen und damit ein unüberwindbares Problem darstellen oder das Ansetzen verlängern. Wird die Zwischenmelkzeit verlängert, steigt der Füllungsgrad des Euters und der Abstand der Zitzen. In vielen Fällen kann das Ansetzen dadurch erleichtert werden (BONSELS 2010).

Für die Erfassung abgewinkelter Zitzen wurden Lösungen seitens der Herstellerfirmen angestrebt. So können bei dem VMS der Firma DeLaval mittels Laser und Kamera Winkelstellungen bis 45° erkannt werden (Abb. 22). Auch andere Hersteller konnten auf diesem Gebiet Fortschritte erzielen. So werden zum Beispiel von den Firmen Lely oder Lemmer-Fullwood 3-D-Laser eingesetzt, die mittlerweile eine durchweg gute Erkennung schräg stehender Zitzen gewährleisten. Ältere Roboter-



Abb. 21: Zu enge Strichstellung (Foto: Reinecke)

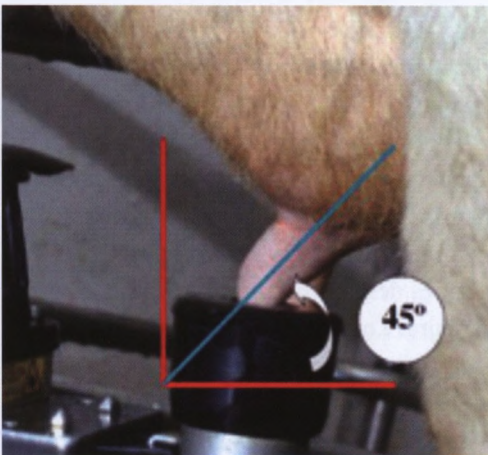


Abb. 22: Abgewinkelte Zitzen (Foto: Werkfoto DeLaval)

baureihen hatten zum Teil noch Probleme mit der Melkbecheranhängung bei sehr weit außen stehenden Zitzen; dies konnte jedoch inzwischen mittels überarbeiteter bzw. neu entwickelter Roboterarme weitestgehend behoben werden.

Zu tief hängende Euter sind nach wie vor ein großes Problem. Die Aufhängung des Euters hat keinen Einfluss auf das Ansetzverhalten des Roboters; mit zunehmendem Alter ist jedoch mit einem weiteren Absenken des Euters zu rechnen. Die Euterabsenkung ist umso geringer je stärker die Euteraufhängung ausgeprägt ist. Baulich bedingt werden die Melkbecher aufrecht unter das Euter geschwenkt und anschließend angesetzt. Dies erfordert derzeit eine Mindesthöhe der Zitzen vom Boden von mindestens 25 cm. Als Folgerung ergibt sich, dass eine schwach ausgeprägte Euteraufhängung und die damit verbundene schnelle Absackung des Euters nur eine Nutzungsdauer weniger Laktationen des betreffenden Tieres am Melkroboter zulässt (SCHÖN 2000).

Die genauen Anforderungen der einzelnen Hersteller an die Euterform und die Zitzenpositionen kann Tabelle 11 entnommen werden.

Tab. 11: AMS-Anforderungen an das Euter – Angaben von fünf Herstellern

Merkmal	Einheit	DeLaval	Lely	Lemmer-Fullwood	SAC	BouMatik
Hintere Zitzen						
Min. Zitzenlänge	mm	30	30	-	20	25
Zitzenabstand						
minimal	mm	15	30	30	2	10
maximal	mm	-	-	-	400	-
Winkel	Grad	45	30	30	ca. 30 zur Vertikalen	40
Vordere Zitzen						
Min. Zitzenlänge	mm	30	-	-	20	25
Zitzenabstand						
minimal	mm	15	125	125	50	10
maximal	mm	-	300	300	550	-
Winkel	Grad	45	30	30	ca. 30 zur Vertikalen	40
Min. Zitzenhöhe ¹⁾	mm	270	330	350	270	320
Max. Zitzenhöhe ¹⁾	mm	750	-	650	990	900

- = Keine Firmenvorgaben definiert. ¹⁾ Abstand vom Boden.

Während in den nördlichen Bundesländern überwiegend Tiere der Rasse Holstein Friesian zur Milchgewinnung genutzt werden, kommen in den südlichen Bundesländern und Österreich vermehrt Fleck- und Braunvieh zum Einsatz. Bisher sind bezüglich des unterschiedlichen Körperbaus noch keine Probleme an einem AMS bekannt geworden. Es ist davon auszugehen, dass kleinerwüchsige Rassen mit einem geringen Euter-Boden-



Abb. 23: Euterenthaarung (DLG 2005)

Abstand eine kürzere Nutzungsdauer am AMS haben. Ein Gegenbeispiel betrifft vor allem ältere Gerätegenerationen. So konnte es unter Umständen beim Ansetzvorgang zu Problemen kommen, wenn Jungkühe eine zu geringe Körpertiefe aufwiesen und gleichzeitig relativ lange Beine hatten. Das Euter hing damit sehr hoch. Der Ansetzarm konnte nicht weit genug nach oben fahren, um die Zitzen zu erreichen. Mit der Einführung neuer Geräte und dem damit verbundenen erweiterten Aktionsraum der Ansetzarme wurde dieses Problem bewältigt.

Um unnötigen Problemen während des Ansetzvorgangs aus dem Weg zu gehen, sollte darauf geachtet werden, dass das Euter nicht übermäßig verschmutzt, behaart oder mit Einstreumaterialien verunreinigt ist. Zur Entfernung der Euterbehaarung haben sich in der Praxis vor allem Geräte mit Kaltflamme zum Absengen der Haare durchgesetzt, da dies eine schnelle und sichere Methode darstellt (Abb. 23). Scheren erfolgt nur in Einzelfällen; es ist im Vergleich zum Absengen zeitaufwendig. Verschmutzten Eutern kann entgegengetreten werden, indem auf saubere Liegeboxen geachtet wird. Die Einstreumaterialien sollten möglichst kurz sein. Lange Strohhalme bleiben leicht an den Haaren der Tiere hängen und können die Sicht der Sensoren auf die Zitzen ebenfalls einschränken.

6.2 Mobilität der Tiere

Bei automatischen Melksystemen suchen die Tiere die Melkbox selbstständig auf. Den Kühen werden mehr Freiheitsgrade geboten, gleichzeitig steigen die Anforderungen an deren Mobilität, zumal das Zutreiben zum Melkbereich wie beim konventionellen Melken entfällt. Deshalb sind gesunde Klauen und Gliedmaßen Grundvoraussetzung für mobile Tiere und damit ein funktionierendes automatisches Melksystem.

Unabhängig vom Melkverfahren sollten Milchkühe ein möglichst stabiles Fundament und gesunde Klauen aufweisen. Eine gute Klaue ist trocken, sauber und fest, das Horn ist elastisch. Dies wird durch gut entmistete Laufgänge und bequeme, täglich gereinigte Liegeboxen erreicht. Gut gepflegte und komfortable Liegeboxen erhöhen die Liegezeiten und vermindern die Stehzeiten. Durch das Abliegen werden zum einen die Klauen weniger belastet und zum anderen können diese abtrocknen (WANGLER 2004). Feuchtigkeit unterstützt die Entwicklung von Mortellaro, Ballenhornfäule und Klauenfäule. Bei

tiergerechten Liegeboxen ist auch mit weniger geschwollenen Gelenken zu rechnen. Die Tiere verspüren beim Bewegen keine Schmerzen und sind deshalb aktiver.

Probleme mit den Klauen können die Ursache sein, wenn die Tiere den Roboter nicht freiwillig aufsuchen. Beim Roboter melken sollten die Stehzeiten der Tiere vor dem Melken möglichst kurz sein. Während vor einem Melkstand die Tiere in größeren Gruppen auf das Melken warten, so suchen die Tiere den Melkroboter zumeist einzeln auf. Zu gewissen Zeiten kann es vorkommen, dass sich auch mehrere Tiere im Wartebereich aufhalten.

Es empfiehlt sich, eine Klauenpflege mehrmals im Jahr durchführen zu lassen. So kann die ganze Herde bezüglich Klauenkrankheiten überprüft und behandelt werden. Bei ordnungsgemäßer Durchführung der Klauenpflegemaßnahmen kann ein Tier die Klauen gleichmäßig belasten, was das Risiko einer Klauenerkrankung senkt. Letztendlich ist entscheidend, dass jedes Tier mobil ist, weil dadurch ein gutes und ökonomisches Melken am AMS gewährleistet werden kann. Sind viele Kühe lahm, steigen Tierarzt- und Personalkosten und die Milchleistung sinkt.

6.3 Tierverhalten

6.3.1 Stressbelastung

Wie sich automatische Melksysteme und im Speziellen das Melken mit einem Roboter auf die Stresssituation der Milchkühe absolut und im Vergleich zu konventionellen Halungsverfahren auswirkt, ist wissenschaftlich noch nicht ausreichend erforscht. Bisherige Forschungsergebnisse sind zum Teil nicht vergleichbar oder widersprüchlich.

Einigkeit besteht darin, dass vor allem im Wartebereich, beim Melken und im Ausgangsbereich Unterschiede bestehen. Insbesondere bei Überbelegung kann es im Wartebereich zu Rangauseinandersetzungen zwischen Tieren kommen. Die Folge ist, dass vermehrt rangniedere Tiere den Melkroboter seltener aufsuchen und manuell nachgetrieben werden müssen. Wenn der Ausgangsbereich nicht ausreichend bemessen ist, direkt am Futtertisch oder unmittelbar vor einer Tränke liegt, kann es hier zu einem Rückstau vor dem Ausgang des Roboters kommen und Auseinandersetzungen zwischen den Tieren geben (Abb. 24).



Abb. 24: Planungsfehler, wie Tränken unmittelbar vor dem Ausgang des AMS, können den Tierverkehr behindern (A & D 2008)

In der Literatur herrscht bisher keine einhellige Meinung darüber, ob der Melkvorgang selbst bei einem automatischen Melksystem vermehrt Stress auslöst. Zum einen konnte festgestellt werden, dass verschiedene Stressparameter wie Herzfrequenz, Milchcortisolgehalt und Trippeln mit dem Besuch der Melkbox ansteigen (WENZEL 1999), zum anderen hat sich aber herausgestellt, dass die Herzfrequenz auch während des Fressens am Futtertisch ansteigt (UMSTÄTTER 2002). Die logische Schlussfolgerung, dass die Herzfrequenz kurz vor und während des Besuches der Melkbox ansteigt, auf die Erwartungshaltung des Tieres bezüglich der anstehenden Kraftfuttergabe zurückzuführen ist, wird in der Literatur nur unzureichend behandelt (UMSTÄTTER 2002). Grund hierfür könnte sein, dass die Vergleichsgruppen immer ohne Kraftfuttergabe im Melkstand gemolken wurden und somit keine eindeutige Aussage getroffen werden kann. Weitere Untersuchungen erbrachten keinen Beleg für vermehrten Stress während des Melkvorgangs (LEXER et al. 2004).

6.3.2 Einfluss der Rangordnung

Ältere Untersuchungen zeigen, dass der Rangplatz, den eine Kuh in einer Herde einnimmt, keinen Einfluss auf die Besuchshäufigkeit des automatischen Melksystems hat. Es kommt aber zu einer Verschiebung der Besuchszeitpunkte. Während ranghohe Tiere häufiger tagsüber den Roboter aufsuchen, gehen rangniedere eher in der zweiten Nachthälfte zum Melken. Die Rangordnung beeinflusst ebenfalls das Verhalten der Kühe im Wartebereich. Rangniedere Tiere suchen den Wartebereich öfter auf als ranghöhere, aber verlassen diesen wesentlich häufiger, ohne das Melksystem aufzusuchen (KETELAAR DE LAUWERE et al. 1996). Empfehlenswert ist es daher, eine Melkbox nicht zu überlasten und damit jedem Tier genügend Zeit einzuräumen, den Melkroboter selbstständig aufzusuchen. Vereinzelt wurde versucht Rangauseinandersetzungen durch eine Teilung des Vorwartehtofs zu minimieren. Trotz baulicher Probleme scheint dies eine vielversprechende Alternative zu sein. So können rangniedere Tiere auf das Freiwerden der Melkbox in Ruhe warten, ohne Rangauseinandersetzungen fürchten zu müssen. Insgesamt sollte für ausreichend Platz im Stall gesorgt werden, damit Rangauseinandersetzungen und die Benachteiligung rangniederer Tiere vermieden werden können.

WENZEL (1999) konnte feststellen, dass sich rangniedere Tiere zumeist einzeln oder nur mit einer anderen Kuh im Wartebereich aufhalten. Ranghohe Tiere befanden sich hingegen oft mit mehreren anderen Kühen im Wartebereich.

Die Bildung von Gruppen unterstützt die leistungsbezogene Fütterung der Kühe, insbesondere bei Systemen mit freiem Kuhverkehr. Die Bildung von Gruppen hat jedoch nachhaltige Wirkungen auf die Sozialstruktur. Kurzfristige Leistungseinbrüche können die Folge sein, bis sich die Tiere in der neuen Gruppe und ihrer neuen Umgebung zurechtgefunden haben. Deshalb ist abzuwägen zwischen einer Gruppenbildung nach

Leistung, bei der sich die Gruppenzusammensetzung häufig ändert und möglichst stabilen Gruppen, bei denen es zu geringen Rangauseinandersetzungen kommt.

6.4 Fütterung in der Melkbox

Die Futtergabe und die damit verbundene Motivation zum Aufsuchen der in der Melkbox integrierten Futterschale bildet die Grundlage für ein funktionierendes automatisches Melksystem, weshalb sich automatische Melksysteme und Voll-TMR (Total-Misch-Rotation) gegenseitig ausschließen. Die Futteraufnahme in der Melkbox ist zeitlich beschränkt. Die Auswurfgeschwindigkeit des Futters beträgt ca. 500 g je Minute, die Aufnahmemenge bei pelletiertem Futter 300 bis 350 g je Minute. Insgesamt dauert die Futteraufnahme in der Regel 4 bis 6 Minuten je Melkvorgang (DLG 2010).

Angeboten werden handelsübliche Kraftfutter. Dabei haben die Darreichungsform und die Menge der Kraftfuttergabe einen wesentlichen Einfluss auf das Besuchverhalten der Tiere. Pelletiertes Futter ist zu empfehlen, da es die Melkbox nur wenig verschmutzt und mit optimaler Fressgeschwindigkeit von den Kühen aufgenommen werden kann. Beobachtungen aus der Praxis zeigen, dass unzureichend pelletiertes Kraftfutter sogar zur Verweigerung der Melkbox führen kann. Gleichzeitig ist belegt, dass mit der Steigerung der Kraftfuttermenge auch die Besuchshäufigkeit der Melkbox zunimmt (PRESCOTT et al. 1998).

Die über die Melkbox vorgelegte Kraftfuttermenge beträgt mindestens 500 g je Tier und Tag bei zwei Melkungen. Diese Mindestmenge ist notwendig, damit die Lockfunktion gewährleistet bleibt. Entsprechend dem Reproduktionszyklus und dem allgemeinen Leistungsniveau schwankt der Kraftfutterbedarf eines Tieres im Jahresverlauf und zwischen den Tieren einer Herde jedoch erheblich. Insbesondere die letzten hundert Tage der Laktation sind durch einen geringen Kraftfutterbedarf geprägt. Gleichzeitig wird meist Grundfutter in Form von ausgeglichenen Mischrationen vorgelegt, sodass am Ende der Laktation ein Überschuss an Energie vorliegt. Besteht die Gefahr einer Überversorgung über die Melkboxgabe, sollten Kühe ggf. vorzeitig trockengestellt werden.

In der Regel werden jeder Kuh bei einem Besuch 2 kg Kraftfutter vorgelegt. Zur Vorbeugung der Pansenübersäuerung, sollte die einzelne Gabe nicht mehr als 2,5 kg bemessen. Die Gesamtmenge der über die Melkbox zu verabreichenden Futtermenge sollte 8 kg nicht überschreiten (Tab. 12). Entsprechend sind täglich drei bis vier Besuche mit Kraftfuttergabe möglich.

Tab. 12: Kraftfutterzuteilung über das AMS bei Vorlage einer aufgewerteten Mischration (DLG 2010)

Zeitraum	Tage	Kraftfuttermenge kg/(Tier · d)
Vorbereitung	14 Tage vor der Kalbung	0,5
	7 Tage vor der Kalbung	0,5
Anfütterung	Tag der Kalbung	0,5
	7 Tage nach der Kalbung	2,0
	14 Tage nach der Kalbung	4,0
	28 Tage nach der Kalbung	8,0
	50 Tage nach der Kalbung	leistungsabhängige Fütterung

Darüber hinausgehende Kraftfuttermengen können tierindividuell von Hand über den Futtertisch erfolgen oder soweit möglich über die Grundration, wenn leistungsbezogene Tiergruppen gebildet werden. Als dritte Variante kommen zusätzliche Kraftfutterstationen in Frage. Sie bieten den Vorteil, dass die Futtertischration auch für Tiere mit geringem Kraftfutteranspruch geeignet ist und die Kühe mit hohem Anspruch den Melkbe- reich nicht unnötig blockieren.

7 Kuhumtrieb

7.1 Kuhumtriebsformen

Unter dem Begriff Kuhumtrieb (auch Tierumtrieb, Tierverkehr oder Kuhverkehr) werden verschiedene technische und bauliche Maßnahmen zusammengefasst, die regeln, wie die Tiere bestimmte Bereiche des Stalls (z. B. Wartebereich/Melkbox, Fressbereich oder Liegebereich) erreichen können. In Kombination mit weiteren Maßnahmen (insbesondere seitens der Fütterung) sollen

- eine möglichst hohe und gleichmäßige Auslastung der Melkbox(en),
- geringe Wartezeiten für das Einzeltier,
- ein rechtzeitiges Melken gemäß der tierindividuellen Einstellungen, insbesondere auch am Ende der Laktation bzw. bei geringer Milchleistung,
- möglichst geringe Einschränkungen bei der Zugänglichkeit zu den Funktionsbereichen im Stall (Fress- und Liegebereich) und
- ein möglichst geringer Arbeitszeitbedarf für das Nachtreiben von Tieren erreicht werden. Dem Kuhumtrieb kommt daher bei der Planung und dem späteren Einsatz automatischer Melksysteme eine zentrale Bedeutung zu.

In Abbildung 25 sind die Merkmale dargestellt, die sich zur Charakterisierung der verschiedenen Kuhumtriebsformen heranziehen lassen.

In der Regel werden die realisierbaren Umtriebsformen dadurch eingeschränkt, inwieweit Liege- und Fressbereich trennbar sind. Ist eine Trennbarkeit gegeben, lassen sich

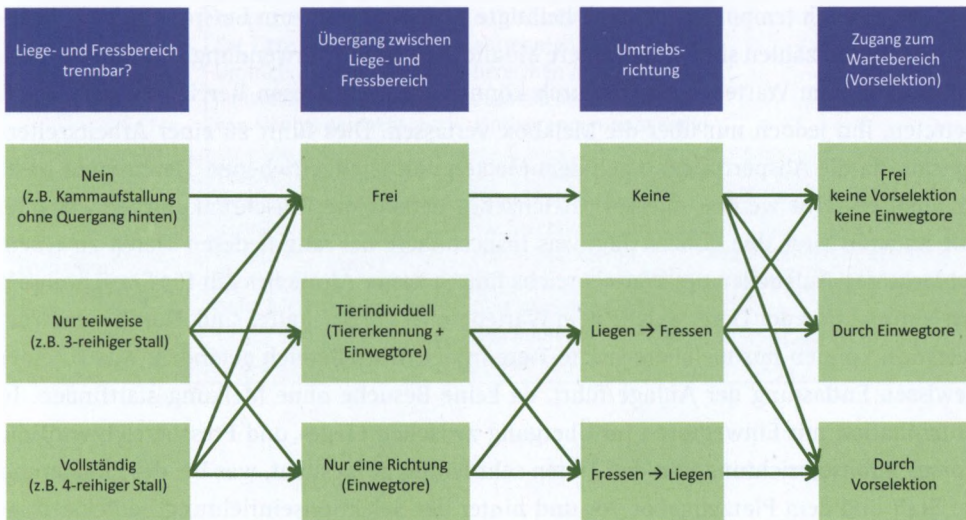


Abb. 25: Merkmale zur Charakterisierung verschiedener Kuhumtriebsformen (Grafik: HARMS)

meist alle Umtriebsformen ohne Einschränkungen realisieren. Lässt sich der Fressbereich dagegen nicht vom Liegebereich trennen (z.B. beim klassischen Dreireiher) so verfehlen die eingesetzten Selektionseinrichtungen teilweise ihre Wirkung, da die Tiere den Fressbereich von einem Teil der Liegeboxen unmittelbar erreichen können und außer dem Lockfutter in der Melkbox kein Anreiz besteht, die Selektionseinrichtungen oder die Melkbox aufzusuchen.

Der Hauptunterschied zwischen den verschiedenen Umtriebsformen besteht in der Gestaltung des Übergangs zwischen Fress- und Liegebereich. Prinzipiell kann dieser vollkommen offen (frei) oder über Tore geregelt (gelenkt) sein. Beim Einsatz von Toren besteht ein gravierender Unterschied zwischen einfachen Einwegtoren und Durchgangstoren, die eine tierindividuelle Steuerung ermöglichen. In diesem Fall kann jedem Tier der Durchgang individuell gestattet werden; zusätzlich kann der Durchgang aber auch in Abhängigkeit von bestimmten Vorgaben (z.B. Melkberechtigung, Zwischenmelkzeit) gewährt werden. Dazwischen gibt es noch weitere Spielarten der gelenkten Umtriebsformen.

Die Umtriebsrichtung wird in der Regel ausgehend von dem Bereich beschrieben, in dem sich das Tier vor dem Melken oder dem Besuch einer Selektionseinrichtung befindet. Im Beispiel „Liegen → Fressen“ betreten die Tiere die Melkbox oder den Wartebereich aus dem Liegebereich und verlassen die Melkbox oder eine installierte Selektionseinrichtung in Richtung Fressbereich.

Ein weiteres Charakterisierungsmerkmal zur Beschreibung des Kuhumtriebs ist der Zugang zur Melkbox oder zum Wartebereich. Dieser Zugang kann völlig frei gestaltet sein, wozu auch temporäre, manuell betätigte Absperrungen zum Einsperren nachgetriebener Kühe zu zählen sind. Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von Einwegtoren im Zugang zum Wartebereich. Dadurch können die Tiere diesen Bereich zwar jederzeit betreten, ihn jedoch nur über die Melkbox verlassen. Dies führt zu einer Arbeitszeiterparnis, da die Absperrungen nach dem Melken von nachgetriebenen Tieren nicht mehr manuell entfernt werden müssen. Gleichzeitig betrifft die Einschränkung jedoch auch alle anderen Tiere den ganzen Tag, was insbesondere bei rangniederen Tieren zu einem schlechteren Aufsuchen des Wartebereichs führen kann. Ähnliches gilt für Einrichtungen zur Vorselektion der Tiere, welche dem Wartebereich vorgeschaltet sind. Durch diese Vorselektion können nur melkberechtigte Tiere in den Wartebereich gelangen, was zu einer gewissen Entlastung der Anlage führt, da keine Besuche ohne Melkung stattfinden. In Kombination mit Einwegtoren im Übergang zwischen Liege- und Fressbereich wird die Vorselektionseinrichtung von den Tieren sehr häufig aufgesucht, was bei der Platzierung im Stall und dem Platzangebot vor und hinter der Selektionseinrichtung berücksichtigt werden sollte.

Basierend auf dieser systematischen Charakterisierung der verschiedenen Umtriebsformen werden im Folgenden häufig realisierte Formen sowie ihre Vor- und Nachteile beschrieben (Tab. 13).

Tab. 13: Vor- und Nachteile der wichtigsten Umtriebsformen

Umtriebsform	Vorteile	Nachteile	Anmerkungen
Freier Umtrieb	Tiere können sich vollkommen frei bewegen, häufige Futteraufnahme, keine getrennten Funktionsbereiche notwendig, keine Selektionseinrichtungen notwendig	Arbeitszeitbedarf für Nachtreiben erhöht, bei Einzeltieren geringe Melkfrequenz	Grundfutterrationsration nicht zu hoch aufwerten, damit Kraftfutter Lockwirkung behält
Einfach gelenkt	geringer Arbeitszeitbedarf	Tiere müssen vor jeder Futteraufnahme durch Selektionseinrichtung, Wartezeiten erhöht, Futteraufnahme seltener, nur in Ställen mit getrennten Funktionsbereichen möglich, Selektionseinrichtungen notwendig	im Normalfall nicht zu empfehlen
Individuell gelenkt	geringer Arbeitszeitbedarf, häufige Futteraufnahme, keine zentrale Selektion der Tiere (Nadelöhr), Umtrieb für jedes Tier individuell einstellbar: von frei bis gelenkt	Tiere müssen vor jeder Futteraufnahme durch Selektionseinrichtung, nur in Ställen mit getrennten Funktionsbereichen möglich, zusätzliche Selektionseinrichtungen notwendig	
„Feed-First“	Tiere können Fressbereich jederzeit aufsuchen, geringer Arbeitszeitbedarf, häufige Futteraufnahme, hohe Melkfrequenz	Tiere müssen nach jeder Futteraufnahme durch die Selektionseinrichtung, nur in Ställen mit getrennten Funktionsbereichen möglich, Selektionseinrichtungen notwendig	zusätzliche Selektionseinrichtungen sinnvoll

7.2 Freier Tierumtrieb

Beim freien Kuhumtrieb können die Tiere den Fressbereich jederzeit aufsuchen, ohne die Melkbox besuchen zu müssen (Abb. 26 und Abb. 27). Dies führt zu einer häufigeren Futteraufnahme im Vergleich zum gelenkten Tierumtrieb, wobei die aufgenommene Futter-

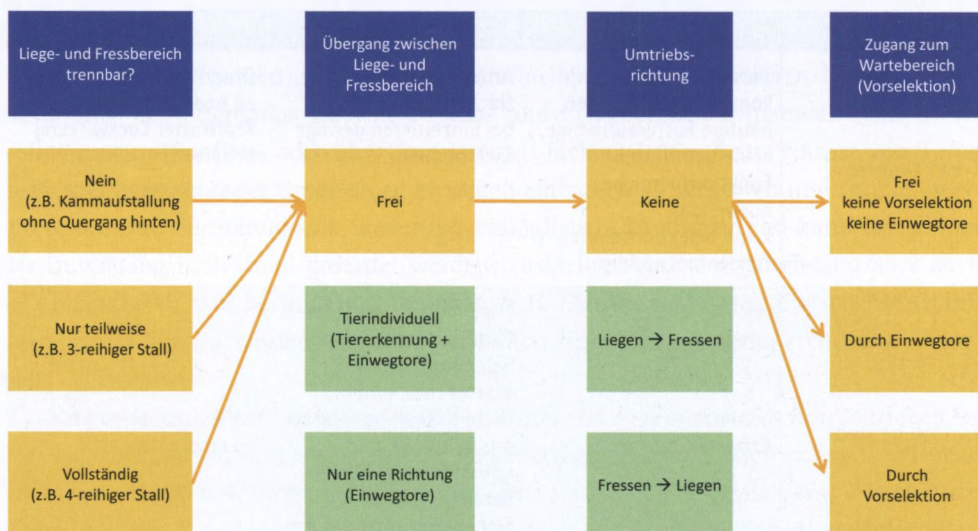


Abb. 26: Schema des freien Tierumtriebs – die gelb gekennzeichneten Kombinationen sind möglich (Grafik: HARMS)

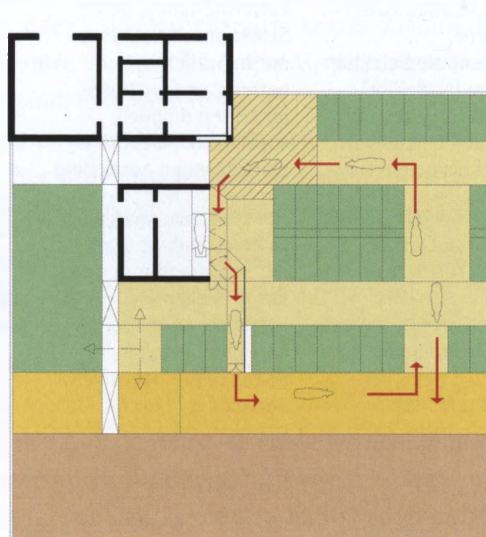


Abb. 27: Grundrissbeispiel mit freiem Tierumtrieb (Grafik: HARMS)

menge nicht unbedingt steigt. Der freie Umtrieb benötigt konzeptbedingt keine Trennung von Fress- und Liegebereich und keine Einrichtungen zur Lenkung der Tiere (außer optionale Nachselektionseinrichtung). Es ist jedoch zu beachten, dass der Arbeitsaufwand für das Nachtreiben überfälliger Tiere ansteigt und die Melkfrequenz einzelner Tiere im Vergleich zu gelenkten Umtriebsvarianten abfällt. Vor allem beim freien Umtrieb ist eine nicht zu hoch aufgewertete Grundfütterration vorteilhaft, um auch bei Tieren mit geringer Milchleistung eine Lockwirkung durch das Krafftutter in der Melkbox zu erreichen.

7.3 Einfach gelenkter Umtrieb mit Umtriebsrichtung „Liegen → Fressen“

Der einfach gelenkte Kuhumtrieb mit Umtriebsrichtung „Liegen → Fressen“ ist dadurch gekennzeichnet, dass die Tiere den Fressbereich nur über die Melkbox erreichen können (Abb. 28 und Abb. 29). Diese Umtriebsform führt zu der geringsten Arbeitsbelastung für das Nachtreiben von überfälligen Tieren. Allerdings sinkt die Besuchshäufigkeit am Futtertisch im Vergleich zum freien Tierumtrieb. Die aufgenommene Futtermenge sinkt dabei nicht unbedingt. Diese Umtriebsform ist nur in Sonderfällen empfehlenswert, z. B. beim Umbau vorhandener Ställe.

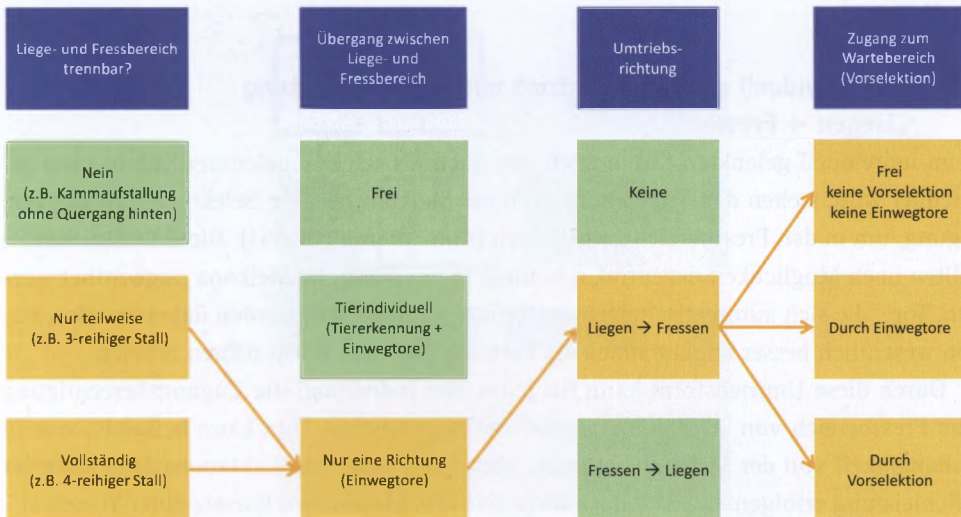


Abb. 28: Schema des einfach gelenkten Kuhumtriebs mit Umtriebsrichtung „Liegen → Fressen“ (Grafik: HARMS)

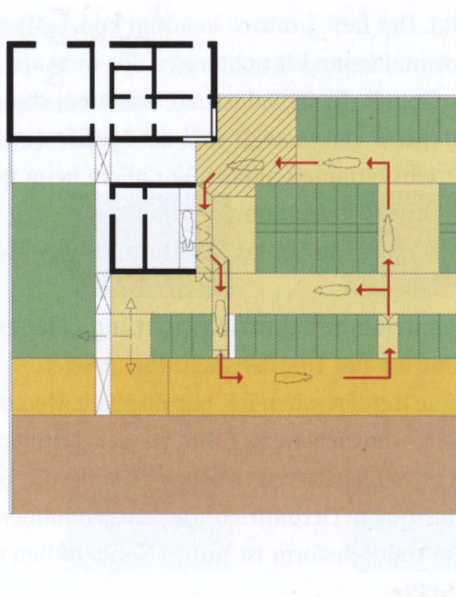


Abb. 29: Grundrissbeispiel eines einfach gelenkten Kuhumtriebs mit Umtriebsrichtung „Liegen → Fressen“ (Grafik: HARMS)

7.4 Tierindividuell gelenkter Umtrieb mit Umtriebsrichtung „Liegen → Fressen“

Beim individuell gelenkten Kuhumtrieb, der auch als selektiv gelenkter Kuhumtrieb bezeichnet wird, stehen den Tieren zusätzlich zur Melkbox weitere Selektionstore zur Verfügung, um in den Fressbereich zu gelangen (Abb. 30 und Abb. 31). Diese Selektionstore sollten nach Möglichkeit dezentral, d.h. nicht in der Nähe der Melkbox angeordnet werden. Tore, die sich automatisch nach der Tierkennung öffnen, werden dabei von den Kühen wesentlich besser angenommen als Tore, die die Tiere selbst öffnen müssen.

Durch diese Umtriebsform kann für jedes Tier individuell die Zugangsberechtigung zum Fressbereich von „frei“ bis „gelenkt“ definiert werden. Dies kann beispielsweise in Abhängigkeit von der Melkberechtigung, aber auch nach dem Laktationsstand oder der Milchleistung erfolgen. Sie ist jedoch nicht mit dem klassischen Einsatz einer Vorselektion vor dem Wartebereich zu verwechseln, bei der alle Tiere den zentralen Selektionsbereich immer aufsuchen müssen, wenn sie in den Fressbereich gelangen wollen. Letzteres kann zu negativen Einflüssen für rangniedere Tiere führen, weil z.B. ranghöhere Tiere den Zugang blockieren können.

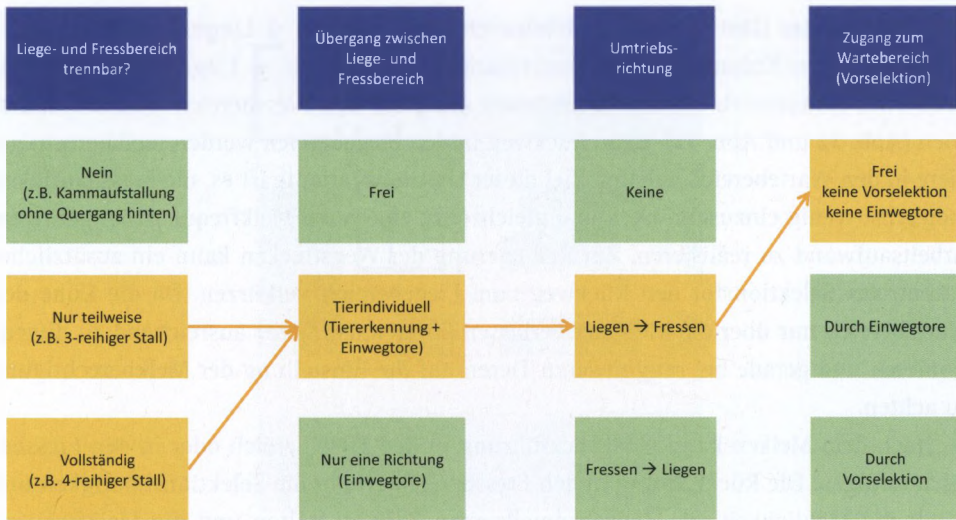


Abb. 30: Schema des individuell gelenkten Kuhumtriebs mit Umtriebsrichtung „Liegen → Fressen“ (Grafik: HARMS)

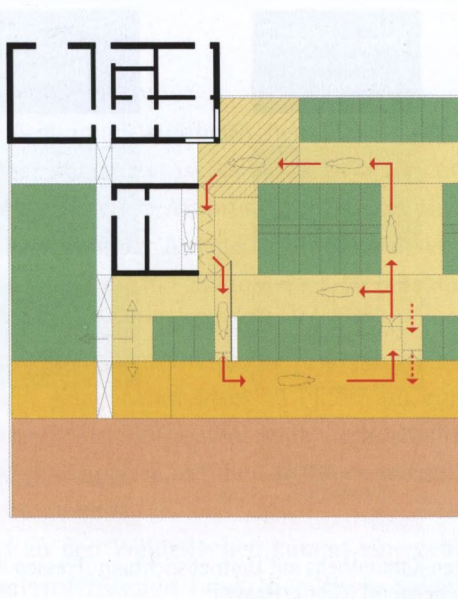


Abb. 31: Grundrissbeispiel eines individuell gelenkten Kuhumtriebs mit Umtriebsrichtung „Liegen → Fressen“ (Grafik: HARMS)

7.5 Gelenkter Umtrieb mit Umtriebsrichtung „Fressen → Liegen“

Beim gelenkten Kuhumtrieb mit Umtriebsrichtung „Fressen → Liegen“, der auch als Feed-First-Kuhumtrieb bekannt ist, können die Tiere den Fressbereich jederzeit aufsuchen (Abb. 32 und Abb. 33). Beim Rückweg in den Liegebereich werden melkberechtigte Tiere in den Wartebereich geleitet. Ziel dieser Umtriebsvariante ist es, die Fresshäufigkeit möglichst wenig einzuschränken und gleichzeitig eine hohe Melkfrequenz bei geringem Arbeitsaufwand zu realisieren. Zur Reduzierung der Wegstrecken kann ein zusätzliches dezentrales Selektionstor den Rückweg zum Liegebereich verkürzen. Da die Kühe den Wartebereich nur über die Melkbox verlassen können, ist dieser ausreichend zu dimensionieren und gerade bei rangniederen Tieren auf die Einstellung der Melkberechtigung zu achten.

Nach dem Melken kann eine Rückführung in den Liegebereich oder in den Fressbereich erfolgen. Die Rückführung in den Fressbereich erhöht die Selektionshäufigkeit und damit die Möglichkeit, die Zwischenmelkzeiten kurz zu halten und die Melkfrequenz zusätzlich zu erhöhen (KANSWOHL et al. 2011). Darüber hinaus wird die Kuh erneut zur Grundfutteraufnahme mit allen positiven Effekten für die Gesundheit animiert.

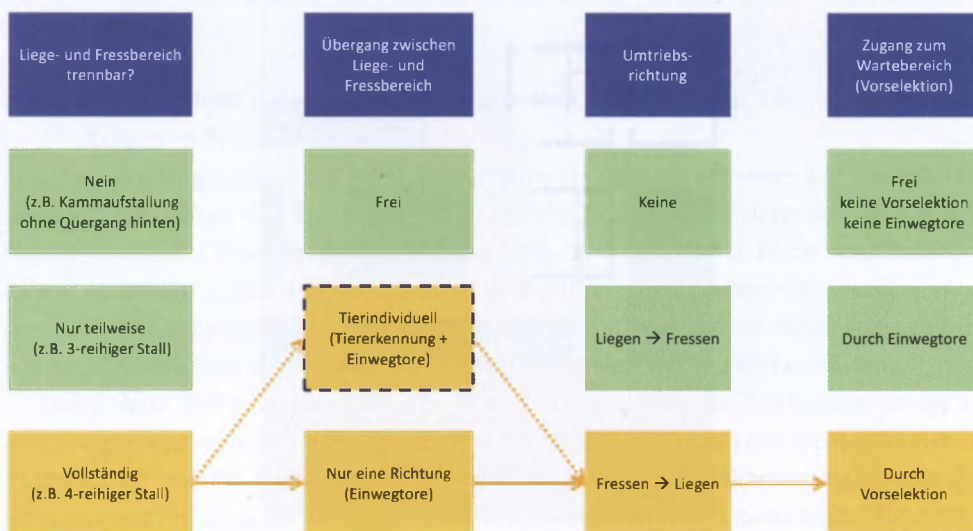


Abb. 32: Schema des gelenkten Kuhumtriebs mit Umtriebsrichtung „Fressen → Liegen“ (auch Feed-First-Kuhumtrieb genannt) (Grafik: HARMS)

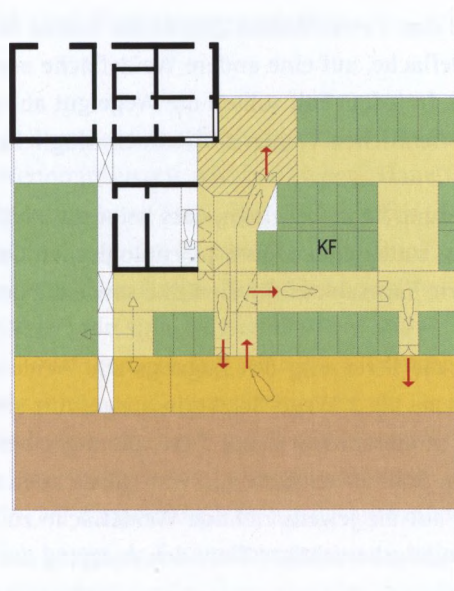


Abb. 33: Grundrissbeispiel eines gelenkten Kuhumtriebs mit Umtriebsrichtung „Fressen → Liegen“
 KF = Kraftfutterstation (Grafik: HARMS)

7.6 Kombination mit Weidegang

Prinzipiell lässt sich Weidegang mit automatischem Melken verbinden, wenn der ständige Zugang zur Melkbox gewährleistet ist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Futteraufnahme auf der Weide mehr Zeit in Anspruch nimmt, was hinsichtlich des Zeitbudgets der Tiere aber auch der Kapazität der Anlage beachtet werden muss.

Bei der Kombination von im Stall stationierten Melkboxen mit Weidegang ist es hinsichtlich des Kuhumtriebs schwierig, die Kühe zu animieren, die Weidefläche zu verlassen und die Melkbox aufzusuchen. Dies sollte in der Regel neben der Kraftfuttergabe in der Melkbox durch ein Angebot an frischem Futter auf einer anderen Weidefläche erfolgen (A-B-Weidesystem). Generell besteht auch die Möglichkeit, Wasser nur im Stall zur Verfügung zu stellen. Im Hinblick auf die Leistung der Tiere und die Tiergerechtigkeit ist dies jedoch nicht zu empfehlen.

Den Wegen von und zu den Weideflächen kommt eine zentrale Bedeutung zu. Der Abstand vom Stall zum entferntesten Punkt der Weide sollte nicht größer als 1 km sein. Ab 500 m Stallentfernung ist bereits ein Sinken der Melkfrequenz zu beobachten (DLG 2010). Damit die Tiere stressfrei aneinander vorbeikommen, sollten die Triebwege ca. 3 m breit sein. Eine Alternative stellt das Anlegen von Wegen jeweils für eine Richtung dar. Bei großen Entfernungen zur Weide können sogenannte Remote-Selektions-einrichtungen weite Wege verhindern. In diesen dezentral auf der Weide angeordneten

Selektionsbereichen wird den Tieren Wasser angeboten und es wird entschieden, ob sie zurück auf dieselbe Weidefläche, auf eine andere Weidefläche oder zur Melkbox geleitet werden (JAGO et al. 2009). In jedem Fall sollten die Wege gut abtrocknend gestaltet werden und sich nicht mit öffentlichen Wegen sowie nach Möglichkeit nicht mit Betriebswegen kreuzen.

In Bezug auf die Fütterung ist zu beachten, dass keine zu häufigen Wechsel zwischen Weide- und Stallfütterung stattfinden. Neben physiologischen Gründen sprechen gegen solche Wechsel der gestörte Tagesablauf für die Kühe sowie die geänderte Motivation die Melkbox zu besuchen.

Das Selektionstor für die Steuerung des Zugangs zur Weide sollte bei der Verwendung des A-B-Weidesystems als 3-Wege-Selektion ausgeführt sein (Abb. 34). Die dritte Selektionsrichtung dient in diesem Fall dazu, Tiere, die nicht berechtigt sind die Weide zu betreten, zurück in den Stall zu selektieren. Zwar würde auch eine 2-Wege-Selektion ausreichen, um die Tiere auf die jeweils richtige Weidefläche zu lenken, in diesem Fall könnten aber nicht durchgangsberechtigte Tiere den Ausgang zur Weide blockieren.

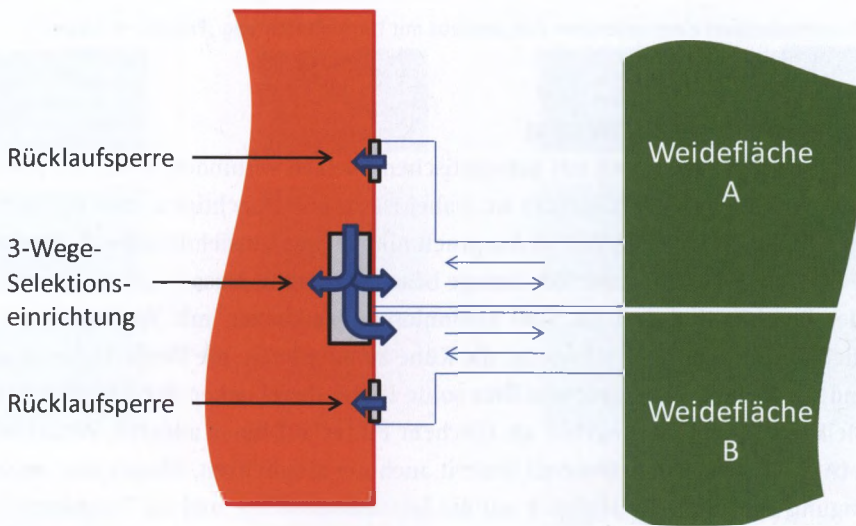


Abb. 34: Beispiel zur Steuerung des A-B-Weidesystems mit 3-Wege-Selektionseinrichtung (Grafik: HARMS)

8 Gebäudelayout und Planungsgrundsätze

8.1 Gebäudehülle

Milchviehställe sollen hell und gut durchlüftet sein. Die Gebäudehülle muss im Wesentlichen vor extremen Wettereinflüssen wie Starkregen, Dauerfrost und Hitze schützen. Demzufolge zeichnen sich moderne Ställe durch eine offene Bauweise aus. Üblich sind einhäusige Anlagen und mehrhäusige Stallbaulösungen mit Traufhöhen über 4 m. Große Dachüberstände verhindern, dass direkte Sonneneinstrahlung und Schlagregen in den Stall gelangen. Die Seitenwände sind möglichst offen, sollten aber über Verschlussmechanismen wie Curtains verfügen, die bei widrigen Witterungsverhältnissen eingesetzt werden. Den unteren Abschluss der Seitenwände bildet ein Betonsockel. Dieser sollte nur 40 cm hoch sein, damit der gesamte Stall gut durchströmt wird und die Tiere auch beim Liegen gut durchlüftete, aber zugfreie Bedingungen vorfinden.

Die Furcht vor niedrigen Temperaturen ist häufig unbegründet. Kühe vertragen Temperaturen im Frostbereich besser als Sommertemperaturen. Insbesondere bei einem hohen Leistungsniveau ist die Wärmeabgabe der Tiere schon bei Temperaturen ab 25 °C erschwert.

Zur Gewährleistung eines hohen Luftaustausches wird der Stall in der Regel quer zur Hauptwindrichtung ausgerichtet. Ergänzend können die Giebelseiten perforiert sein. Bei größeren Gebäudebreiten ist Querlüftung in der Regel nicht ausreichend. Aus diesem Grund werden die Gebäude mit offenem First ausgeführt. Hauben und Windabweiser gewährleisten, dass der Kamineffekt eintritt und kein Regen in den Stall gelangt. Als Lichtfirst ausgeführt, gelangt zusätzlich zu den offenen Traufen Tageslicht in den Stall.

Um die Hitzebelastung bei hohen Außentemperaturen zu reduzieren, kann mittels Ventilatoren für eine ausreichende Luftgeschwindigkeit gesorgt werden. Eine Kühlung ist durch Sprüheinrichtungen möglich. Mit Dämmmaterial in der Dacheindeckung kann die Wärmeabstrahlung von der Dachfläche in den Stallraum reduziert werden.

Lichtplatten in der Dacheindeckung können im Sommer zu einer Aufheizung des Stalles beitragen, weshalb auf sie verzichtet werden sollte. Die Anbringung solcher Platten auf der Nordseite kann einen Kompromiss darstellen. Das um 15 bis 21° geneigte Dach soll so eingedeckt werden, dass sich weder das Stallinnere aufheizt noch Kondenswasser bildet. Wellfaserzementplatten erfüllen diese Kriterien. Sandwichelemente mit einer Stärke von 0,4 cm können alternativ eingesetzt werden.

Laufhöfe bieten den Kühen die Möglichkeit, sich Witterungsreizen zu stellen. Im Winter werden sie von den Kühen gerne zum Sonnen aufgesucht, weshalb eine Ausrichtung nach Süden günstig ist. Jeder Kuh sollten im Laufhof 4–6 m² Platz geboten werden. Mindestens zwei Zugänge, die jeweils mindestens 2,5 m breit sein sollten, ermöglichen auch rangniederen Tieren den Zugang. Komforteinrichtungen, Tränkemöglichkeiten und Außenfütterung erhöhen die Attraktivität des Laufhofes.

8.2 Melkroboter und Stall

Wie in Abbildung 35 dargestellt, gruppieren sich je nach Ausbaustandard um den Melkroboter diverse funktionale Elemente (HARMS et al. 2008, HULSEN 2008, LITZLLACHNER et al. 2009, RODENBURG 2009, EILERS 2009):

Im Zugangsbereich befinden sich elektronische Zugangstore, Einwegtore und Separationseinrichtungen sowie der Wartebereich.

Im Ausgangsbereich können sich Selektionseinrichtungen, Behandlungs- bzw. Abkalbebuchten und Zutrittstore zur Fütterung für die individuelle Steuerung der Kuh nach dem Melken befinden.

In der Nähe des AMS und der Milchlagerung befindet sich ein PC-Arbeitsplatz, über den die Anlage, das Verhalten und der Gesundheitszustand der Kühe überwacht werden.

Das Baukonzept, die Trennung von Liege- und Fressbereich und der Aufwand für zusätzliche Steuerungselemente, wie Einwegtore, werden entscheidend von der Art des Kuhverkehrs bestimmt und umgekehrt.

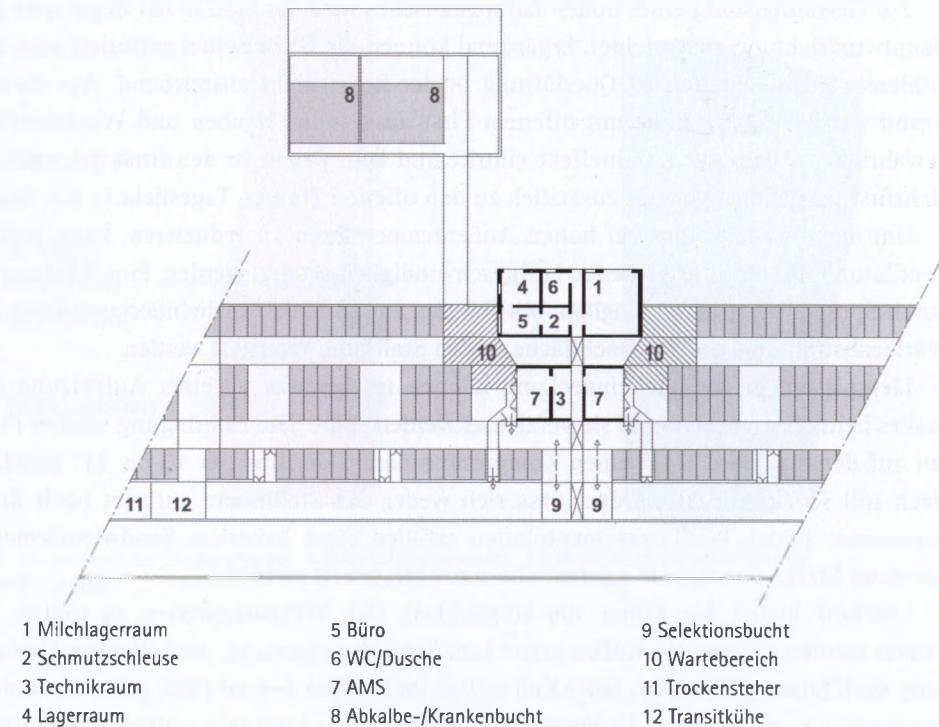


Abb. 35: Zum automatischen Melksystem gehörende Systemelemente am Beispiel eines 4-reihigen Liegeboxenlaufstalles (SIMON und ZAHNER 2012)

Bei Ställen mit automatischem Melken ist es im Gegensatz zu Ställen mit konventioneller Melktechnik zwingend notwendig, die Melkeinheit in den Stall zu integrieren. Nur so lassen sich die täglichen Wegstrecken für die Tiere möglichst kurz halten. Die zusätzlichen Einrichtungen für die Technik können als Einheit im Stall, am Rand des Stalles (HARMS et al. 2008) oder außerhalb des Stalles gebaut werden. Vorteile der räumlichen Trennung sind, dass diese Gebäudeteile den Tierverkehr und die Luftzirkulation im Stall nicht behindern und in Leichtbauweise erstellt werden können (SIMON et al. 2009). Eine Ausführung in Leichtbauweise erleichtert eventuell anfallende Umbauarbeiten zu einem späteren Zeitpunkt.

Melkroboterraum

Als Standort für die Melkbox sollte eine Stirnseite des Stalls vorgesehen werden. 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. Dies ist auch bezüglich einer späteren Erweiterbarkeit von Vorteil. Zusätzlich kann so die Herde in zwei Gruppen unterteilt werden.

Stalleinrichtungen, wie Tränke, Bürste und Kraftfutterautomat, sollten sich nicht im direkten Zugangs- oder Ausgangsbereich der Melkbox befinden, da hierdurch der Tierverkehr gestört wird. Abstände von mindestens 5 m sollten eingehalten werden.

Eine Melkgrube vor der Melkbox ist nicht notwendig, kann aber die Arbeit erleichtern. Gleichzeitig verursacht sie jedoch höhere Kosten und einen höheren Reinigungsaufwand. Eine Grube mit ca. 20 bis 30 cm Tiefe kann einen praktikablen Kompromiss darstellen.

Beim Zu- und Abgang sind Stufen zu vermeiden. Der Tierwechsel wird sonst verlangsamt und dadurch die Kapazität des Roboters reduziert. Sind Stufen unvermeidbar, sollten sie mit einer Tierlänge Abstand zur Melkbox angeordnet werden.

Um die Funktionsfähigkeit des Roboters im Winter zu gewährleisten, muss der Raum möglichst trocken sein. Dies kann mit einem zusätzlichen Lüfter erreicht werden. Es sollten Vorkehrungen getroffen werden, um die Melkbox im Winter frostfrei zu halten: Eine über die Melkbox auskragende Decke erleichtert das Verschließen im Winter mittels Streifenvorhängen. Ein Warmwasseranschluss und Möglichkeiten zur temporären Anbringung von geeigneten Heizeinrichtungen sollten vorgesehen werden. Im Sommer sind Einrichtungen wie Lüftungsklappen notwendig, um den Raum genügend zu belüften.

Die einzuplanenden Raummaße liegen je nach Anbieter bei 400–500 cm Länge x 400–450 cm Breite/Tiefe x 250–280 cm Höhe. Daraus ergibt sich der Flächen- und Raumbedarf für das AMS (Tab. 14).

Tab. 14: Flächen- und Raumbedarf für AMS (HARMS 2010)

Bauart Anzahl Boxen	Flächenbedarf ¹⁾		Raubedarf ²⁾
	m ²		m ³
Einzelboxen			
1	15		56
2	30		111
3	45		167
4	60		222
Mehrboxen			
2	30		111
3	45		165
4	60		222

1) Der Flächenbedarf ist als Brutto-Grundfläche (inkl. Wände) angegeben.

2) Für die Ermittlung des Raumbedarfs ist eine Raumhöhe von 3,7 m unterstellt.

Wartebereich mit oder ohne Vorselektion

Der Wartebereich ist mit oder ohne Vorselektion einzuplanen. Er sollte gut belüftet und vor Nässe und Hitze geschützt sein. Auch ein Sonnenschutz ist vorzusehen. Eine Tränkeinrichtung ist empfehlenswert, darf den Tierverkehr aber nicht behindern. Ein Spaltenboden gewährleistet die Sauberkeit der Tiere und damit auch der Melkbox.

Der Wartebereich sollte je Melkbox 15 bis 20 m² groß sein, um fünf bis sieben Tieren Platz zu bieten, was 8 bis 10 % der Herde entspricht. Dabei ist zur Sicherung des reibungslosen Tierverkehrs darauf zu achten, dass die Fläche möglichst quadratisch und an keiner Seite schmaler als 3 m ist.

Für die Nachselektion ist mit dem doppelten Flächenbedarf zu rechnen (HARMS 2010). Bei mehreren Melkboxen vergrößert sich der Flächenbedarf entsprechend der Anzahl der Boxen (Tab. 15).

Tab. 15: Flächen- und Raumbedarf für Warteraum und Nachselektion bei AMS (HARMS 2010)

Bauart Anzahl Boxen	Flächenbedarf ¹⁾			Raubedarf ²⁾
	Warteraum	Nachselektion	gesamt	m ³
m ²				
Einzelboxen				
1	12	24	36	133
2	24	48	72	266
3	36	72	108	400
4	48	96	144	533
Mehrboxen				
2	24	48	72	266
3	35	72	107	396
4	45	96	141	522

1) Der Flächenbedarf ist als Brutto-Grundfläche (inkl. Wände) angegeben.

2) Für die Ermittlung des Raumbedarfs ist eine Raumhöhe von 3,7 m unterstellt.

Der Ausgestaltung des Warteraums kommt bei steigender Gruppengröße, aber auch bei steigender Auslastung der Systeme eine besondere Bedeutung zu. So sollten nach Möglichkeit keine Einwegtore als Zutritt zum Wartebereich Verwendung finden, da rangniedere Tiere diesen sonst nicht mehr verlassen können und infolgedessen den Wartebereich eventuell meiden. Ähnliches gilt auch für die Vorselektionen. Insbesondere bei Mehrboxenanlagen oder mehreren in einem Wartebereich angeordneten Einboxanlagen stellt der Zutrieb in der Regel ein „Nadelöhr“ dar, welches so weit wie möglich entschärft werden sollte. Dies kann beispielsweise durch gesteuerte Bypass-Tore zwischen Liege- und Fressbereich geschehen, die jedoch in ausreichender Entfernung zum Wartebereich angeordnet werden sollten, um den gewünschten Effekt zu erzielen. Eine weitere Alternative sind zusätzliche (gesteuerte) Zugänge zum Wartebereich, auch wenn dies mit Mehrkosten verbunden ist. Bei einem gesteuerten Zugang zum Wartebereich sollte die Anzahl der Tiere in diesem Bereich begrenzt werden können. Wünschenswert wäre darüber hinaus eine Ermittlung der Wartezeit für das einzelne Tier, um extrem lange Wartezeiten erkennen und vermeiden zu können.

Der Wartebereich kann auch temporär eingerichtet werden, wenn er vorzugsweise für nachzutreibende Kühe genutzt wird. Die Steuerung der Hängetore kann automatisch erfolgen, sodass sich diese nach Nutzung automatisch wieder öffnen.

Wartebereich und Melkboxzugang sollten für die Tiere möglichst jederzeit von jeder Position leicht zugänglich sein und nicht weiter als 60 m entfernt sein. Hilfreich hierbei ist es, wenn der Bereich für die Tiere leicht einsehbar ist. Die Tiere können das Geschehen so jederzeit überblicken und entsprechend schnell reagieren (DLG 2010). Der direkte Zugang für den Menschen zum Wartebereich sollte möglich sein. Er ist so zu gestalten, dass der Wartebereich hinter den wartenden Tieren betreten wird. Ein seitlich angebrachter Holm mit einer halben Tierlänge am Zugang zur Melkbox reduziert das Verdrängen des gerade wartenden Tieres.

Beim Einsatz von dezentralen Selektionstoren ist auf eine ausreichende Entfernung zur Melkbox zu achten, um für die Tiere eine tatsächliche „Abkürzung“ zum Futter zu schaffen. Leerrohre zu den geplanten Standorten erleichtern eine spätere Installation.

Selektionsbucht, Abkalbebucht, Kranknbucht

Eine Selektion nach dem Melken reduziert den Arbeitszeitbedarf für Untersuchungen und Behandlungen am Tier und vereinfacht so das Herdenmanagement. Die Bucht sollte mit Liegeboxen ausgestattet werden. Die Selektionsbucht ist von den Abkalbe- und Kranknbuchten zu trennen. Wichtig ist bei all diesen Buchten der Zugang zum Futter, möglichst direkt an der Fressachse, und zum Wasser.

Der Selektionsbereich sollte bei einer Einboxanlage mit zirka 80 Tieren für fünf bis sieben Tiere Platz bieten. Bei der Planung der Bucht ist zu überlegen, ob ein größerer

Sonderbereich mit evtl. nur temporärem Zugang zur Melkbox geschaffen werden soll. Hier können größere Gruppen von Kühen für eine besondere Betreuung separiert werden, die aber ansonsten problemlos gemolken werden können. Diese Lösung vereinfacht auch das gruppenweise Melken kranker Tiere, was den Zeitbedarf und die Kosten für die Reinigungen erheblich reduziert. Je nach Gesamtlösung der Anlagenplanung kann dieser Bereich auch über eine Anbindung an die Abkalbe- und Krankenbucht verfügen.

Bei einer automatischen Nachselektion sollte eine Möglichkeit zur Vorgabe eines Selektionszeitraums bestehen. Die Nachselektionsbucht sollte mit Selbstfangfressgitter ausgestattet werden, da die Tiere so leichter untersucht und behandelt werden können. Ist keine Nachselektionsbucht vorgesehen, sollten mindestens fünf Fressplätze je Melkbox mit Selbstfangfressgittern versehen werden.

Der Klauenpflegestand kann nach der Nachselektionsbucht angeordnet sein. Dabei sollte aber darauf geachtet werden, dass genügend Abstand zur Melkbox eingehalten wird, da ansonsten die Tiere unter Umständen die Melkbox ungern aufsuchen.

Die Abkalbe- und die Krankenbucht sind mit allen Versorgungseinrichtungen zu versehen. Die Krankenbucht kann auch mit Liegeboxen ausgestattet werden.

Büro

Das Büro sollte so angeordnet sein, dass der Melkroboterraum und der Wartebereich gut überblickt werden können. Die Wege zu den häufig aufgesuchten Bereichen Melkroboterraum mit Wartebereich, Milchraum, Technikraum und Futterdurchfahrt sollten kurz, mindestens 1,2 m breit, sauber und leicht zu reinigen sein. Türen sollten mindestens 80 cm breit sein.

Für ein angenehmes Arbeiten sollten die Ablageflächen für Akten, Geräte und Hilfsmittel mindestens 7 m² groß sein. Als Alternative ist eine Zweiteilung möglich: in ein kleines Stallbüro neben dem Melkroboter zur schnellen Kontrolle während der Stallarbeit und ein zweites Büro mit guter Sicht in den Stall.

Es sollte nach Möglichkeit mit Frischluft belüftet werden können, nicht oder nicht ausschließlich vom Stall aus zugänglich sein und über einen Internetanschluss verfügen.

Milchraum

Der Standort des Milchraums muss so gewählt werden, dass der Milchtankwagen ungehindert zu- und wegfahren kann, was auch bei Erweiterungsschritten berücksichtigt werden muss. Dies erfordert einen Eingang von außen. Aus energetischen Gründen sollte hierfür die Nordseite gewählt werden.

Bei der Raumkonzeption ist darauf zu achten, dass keine direkte Verbindung zum Stall besteht und dass er nicht als Durchgangsraum ausgelegt wird. Die Hygienean-

forderungen der jeweiligen Länder, Regionen und/oder Milchkäufer sind einzuhalten (FAT und FAM 2002, STEIDLE und MATTERN 2005, BENNINGER et al. 2002).

Die Größe richtet sich nach dem Milchtank und eventuellen Erweiterungen und sollte mindestens 20 m² bemessen (siehe Kap. 3.3). Eine Entwässerungsmöglichkeit ist vorzusehen.

Technikraum

Für die Technik ist ein eigener Raum vorzusehen, der vom Stall und von außen gut erreichbar sein sollte. Der Raum sollte nicht als Zugang zum Stall genutzt werden. Die Größe ist von Art und Menge der notwendigen technischen Ausrüstung und Installationen abhängig und bemisst 8 bis 12 m² (DLG 2010). Eine ausreichende Frischluftzufuhr über die Außenwand ist vorzusehen. Eine Entwässerungsmöglichkeit ist vorteilhaft.

Weitere Räume

Eine Schmutzschleuse sollte eingeplant werden und möglichst eine Schwarz/Weiß-Trennung ermöglichen. Die Größe richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten der Hofstelle oder Aussiedlung (Tab. 16). Weitere Räume können eine Umkleide, ein WC und eine Dusche sein.

Ein Lager, in dem beispielsweise Dippmittel und Öle gelagert werden, ist im Regelfall vorzusehen, außer es können vorhandene nahe gelegene Räume entsprechend genutzt werden. Dieser Raum sollte so gestaltet sein, dass auch große oder schwere Gebinde problemlos ein- und ausgelagert werden können.

Tab. 16: Flächen- und Raumbedarf für Nebenräume für AMS (HARMS 2010)

Bauart Anzahl Boxen	Flächenbedarf ^{1), 2)}				gesamt ¹⁾	Raum- bedarf ³⁾
	WC/ Dusche	Lager	Büro m ²	Maschinen- raum		
Einzelboxen						
1	5	10	12	10	37	111
2	5	10	12	10	37	111
3	5	15	12	10	42	126
4	5	20	12	10	47	141
Mehrboxen						
2	5	10	12	10	37	111
3	5	15	12	10	42	126
4	5	15	12	10	42	126

¹⁾ Der Flächenbedarf ist als Brutto-Grundfläche (inkl. Wände) angegeben.

²⁾ Der Flächen- und Raumbedarf für das Milchlager (inkl. Flur) wird beim Milchlager berücksichtigt (siehe Tab. 9, Kap. 3.3).

³⁾ Für die Ermittlung des Raumbedarfs wird eine Raumhöhe von 3 m unterstellt.

8.3 Gebäudelayout von Laufställen mit Liegeboxen

Als Haltungsverfahren eignen sich vor allem Liegeboxenlaufställe. Dabei sind Neubau- wie Umbau- oder Anbaulösungen möglich. Automatische Melkssysteme sind nur dann funktionssicher, wenn das Euter von der Sensortechnik einwandfrei erkannt und angesteuert werden kann. Haltungsverfahren bei denen Verschmutzungen des Euters mit Kot oder Stroh häufig auftreten, z.B. Tiefstreu- oder Tretmistställe, sind bei automatischen Melkssystemen nur bedingt zu empfehlen. Hinzu kommt, dass Tretmist- und Tiefstreuställe aufgrund des hohen Arbeitszeitbedarfes für die Strohkette kaum zu vertreten sind; dies sollte bei Neubauten beachtet werden.

Die Anzahl der Liegeboxenreihen variiert zwischen zwei und fünf – in Ausnahmefällen auch bis zu acht – und hängt von den Anforderungen des Milchviehhalters ab. Kriterien für diese Anforderungen sind:

- Herdengröße und Anzahl zu melkender Tiere
- Gewünschtes Tier-Fressplatz-Verhältnis
- Bevorzugter Melkboxentyp (Einbox oder Mehrboxen)
- Gewünschtes Umtriebsverfahren

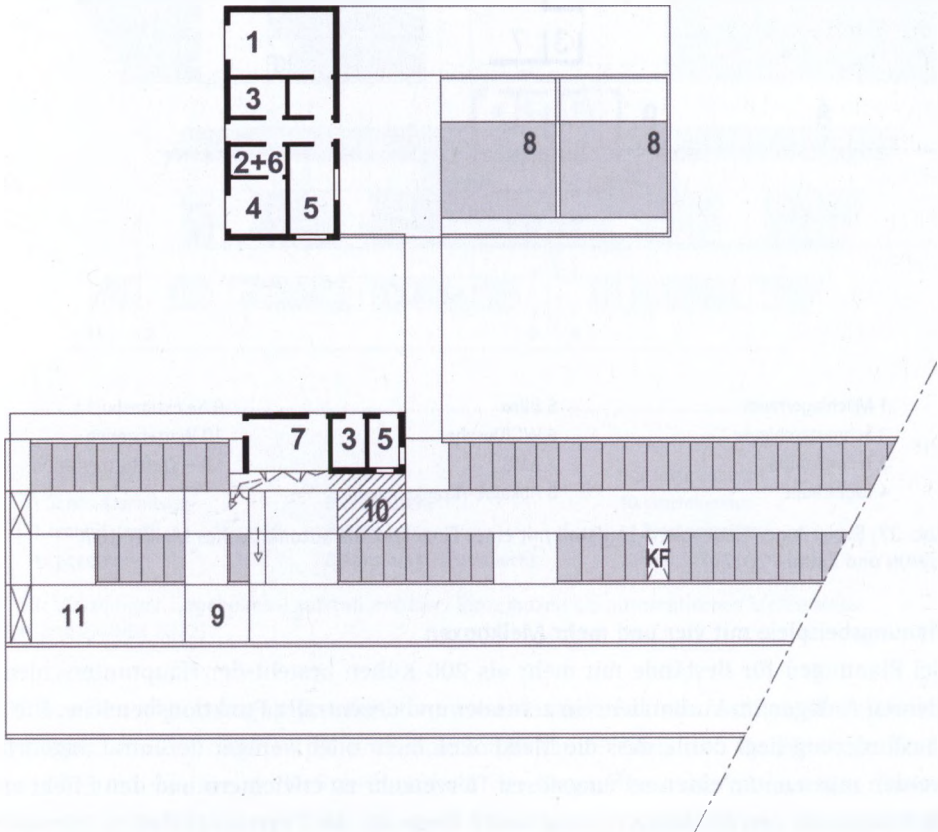
Die Vor- und Nachteile von Liegeboxenlaufställen mit unterschiedlicher Anzahl an Liegeboxenreihen sind in Tabelle 17 aufgelistet.

Tab. 17: Vor- und Nachteile der Liegeboxenlaufställe mit zwei- bis fünfreihiger Aufstallung

Aufstallung	Umtriebsformen	Vorteile	Nachteile
Zweireihig	gelenkter und freier Kuhverkehr möglich, nur Einzelbox, max. 80 Tiere	Tier-Fressplatz-Verhältnis 1:1, Trennung Liege- und Fressbereich, schlanke und einfache Gebäudehülle	lange maximale Wege
Dreireihig	nur freier Kuhverkehr möglich, Einzelbox und Mehrboxen, max. 150 Tiere	Tier-Fressplatz-Verhältnis bis 1:1,2 möglich, gute Luftführung noch möglich, kurze Wege	keine Trennung zwischen Liege- und Fressbereich
Vierreihig	gelenkter und freier Kuhverkehr möglich, Einzelbox und Mehrboxen	Trennung Liege- und Fressbereich, kompakte Gebäudehülle (Länge und Breite)	eventuell ungünstiges Tier-Fressplatz-Verhältnis, Luftführung nur noch schlecht möglich
Fünfreihig	nur freier Kuhverkehr möglich, Einzelbox und Mehrboxen		ungünstiges Tier-Fressplatz-Verhältnis, keine Trennung zwischen Liege- und Fressbereich, Luftführung nur schlecht möglich

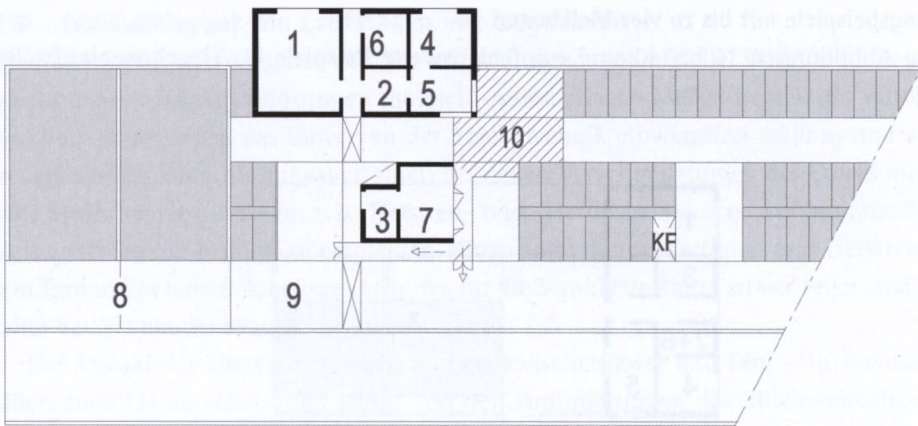
Planungsbeispiele mit bis zu vier Melkboxen

In den Abbildungen 36 bis 40 sind empfehlenswerte Beispiele für Liegeboxenlaufställe skizziert.



- | | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 Milchlagerraum | 5 Büro | 9 Selektionsbucht |
| 2 Schmutzschleuse | 6 WC/Dusche | 10 Wartebereich |
| 3 Technikraum | 7 AMS | 11 Trockensteher |
| 4 Lagerraum | 8 Abkalbe-/Krankenbucht | KF = Kraftfutterstation |

Abb. 36: Zweireihiger Liegeboxen-Laufstall mit einer Einzelbox als automatisches Melksystem (SIMON und ZAHNER 2012)



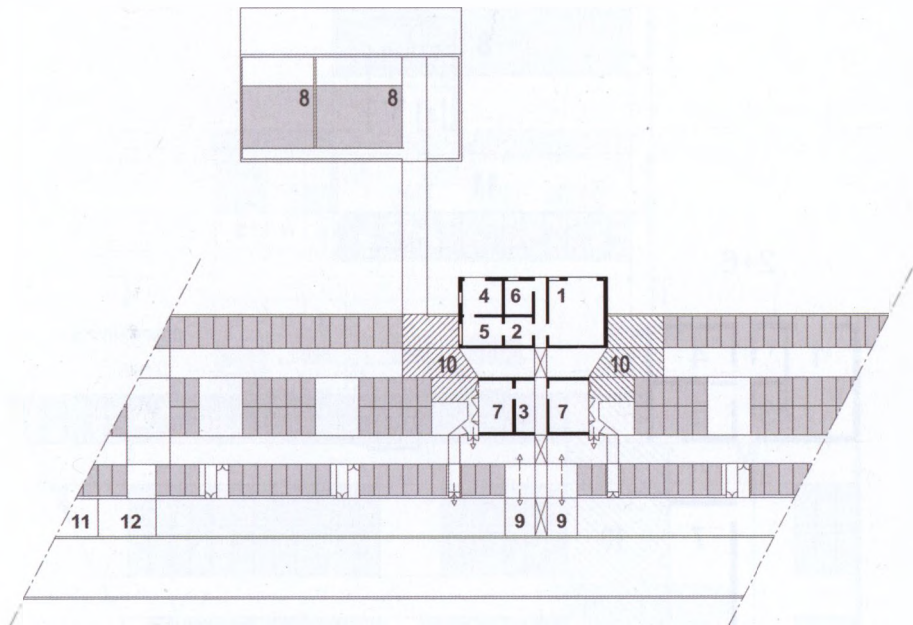
- | | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 Milchlagerraum | 5 Büro | 9 Selektionsbucht |
| 2 Schmutzschleuse | 6 WC/Dusche | 10 Wartebereich |
| 3 Technikraum | 7 AMS | KF = Kraftfutterstation |
| 4 Lagerraum | 8 Abkalbe-/Krankenbucht | |

Abb. 37: Dreireihiger Liegeboxen-Laufstall mit einer Einzelbox als automatisches Melksystem (SIMON und ZAHNER 2012)

Planungsbeispiele mit vier und mehr Melkboxen

Bei Planungen für Bestände mit mehr als 200 Kühen besteht der Hauptunterschied zu kleinen Anlagen im Vorhandensein zentraler und dezentraler Funktionsbereiche. Die Herausforderung liegt darin, dass die Melkboxen mehr oder weniger dezentral angeordnet werden müssen, um einen reibungslosen Tierverkehr zu erleichtern und den Effekt eines Nadelöhrs vor den Melkboxen sowie weite Wege für die Tiere möglichst zu vermeiden. Gleichzeitig sind andere Funktionsbereiche wie beispielsweise das Abkalben oder die Versorgung kranker Tiere zentral anzuordnen, um arbeitswirtschaftlich, aber auch baulich, z. B. hinsichtlich der Entmistungskette, sinnvolle Lösungen zu erreichen. Diese zentralen Funktionsbereiche müssen auch Erweiterungsschritte ermöglichen, da gerade automatische Melksysteme eine modulartige Erweiterung zulassen, indem die Melktechnik in Form von zusätzlichen Melkboxen wächst.

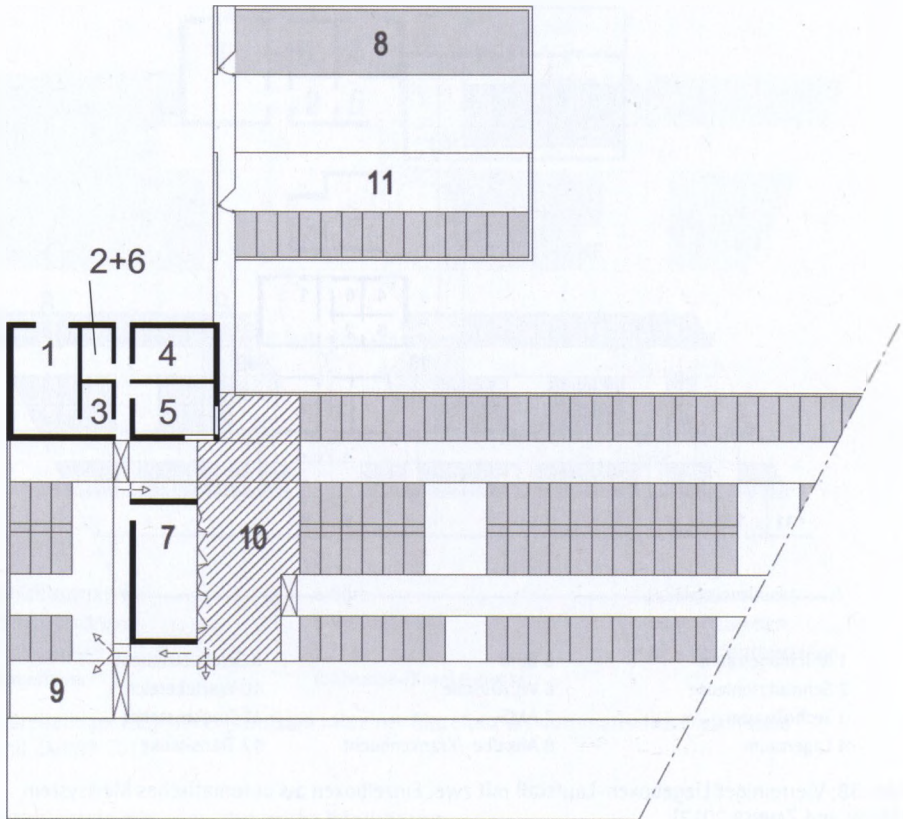
Stärker als bei kleineren Beständen stellen sich auch die Fragen nach der optimalen Gruppengröße und Gruppeneinteilung. In Betrieben mit mehr als drei Boxen ist die Unterteilung der Herde in Gruppen notwendig, damit die Übersicht über die Herde gewahrt bleibt und sich Einzeltiere schnell finden lassen.



- | | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------|
| 1 Milchlagerraum | 5 Büro | 9 Selektionsbucht |
| 2 Schmutzschleuse | 6 WC/Dusche | 10 Wartebereich |
| 3 Technikraum | 7 AMS | 11 Trockensteher |
| 4 Lagerraum | 8 Abkalbe-/Krankenbucht | 12 Transitzühe |

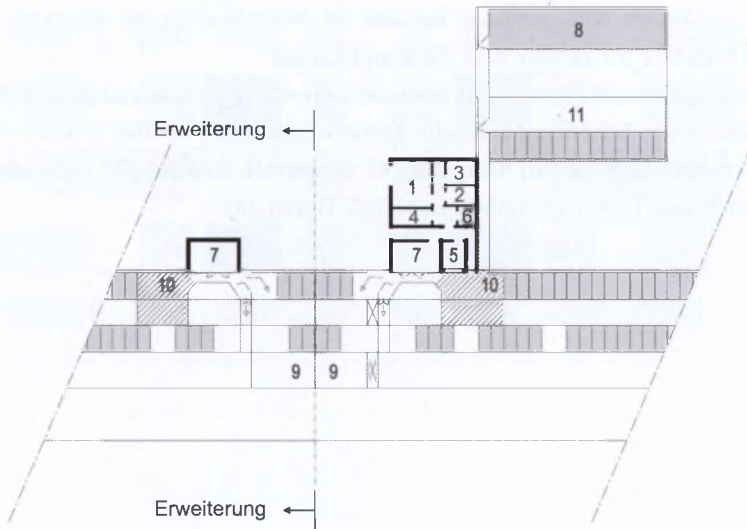
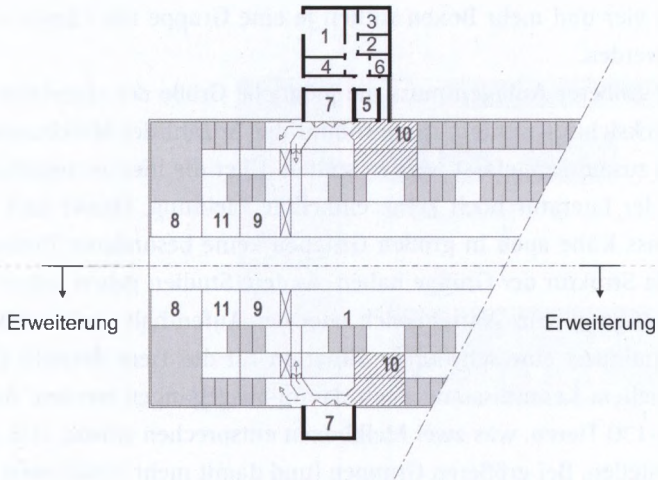
Abb. 38: Vierreihiger Liegeboxen-Laufstall mit zwei Einzelboxen als automatisches Melksystem (SIMON und ZÄHNER 2012)

Neben den allgemeingültigen Kriterien wie Laktation, Laktationsstand, Milchleistung und Körperkondition müssen die maximale Kapazität der Melkbox, die minimale Kraftfuttergabe und das soziale Gefüge innerhalb der Gruppe besondere Beachtung finden. Gerade der letzte Punkt steht dabei in einem Widerspruch zu den Erfordernissen der Fütterung. Die Beibehaltung eines möglichst stabilen Gefüges innerhalb einer Gruppe vermindert Rankämpfe zwischen den Tieren. Demgegenüber steht der Nachteil, dass Tiere zum Ende der Laktation unter Umständen mit der Mindestmenge an Lockfutter von 1,5 bis 2 kg je Tag nicht mehr leistungsgerecht gefüttert werden. Ein weiterer Nachteil einer fehlenden Leistungsunterteilung dürfte im Fruchtbarkeitsmanagement liegen, da bei der konstanten Gruppe immer alle Tiere überwacht werden müssen, während sich bei einer Unterteilung meist alle zu besamenden Tiere in der hochleistenden Gruppe befinden.



- | | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------|
| 1 Milchlagerraum | 5 Büro | 9 Selektionsbucht |
| 2 Schmutzschleuse | 6 WC/Dusche | 10 Wartebereich |
| 3 Technikraum | 7 AMS | 11 Trockensteh |
| 4 Lagerraum | 8 Abkalbe-/Krankenbucht | |

Abb. 39: Vierreihiger Liegeboxen-Laufstall mit einer Mehrboxenanlage als automatisches Melksystem (SIMON und ZAHNER 2012)



1 Milchlagerraum
2 Schmutzschleuse
3 Technikraum
4 Lagerraum

5 Büro
6 WC/Dusche
7 AMS
8 Abkalbe-/Krankenbucht

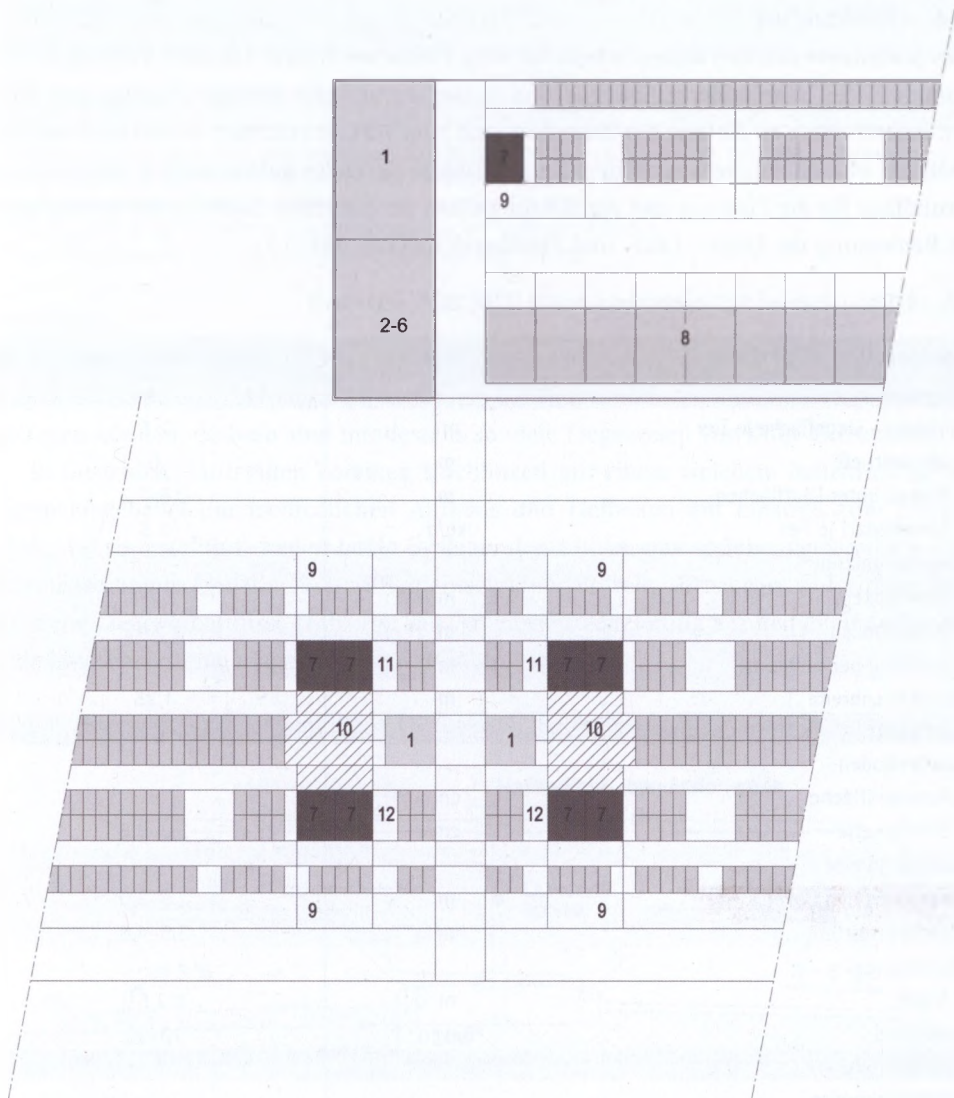
9 Selektionsbucht
10 Wartebereich
11 Trockensteher

Abb. 40: Erweiterungsmöglichkeiten eines zweireihigen Liegeboxen-Laufstalls mit zwei Einzelboxen bzw. einer zweiten Einzelbox als automatisches Melksystem (SIMON und ZÄHNER 2012, verändert)

In Betrieben mit vier und mehr Boxen sollten je eine Gruppe mit Färsen und Problemkühen gebildet werden.

Bei der Planung größerer Anlagen muss die mögliche Größe der einzelnen Gruppen von Beginn an berücksichtigt werden; sie bestimmt die Anzahl der Melkboxen, die mit einem Wartebereich zusammengefasst werden sollten. Über die hier anzustrebende Zahl herrscht derzeit in der Literatur noch keine einhellige Meinung. GRANT und ALBRIGHT (2001) führen an, dass Kühe auch in großen Gruppen keine besonderen Probleme hinsichtlich der sozialen Struktur der Gruppe haben. Andere Studien geben jedoch Hinweise darauf, dass der Zugang zum Wartebereich oder der Aufenthalt im Wartebereich zu Stress führt oder zumindest eine schwierige Situation für die Tiere darstellt (HARMS et al. 2005). Nach aktuellem Kenntnisstand kann davon ausgegangen werden, dass Gruppengrößen von 100–130 Tieren, was zwei Melkboxen entsprechen würde, eine sinnvolle Größenordnung darstellen. Bei größeren Gruppen (und damit mehr Melkboxen pro Wartebereich) bleibt die durchschnittliche Wartezeit pro Tier zwar möglicherweise gleich, es halten sich jedoch mehr Tiere im Wartebereich auf. Nach MELIN et al. (2006) und HALACHMI (2009) verlängert diese erhöhte Tierzahl im Wartebereich die Wartezeit bis zum Betreten der Melkbox für rangniedere Tiere signifikant.

Die oben aufgeführten Punkte und besonders die dezentrale Anordnung der Melkboxen bei gleichzeitiger Schaffung zentraler Funktionsbereiche für das Abkalben oder die Versorgung kranker Tiere sind in Abbildung 41 umgesetzt. Das Beispiel stellt eine Anlage für 500 zu melkende Tiere in Gruppen zu je 125 Tieren dar.



1 Milchlagerraum
 2 Schmutzschleuse
 3 Technikraum
 4 Lagerraum

5 Büro
 6 WC und Dusche
 7 AMS
 8 Abkalbe-/Krankenbucht

9 Selektionsbucht
 10 Wartebereich
 11 Trockensteher
 12 Transitzühe

Abb. 41: Stallkonzept mit automatischem Melksystem für 500 zu melkende Kühe
 (SIMON und ZAHNER 2012)

8.4 Kuhkomfort

Das Stallinnere soll den Kühen möglichst viele Freiheiten bieten. Die freie Wahl des Aufenthaltes, das ungehinderte Abliegen und Aufstehen und der ständige Zugang zum Futter, insbesondere zu Anfang der Laktation, und zum Wasser zeichnen einen tiergerechten Stall aus und bilden die Grundlagen für ein funktionierendes automatisches Melksystem. Grundlage für die Planung und Ausführung eines tiergerechten Stalls ist die ausreichende Bemessung der Liege-, Lauf- und Fressbereiche (Tab. 18).

Tab. 18: Planungsdaten für Liegeboxenlaufställe (KTBL 2009, verändert)

Einrichtung	Einheit	Wert Deutschland ¹⁾
Liegebereich		
Tiefstreu - Liegefläche je Tier	m ²	≥ 5
Mindesttiefe	m	6
Niveau unter Laufflächen	m	0,8-1,2
Strohbedarf je Tier	kg/d	≥ 6
Liegeboxenlänge⁴⁾		
Wandboxen	m	≥ 2,7
Doppelboxen	m	≥ 2,45
Zuschlag bei Tiefboxen	m	0,1
Liegeboxenbreite	m	1,25
Laufgänge		
Spaltenboden		
Aufstandfläche	cm	8
Schlitzweite	cm	3,0-3,5
Laufgangbreite		
zwischen den Boxen	m	2,5-3,0
am Fressgitter	m	3,5-4,0
Durchgänge		
Breite	m	≥ 2,5 ³⁾
Abstand	Boxen	12-20
Fressbereich		
Futtertischbreite		
einseitig	m	4,0-4,5
beidseitig	m	5,0-6,0
Bauhöhe Selbstfangfressgitter	cm	80-110
Fressplatzbreite		
Einzelfütterung	m/Tier	0,75 ²⁾
ständige Vorlage	m/Tier	0,75 ²⁾
Anzahl Kraftfutterstationen	Tiere/Station	25-30
Fressplatz-Tier-Verhältnis	1:	1-1,5

Fortsetzung und Fußnoten nächste Seite

Einrichtung	Einheit	Wert Deutschland ¹⁾
Tränken		
Trog	Tiere/Tränke	≤ 25
Becken/Zapfen	Tiere/Tränke	≤ 15

1) Weitere Mindestwerte siehe auch Verordnung (EG) Nr. 1804/1999 des Rates vom 19. Juli 1999 zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91.

2) In Abhängigkeit der Rasse; bei behornten Tieren auch deutlich darüber.

3) Bei Installation von Tränken im Durchgang: 3,5–5 m; am Stallende: 4,75–5 m.

4) Die Maße gelten für Tiere mit einer Widerristhöhe von über 150 cm.

Liegeboxen

Kühe liegen mehr als die Hälfte des Tages. Regelmäßiges und ausreichendes Liegen gewährleistet eine gute Verdauung und fördert die Tiergesundheit. Jede Kuh muss jederzeit ablegen können, deshalb sind mindestens so viele Liegeboxen wie Kühe einzuplanen.

In Liegeboxenlaufställen kommen Hochboxen mit einem weichen, industriell gefertigten Liegebelag unterschiedlichen Aufbaus und Tiefboxen mit Einstreu zum Einsatz (Abb. 42). Gut geführt, bieten beide Systeme den Kühen eine weiche, verformbare und wärmedämmte Liegefläche und hygienisch einwandfreie, trittsichere, rutschfeste und trockene Liegeverhältnisse (Tab. 19). Zur Arbeitszeitreduzierung können auch automatische Einstreusysteme eingesetzt werden (Abb. 43).

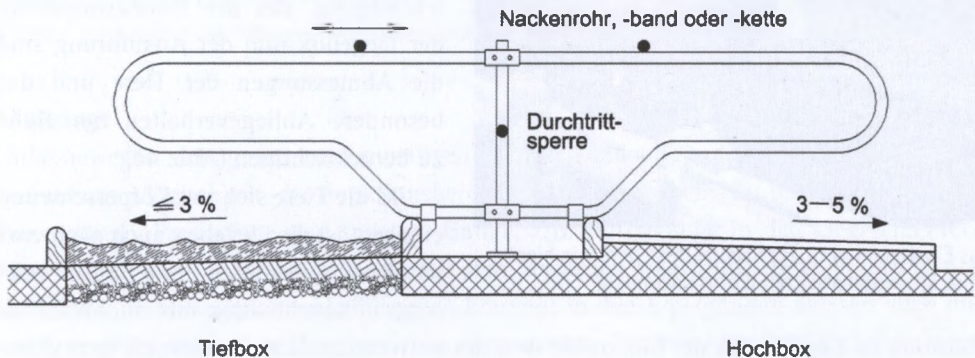


Abb. 42: Aufbau von Tief- und Hochboxen (ZÄHNER 2009)

Tab. 19: Vor- und Nachteile von Hoch- und Tiefboxen (STEINER und ZÄHNER 2010, verändert)

Kriterium	Einheit	Tiefbox mit Stroh-Mist-Matratze	Hochbox mit weicher Matte
Verletzungen an Gelenken bei guter Boxenpflege		sehr gering	gering bis mittel
Investitionen Liegefläche ¹⁾	€/Box	gering	200-320
Entsorgung der Liegefläche		keine erforderlich	recyclingfähig
Anspruch an Boxenpflege		hoch	mittel
Einstreubedarf je Tag	kg/Tier	0,3-1,2 (Ø 0,7)	0,1-0,2 (Ø 0,15)
Arbeitszeitbedarf für Boxenpflege und Einstreuen je Tag	AKmin/Tier	0,9-1,1	0,7-0,9
Kosten für Einstreulager, Untergrund, Bügel, Matte, Einstreu und Arbeit ¹⁾	€/a	160-175	160-175

¹⁾ Umrechnungsergebnis auf Basis Schweizer Franken (CHF) – Wechselkurs vom 14. Mai 2013, 1 € = 1,25 CHF.



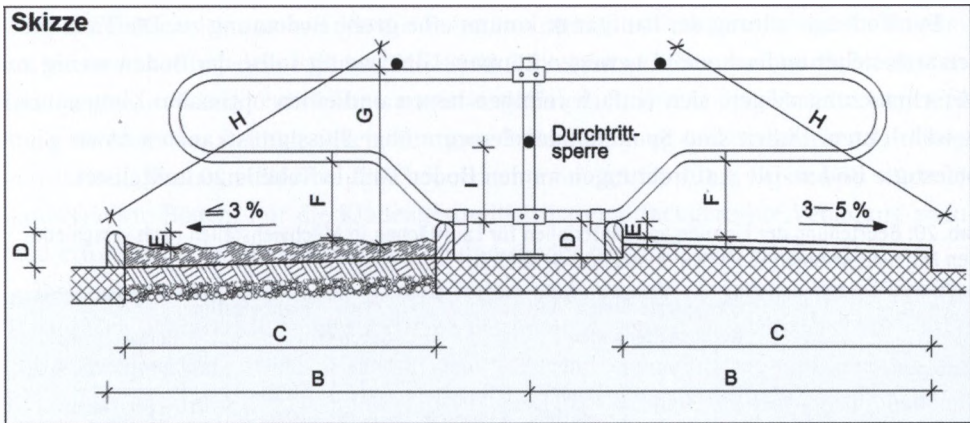
Abb. 43: Das Einstreuen der Liegeflächen lässt sich, wie hier bei Tiefboxen gezeigt, automatisieren (Foto: Hartmann)

Im Liegeboxenlaufstall wird die Liegefläche effizient genutzt. Garant dafür sind die Steuerungseinrichtungen, welche die Fläche in die eigentlichen Boxen gliedern. Sie steuern das Liegeverhalten der Tiere mit geringstmöglicher Beeinträchtigung. Bei der Dimensionierung der Liegebox und der Ausführung sind die Abmessungen der Tiere und das besondere Abliegeverhalten der Kühe zu berücksichtigen (Abb. 44).

Da die Tiere sich mit Körperschwung erheben, ist die Liegebox auch nach vorne offen zu gestalten. Eine Bugschwelle sorgt in Kombination mit einer Nacken-

führung im Kopfbereich der Box dafür, dass der notwendige Schwungbereich stets geboten ist und die Kuh am Abkoten in der Box gehindert wird. Die Nackenführung wird in der Höhe des Widerristes abzüglich 10 cm angebracht.

Die Länge der eigentlichen Liegefläche richtet sich nach der schrägen Rumpflänge des größten Herdentieres. Die Seitenabtrennungen sind häufig flexibel und freitragend. Unter der Seitenabtrennung sind mindestens 40 cm und maximal 80 cm Freiraum, damit die Kühe ihre Beine frei ausstrecken können und beim Liegen nicht behindert werden. Seitliche Schwellen bieten den Kühen Halt beim Aufstehen und verhindern, dass sie sich unter die Seitenabtrennungen legen.



Wideristhöhe	A	B wand- gegen- ständig ständig		C	D Tief- Hoch- box box		E	F	G	H	I
bis 120 cm	90	210	200	160	20-25	10-15	max. 10	min. 40	90-95	170-175	50-70
120-130 cm	110	230	200	165	20-25	10-15	max. 10	min. 40	100-105	180-185	50-70
130-140 cm	120	240	220	185	20-25	10-15	max. 10	min. 40	110-115	190-195	50-70
140-150 cm	125	260	235	190	20-25	10-15	max. 10	min. 40	115-120	200-205	50-70
über 150 cm	130	270	245	195	20-25	10-15	max. 10	min. 40	120-125	215-220	50-70

Abb. 44: Ausführung von Tief- und Hochboxen in Abhängigkeit von der Wideristhöhe (ZÄHNER 2009)

Laufgänge

Kühe bewegen sich gezielt zum jeweiligen Bereich. Die Laufgänge bieten ihnen die entsprechende Möglichkeit, die Funktionsbereiche frei zu wechseln. Zu unterscheiden sind Boxengänge, Fressgänge und sonstige Gänge, z.B. Durchgänge in den Liegeboxenreihen. Sie müssen an jeder Stelle so breit sein, dass sich zwei Kühe unter Wahrung der Sozialdistanz aneinander vorbeibewegen können; in den Fressgängen müssen auch die am Fressgitter stehenden Tiere berücksichtigt werden. Die Wege sind möglichst kurz zu halten, deshalb sind die Liegeboxenreihen nach jeder 20. besser nach jeder 12. Liegebox mit einem Durchgang zu versehen. Im Bereich vor dem Melkroboter kann es sinnvoll sein, schon nach den ersten 4 bis 8 Liegeboxen einen Durchgang anzulegen, um die Ausweichmöglichkeiten in diesem hoch frequentierten Bereich zu verbessern.

Im Durchgang lassen sich die Tränken und Kuhbürsten platzieren. Wird von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht, sollten die Gänge 3,5 bis 5 m breit sein. Sackgassen sind zu vermeiden.

Der Bodengestaltung der Laufgänge kommt eine große Bedeutung zu. Die Tiere müssen sich sicher und schonend bewegen können. Gleichzeitig sollte der Boden wenig zur Verschmutzung neigen, sich einfach reinigen lassen und einen optimalen Klauenabrieb gewährleisten. Üblich sind Spaltenbodenelemente über Flüssigmistkanälen sowie planbefestigte Böden. Die Anforderungen an den Boden sind in Tabelle 20 aufgelistet.

Tab. 20: Beurteilung der Eignung von Materialien für Laufflächen in Milchviehställen nach verschiedenen Nutzungskriterien (BOCKISCH et al. 2006, verändert)

Kriterium	Perforierte Böden Betonspaltenboden			Planbefestigt					Guss- asphalt
	8/3,0 ¹⁾	12/3,5 ²⁾	mit Gummi- matten	mit Gummi- matten	Beton ohne Auf- rauhung	mit Stroh- auflage ³⁾	Beton grob profiliert		
							Ort- beton	Fertig- teil	
Rutschfestigkeit im Neuzustand	+	+	++ ⁴⁾	++ ⁴⁾	+	+	++	++	0
nach 5 Jahren	+	+	++	+	0	0	+	++	++
nach 10 Jahren	0	0	++	+	-	-	-	+	++
Trittsicherheit	++	+	++	++	0	0	+	+	+
Elastizität	-	-	++	++	-	++	-	-	-
Klauenverlet- zungen ¹¹⁾	0	-	++	++	0	++	0	0	0
Abrieb ¹¹⁾	0	0	+	+	0	+	0	0	-
Befahrbarkeit/ Schlepperent- mistung	+5), 10)	+5), 10)	--6)/-10)	-6)	++	++	++/+	+5)	++
Eignung für Breitschieber	+10)	+10)	+6), 10)	+6)	++	++	+	+	++
Mechanische Beständigkeit	+	+	0	+	++	++	+	++	+
Chemische Beständigkeit ⁷⁾	0	0	+	+	0	0	0	0	-
Unfallschutz ⁸⁾ (Mensch)	+	0	+ ⁹⁾	+ ⁹⁾	+	+	0	0	++
Management- anforderungen ¹¹⁾	+	+	-	-	0	--	0	0	0
Nutzungsdauer (a)	10	10	10	10	15		15	15	12
Jahreskosten ¹²⁾ [€/TP]		26	57	45	20		21	23	29

++ = sehr gut; + = gut; 0 = in Ordnung/befriedigend; - = ausreichend; -- = nicht ausreichend

¹⁾ Balken 8 cm, Spalten 3 cm (Flächenelement). ²⁾ Balken 12 cm, Spalten 3,5 cm (Einzelbalken).

³⁾ 2 kg/(TP · d) auf planbefestigtem Beton, einmal täglich entmisten.

⁴⁾ Mind. 3 mm Einsinktiefte der Klauen vorausgesetzt. ⁵⁾ Mit entsprechendem Nachweis des Herstellers.

⁶⁾ Unter Berücksichtigung der Vorgaben des Herstellers. ⁷⁾ Bei Beton werden Verkalkungseffekte negativ gewichtet.

⁸⁾ Ausreichende Reinigung vorausgesetzt. ⁹⁾ Erhebliche Unterschiede zwischen einzelnen Produkten.

¹⁰⁾ Entmistung mit Schlepper oder Schieber nicht nötig.

¹¹⁾ ++ = sehr niedrig; + = niedrig; 0 = in Ordnung/befriedigend; - = hoch; -- = sehr hoch

¹²⁾ Abschreibung bei angegebener Nutzungsdauer, 3 % Zinsanspruch und 2 % für Reparaturen. Ohne Mehrwertsteuer. 4 m² Lauffläche je Tierplatz.

Spaltenbodenelemente werden aus Beton in unterschiedlicher Größe und Art angeboten, müssen aber in jedem Fall der DIN 18908 (1992) entsprechen, welche die Mindestanforderungen, z. B. hinsichtlich Betonqualität, definiert. Spaltenbodenelemente sorgen für eine gute Ableitung der Flüssigkeit, eine gute Selbstreinigung und entsprechend trockene Laufflächen. Die heute üblichen Flächenelemente mit 0,5 bis 1,0 m Breite sind teurer als planbefestigte Böden. Für die Klauengesundheit ist eine fachgerechte Verlegung zwingend erforderlich. Die Entgratung der Spaltenränder beugt Klauenverletzungen vor.

Bei planbefestigten Flächen werden Beton und Asphalt eingesetzt. Beton gewährt einen gleichmäßigen Klauenabrieb. Damit der Beton rutschfest und trittsicher ist, wird er grob abgerieben, mit „Besenstrich“ aufgeraut oder mit Stempeln grob profiliert. Alternativ können grob profilierte Betonfertigteile verwendet werden, die eine gleichbleibende Qualität gewährleisten.

Asphalt ist weniger hart und spröde als Beton und behält seine Griffigkeit länger als Beton. Für Laufhöfe ist er nur bedingt geeignet, da er im Winter leichter vereist. Preislich liegt Asphalt über Beton. Beide Materialien verlieren im Laufe der Nutzung durch Harnsteinbildung ihre Rauigkeit, was eine nachträgliche Aufrauung erforderlich macht.

Sowohl perforierte als auch planbefestigte Böden können mit Gummimatten belegt werden. Gummibeläge bieten der Kuh eine leichte Federung, die sich positiv auf deren Bewegungsablauf und Gesundheit auswirkt. Preislich liegen solche Beläge über Asphalt. Milchkühe verbringen in Laufställen rund acht Stunden stehend, davon sechs beim Fressen (STEINER und ZÄHNER 2010). Aus Kostengründen bietet die Teilbelegung des Fressbereichs mit Gummimatten einen Kompromiss.

Die Entmistungsachsen sollten so geplant werden, dass möglichst ein Querkanal für alle Achsen ausreicht. Durchgehende Schieberbahnen erleichtern die Erweiterung des Stalls. Der Platzbedarf für Schieber in Parkposition muss eingeplant werden; ein Parken des Schiebers im Wartebereich ist zu vermeiden.

Vollautomatisch arbeitende Reinigungsgeräte bieten den Vorteil, dass sie individuelle Grundrisse bedienen können und nicht an bestimmte Liegeboxenanordnungen gebunden sind (Abb. 45).

Bei allen Laufgängen sind starke Farbkontraste in den Bodenbelägen sowie Hindernisse und Höhenunterschiede zu vermeiden. Wenn Stufen notwendig sind, sollten sie mindestens 50 cm Auftritt und maximal



Abb. 45: Die Vollautomatisierung schreitet nicht nur beim Melken sondern auch in anderen Bereichen voran - Reinigungsroboter an der Ladestation (Foto: Hartmann)

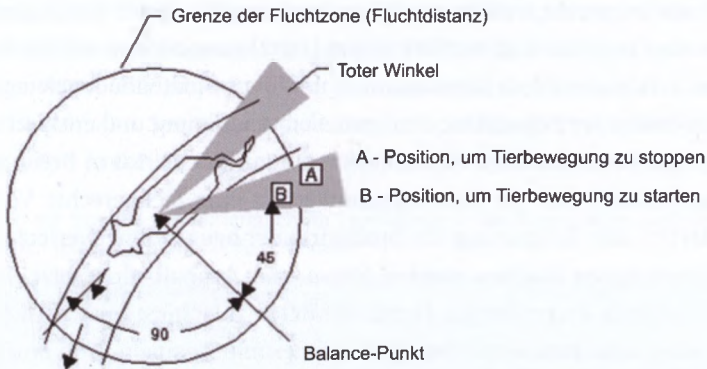


Abb. 46: Gute Ställe berücksichtigen, dass Kühe keine 90-Grad-Winkel laufen, eine Fluchtdistanz und einen toten Sichtbereich haben (ALBERTA 2012, verändert)

35 cm Höhe aufweisen (ZÄHNER 2009). Der natürliche Wendekreis und das Fluchtverhalten der Kühe sollte berücksichtigt und 90-Grad-Winkel vermieden werden (Abb. 46).

Klauenbäder

Der regelmäßige Durchgang durch Klauenbäder mindert die Keimbelastung der Klauen. Zu diesem Zweck werden im Stall Wannen platziert und mit verdünntem Desinfektionsmittel gefüllt. Damit jede Klaue ausreichend benetzt wird, muss die Wanne 1,5 bis 3 m lang und 15 cm tief sein. Die Wannen werden fest installiert oder flexibel aufgestellt. Die Durchgänge in den Liegeboxenreihen sind gute Standorte für die Klauenwannen. Die Kühe müssen aber in diesem Fall alle aktiv durch die Bäder getrieben werden, was mit Arbeit und einer Veränderung des Tagesablaufs der Tiere und dadurch mit Unruhe verbunden ist. Wird das Klauenbad am Ausgang der Melkbox platziert, entfällt das Treiben der Tiere. Allerdings kann dadurch die Nutzung der Box beeinträchtigt werden. Die Klauenbäder sollten deshalb nur zweimal je Woche benutzt werden. Die desinfizierende Wirkung lässt mit jeder Nutzung nach und kann die Keimbelastung erhöhen, wenn die Lösung nicht rechtzeitig, d.h. nach 150 Kuhdurchläufen oder alle acht Stunden erneuert wird (HULSEN 2008).

Fütterung

Auf dem 4 bis 6 m breiten Futtertisch wird den Tieren das Grundfutter bzw. die Grundration vorgelegt. Wird jeder Kuh ein Fressplatz angeboten, ist die zeitgleiche Futteraufnahme möglich. Aus Kostengründen und je nach Anzahl der Liegeboxenreihen lässt sich ein Tier-Fressplatz-Verhältnis von 1:1 nicht immer umsetzen. In Betrieben mit AMS ist ein

Verhältnis von bis zu 1,5 : 1 möglich, wenn jederzeit Futter zur Verfügung steht. Wird das Tier-Fressplatz-Verhältnis eingeschränkt, sollte die Futtervorlage automatisiert erfolgen.

Seit einigen Jahren werden verstärkt automatische Systeme zur Futtervorlage mit zum Teil wesentlich schmalere Futtertischen angeboten; sie führen den Grundgedanken des automatischen Melksystems konsequent fort und dienen auch der Flexibilisierung und Einsparung von Arbeitszeit. Die Vorlage des Futters erfolgt mit Futterbändern, mit selbstfahrenden oder schienengeführten Futterwagen oder Grundfutterabrufstationen. Die Anschaffungskosten für die Technik liegen nach einer Schweizer Studie (NYDEGGER und GROTHMANN 2009) zwischen 70.000 und 170.000 €. Laufbänder mit einem geringen Automatisierungsgrad kosten zwischen 40.000 und 60.000 €. In der Studie wurden bis zu fünf Rationen im Schnitt 7-mal je Tag neu vorgelegt, in Einzelfällen auch bis zu 13-mal je Tag. Nach Angaben der Autoren stellen die Milchviehhalter fest, dass durch die mehrmalige Futtervorlage die Anzahl der Melkungen pro Tag steigt. Dies führen sie auf die Aktivitätssteigerung der Kühe durch das mehrmalige Füttern zurück. Zudem wurden Leistungssteigerungen festgestellt, da die Kühe immer frisches Futter erhalten. Damit verbunden sind auch geringere Futterverluste (SCHLAG 2011).

Wie die automatischen Melksysteme werden auch automatische Fütterungsanlagen weiterentwickelt, um die Arbeitssicherheit zu verbessern und Techniken zu entwickeln, die die automatische Entnahme des Grundfutters vom Futterstock ermöglichen bis hin zur tierindividuellen Vorlage (NYDEGGER und GROTHMANN 2009).

Fressplatz und Kraftfutterstation

Der einzelne Fressplatz sollte etwa dem 1,3-Fachen der Schulterbreite des Tieres entsprechen und mindestens 75 cm breit sein, bei behornten und hochtragenden Kühen auch wesentlich breiter als 1 m. Das Fressgitter markiert den einzelnen Fressplatz, verhindert ein Abdrängen anderer Tiere und hält die Futterverluste gering. Bei Varianten mit Selbstfangvorrichtung können die Tiere, z. B. für Tierbehandlungen, vorübergehend fixiert werden. Palisadenfressgitter sind eine kostengünstige Alternative zu Fressgittern, bieten dem Milchviehhalter einen schnellen Zugang in den Tierbereich und sind für behornte Tiere besonders gut geeignet. Sie haben jedoch den Nachteil, dass sich die Halsweite nicht verstellen lässt und keine Fixierung möglich ist.

Um die Futteraufnahme zu erleichtern, sollte der Futtertisch 15 bis 20 cm über dem Laufgangsniveau liegen (Abb. 47).

Kraftfutterstationen sind besonders bei sehr unterschiedlichen Leistungen innerhalb der Herde sinnvoll, da weder die Grundfutterration zu stark aufgewertet noch die Melkbox zum Füttern hoher Kraftfuttermengen verwendet werden sollte. Eine Station bedient ca. 25 Kühe. Kraftfutterstationen werden möglichst mittig in den Liegeboxenreihen platziert. Die Steuerung wird mit der Fütterung in der Melkbox verknüpft, was nicht un-

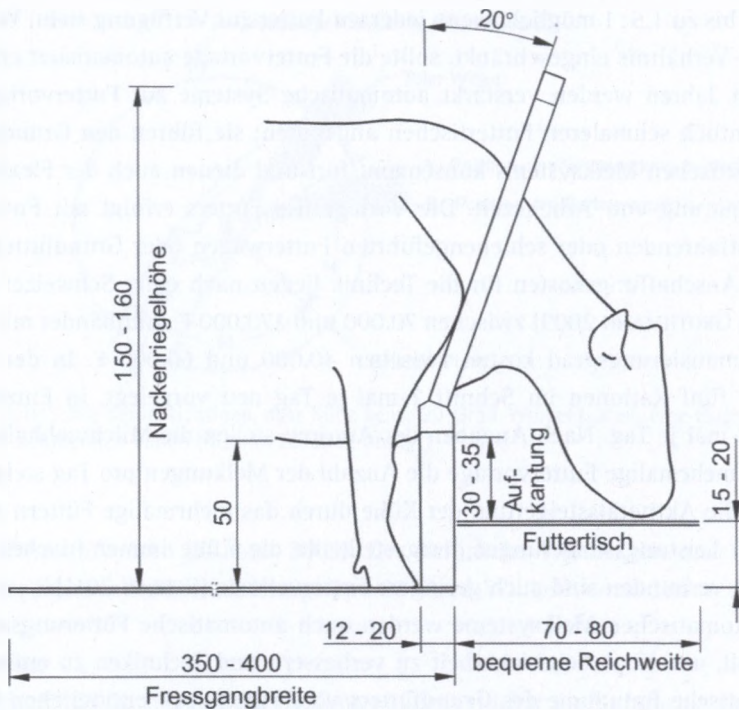


Abb. 47: Abmessungen (in cm) am Futtertisch (REICHEL und WANDEL 2008)

problematisch in Hinblick auf Lockwirkung und Maximalmengen ist. Die Tiererkennung und tierindividuelle Fütterung erfolgt nach demselben Prinzip.

Tränkwasser

Milchkühe benötigen je nach Milchleistung, Umgebungstemperatur und Trockensubstanzgehalt des Futters täglich 37 bis 174 Liter Wasser (BOHNENKEMPER et al. 2008). Offene Wasserflächen mit einer Tiefe von ca. 70 mm und einer Mindestfläche von 600 cm² bieten gute Voraussetzungen für ein artgerechtes Trinken. In der Regel werden je Trinkvorgang 30 Liter Wasser von der Kuh aufgenommen, was entsprechenden Wassernachlauf erforderlich macht. Die Wasseraufnahmedauer ist mit drei Minuten verhältnismäßig kurz, die Trinkgeschwindigkeit aber hoch (BOHNENKEMPER et al. 2008).

Bewährt haben sich Trogränken für jeweils bis zu 25 Tiere. Sie sind preisgünstig, lassen sich mit einer Heizung versehen, erfüllen die oben genannten Kriterien und ermöglichen auch die gleichzeitige Wasseraufnahme mehrerer Tiere. Durch die große Oberfläche können sie leicht verschmutzen. Eine Trogoberkante von 55 bis 85 cm und Abweisebügel beugen der Verschmutzung mit Kot und Harn vor. Zudem lassen sie sich

als reinigungsfreundliche Kipptränke ausführen oder mit einem großen Ablauf versehen (BOHNENKEMPER et al. 2008).

In allen Stallbereichen sollten Tränken in ausreichender Zahl und Größe vorgesehen werden. Auf keinen Fall sollte versucht werden, über die Anordnung der Tränken, z.B. nur im Liegebereich, den Tierumtrieb zu verbessern.

Die Wasserleitungen sind frostsicher zu verlegen. Alternativ können Heizsysteme vor dem Einfrieren schützen.

8.5 Melkboxen auf der Weide

Während der Vegetationszeit lassen sich stallferne Weiden durch den Einsatz von mobilen Melkboxen nutzen. In der Regel werden die Melkboxen in Containern aufgestellt und nach der Weidesaison zeitgleich mit den Kühen in den Stall transportiert (DLG 2010).

Der Standort für die Melkbox muss voll erschlossen sein: Die Zufahrt, z.B. für den Milchtankwagen, ist einzuplanen, Strom und Trinkwasseranschlüsse sind notwendig und ein Internetanschluss ist empfehlenswert. In jedem Fall muss der Datentransfer im Störfall gesichert sein.

Ganz ohne Baumaßnahmen geht es auch bei Melkboxen auf der Weide nicht: Der Container (ca. 8 t) wird zur Gewährleistung eines sicheren Stands auf einen befestigten Untergrund abgestellt und vor dem Container wird ein befestigter Wartebereich mit Tränke eingerichtet. Die Befestigung ist aus hygienischen Gründen notwendig. Spaltenböden bieten sich aufgrund ihrer drainierenden Wirkung an. Im Wartebereich werden Selektionstore eingerichtet. Die Baumaßnahmen sind mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

Melkboxen auf der Weide stellen an das Management hohe Anforderungen. Gras ist ein attraktives Futter, das die Lockwirkung des Kraftfutters mindert. Alle Kühe sind deshalb zweimal täglich routinemäßig zur Melkbox zu treiben. Der Wartebereich muss entsprechend jedem Tier einen Platz bieten.

Damit alle kalbenden Kühe intensiv betreut werden können und die Phase des höchsten Futteranspruchs in die Stallperiode fällt, bietet sich die Blockabkalbung im Winter an.

Im Sommer ist die ständige Anpassung der Flächen an den Tierbestand und – umgekehrt – notwendig damit das Futter attraktiv bleibt.

9 Verfahrensabläufe und Arbeitszeitbedarf

9.1 Was ändert sich durch ein automatisches Melksystem?

Die Umstellung eines Betriebes oder einer Milchviehherde auf ein automatisches Melksystem ist ein tiefer Einschnitt in die Melkroutine, sowohl für das Tier als auch für den Menschen. Das ganze Umfeld ist aus organisatorischer Sicht betroffen. Ein Melkroboter ist nicht nur ein anderes Melksystem, sondern verlangt ein anderes Herdenmanagement. Zu den dadurch verursachten Umstellungen für die Menschen gehört z.B. der Wegfall des festen Rhythmus für die Erledigung der Melk- und damit auch der Stallarbeiten. Einige Regelarbeiten lassen sich gut kombinieren, wie z.B. Kühe nachtreiben und Kälber tränken. Die täglichen Routinen sollten hingegen von Zeit zu Zeit und besonders nach der Einführungsphase überprüft werden.

Für die Kühe ist durch die Umstellung auf automatisches Melken neu, dass sie den Zeitpunkt des Melkens selbst bestimmen und eigenständig in die Melkbox gehen sollen. Die Kühe benötigen Zeit, sich an das neue Melksystem und eventuelle Umstellungen im Tierverkehr zu gewöhnen. Einige Tiere sind durch ihr Verhalten oder ihre Euteranatomie nicht für das Konzept des automatischen Melkens geeignet. In der Regel gewöhnen sich die Tiere schneller an die neue Technik als der Betriebsleiter.

Noch vor der Entscheidung für ein AMS sollten die Abläufe und insbesondere das Füttern sorgfältig analysiert werden. Der Schritt zum AMS bedeutet auch ein Überdenken des gesamten Produktionsprozesses, um letztlich eine Verbesserung des Betriebsergebnisses zu erreichen. Einige wesentliche Dinge ändern sich gegenüber der bisherigen Melkroutine:

- Die Kühe werden in Abwesenheit des Melkers gemolken.
- Die Melkungen je Tag und die Melkintervalle sind unregelmäßig.
- Die Fütterung bestimmt indirekt das Melkverhalten, indem das Kraftfutter an der Melkstation als Lockfuttermittel fungiert.
- Der Fütterungsrhythmus ist vom Melkrhythmus abgekoppelt.
- Informationen über die Gesundheits- und Leistungssituation sind vielfältig und sind vom PC abzurufen oder werden mobil übermittelt.
- Tier-Mensch-Kontakte mindern sich, Tierbeobachtungen gewinnen an Bedeutung.

9.2 Umstellung auf ein automatisches Melksystem

Ziel muss es sein, die Umstellung der Herde, also den Übergang vom konventionellen zum automatischen Melken, mit dem Einmelken und dem anschließenden Melken der gesamten Herde möglichst schnell vorzunehmen.

Vor der Inbetriebnahme eines oder gleich mehrerer Melkroboter sind einige Vorarbeiten zu leisten. Um die Anzahl der unmittelbar anzulernenden Tiere zu minimieren,

sollten Kühe mit geringer Milchleistung frühzeitig trocken gestellt werden. Darüber hinaus empfiehlt es sich, dass etwa einen Monat vor der Inbetriebnahme des automatischen Melksystems die Klauen geschnitten werden. So können Verletzungen, die während des Klauenschneidens auftreten, rechtzeitig abheilen und die Tiere stehen auf gesunden Klauen. Die Tieraktivität wird damit gesteigert und das Anlernen erleichtert. Letzteres kann allgemein vereinfacht werden, wenn sich die Tiere bereits vorab in einem guten Allgemeinzustand befinden. Gesunde Kühe gewöhnen sich leichter an eine neue Umgebung und sind auch eher bereit von sich aus das neue Melksystem anzunehmen. Die Euter sind zu kontrollieren und, wenn sie stark behaart sind, zu enthaaren.

Die rechtzeitige Durchführung der Eutergesundheitsüberprüfung und eine eventuelle Sanierung der Herde gehören ebenfalls zu den Vorbereitungsmaßnahmen. Die zuständige Behörde muss über die Installation des Melkroboters informiert werden, damit es möglich ist, Sanierungsmaßnahmen durchzuführen (siehe Anhang 4, Seite 154). Für die zukünftige Gewährleistung der Durchführung von Milchleistungsprüfungen ist ein Milchprobeentnahmegesetz zu organisieren. Auch die persönliche Vorbereitung und die der Mitarbeiter ist wichtig, d. h. die Einarbeitung in das zum automatischen Melksystem gehörige Herdenmanagementprogramm inklusive der Durcharbeitung der Handbücher zur Software und zur Maschine. Da eine mentale Umstellung auf das neue Melksystem zentrale Bedeutung hat, ist ein intensiver Austausch mit erfahrenen Berufskollegen dringend zu empfehlen. Der Landwirt sollte sich schon vorab über seine neuen Managementaufgaben informieren und beraten lassen. Mit dem automatischen Melkverfahren verändern sich das komplette Herdenmanagement und die Beobachtung der Tiere. Worauf sonst während des täglichen Melkens geachtet wurde, muss nun die Technik übernehmen oder mittels Tierbeobachtung erkannt werden.

Von vorrangiger Bedeutung ist das Fütterungsregime. Eine Vielzahl an Erkrankungen ist auf Fütterungsfehler zurückzuführen. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, Fütterungsfehler rechtzeitig aufzuspüren und zu beseitigen. Es sollte auf eine strukturreiche Mischration am Futtertisch geachtet werden, um ein Absenken des pH-Wertes des Pansens zu vermeiden. Die mitunter hohen Kraftfuttermittelgaben am automatischen Melksystem stellen ein nicht zu unterschätzendes Risiko dar und können insbesondere bei Hochleistungskühen leicht Verdauungsprobleme verursachen. Einer Pansenacidose kann am besten mit strukturreichen Grundfütterungen vorgebeugt werden. Strukturreiches Futter fördert die Speichelproduktion, welche im Pansen puffernd wirkt. Tritt eine Pansenacidose ein, ist eine verminderte Futteraufnahme nur die erste Folge. Es schließen sich Fruchtbarkeitsstörungen, Klauenprobleme und Euterentzündungen an. Fehler bei der Futterumstellung können leicht zu gesundheitlichen Problemen bei den Kühen führen.

9.3 Inbetriebnahme

Bei der Inbetriebnahme sollte die gesamte Konzentration auf den Stall und die erforderlichen Arbeiten gerichtet sein. Sie sollte deshalb in eine Zeit ohne Arbeitsspitzen gelegt werden. Alle Bauarbeiten sollten abgeschlossen sein oder zurückgestellt werden.

Die Umstellung auf ein anderes Melksystem stellt für die Milchkuh zunächst eine ungewohnte Situation dar. Das Tier befindet sich in einer Stresssituation, gewöhnt sich schneller oder langsamer an die neue Melkumgebung. In der Regel sind kaum Hilfestellungen beim Melken notwendig. Eine Praxisumfrage auf 16 Betrieben hat gezeigt, dass schon nach drei Tagen ca. 16 % der Tiere selbstständig das automatische Melksystem aufsuchen (FÜBBEKER und KOWALEWSKY 2005) (Abb. 48). In den zwei folgenden Wochen steigerte sich der Anteil der Tiere, die selbstständig zum Roboter gingen, täglich um 5 %. Nach vier Wochen mussten noch 14 % der Tiere zum Melkautomat geführt werden. Ebenfalls wurde festgestellt, dass erstlaktierende Kühe sich wesentlich schneller an einen Melkroboter gewöhnen als ältere Tiere, die schon über einen Melkstand gemolken wurden. Kühe, die am Beginn der ersten Laktation stehen, suchen bereits nach drei Tagen zu 31 % den Melkroboter selbstständig auf. Nach vier Wochen hatte ein Anteil von 99 % keine Probleme den Roboter von sich aus zu betreten (FÜBBEKER und KOWALEWSKY 2005).

Nach etwa zwei Wochen sollten rund zwei Drittel der Tiere selbstständig zum Melkautomaten kommen. Die Umstellungsphase kann sehr zeitaufwendig sein, lässt sich aber – wie oben bereits geschildert – weitestgehend vorbereiten.

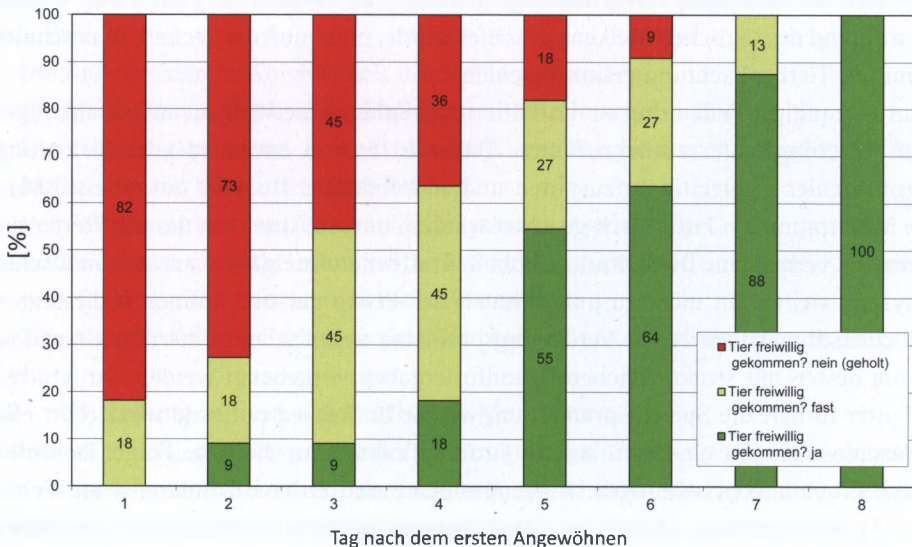


Abb. 48: Verhalten der Tiere in den ersten 8 Tagen nach Melkbeginn im automatischen Melksystem (Grafik: HARMS)

Die Abbildungen 48 bis 50 zeigen, dass die Hilfestellungen sich im Wesentlichen auf das Zuführen zur Melkbox beschränken. Beim Betreten der Melkbox muss nur einzelnen Tieren an den ersten Tagen geholfen werden. Einige Melkboxen ermöglichen ein manuelles Ansetzen, was in der Anlernphase hilfreich ist.

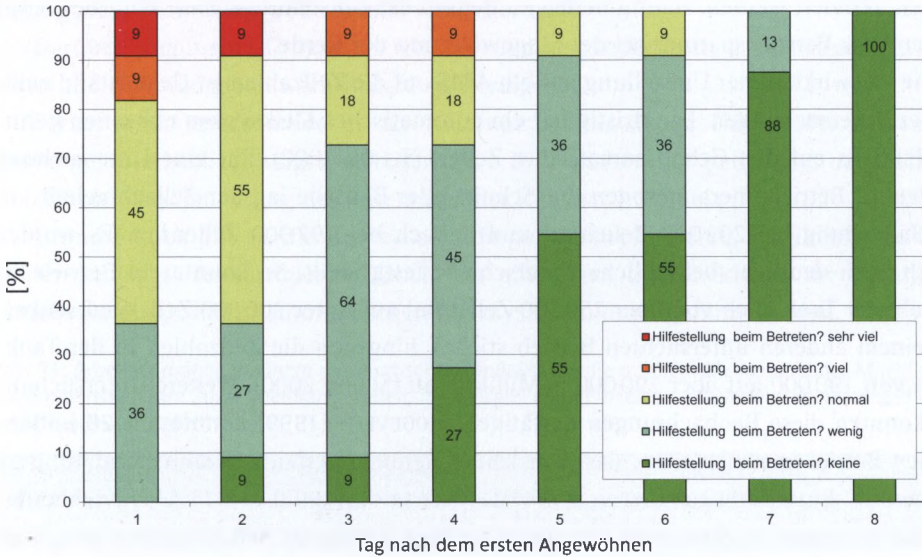


Abb. 49: Hilfestellung beim Betreten der Melkbox in den ersten 8 Tagen nach Melkbeginn (Grafik: HARMS)

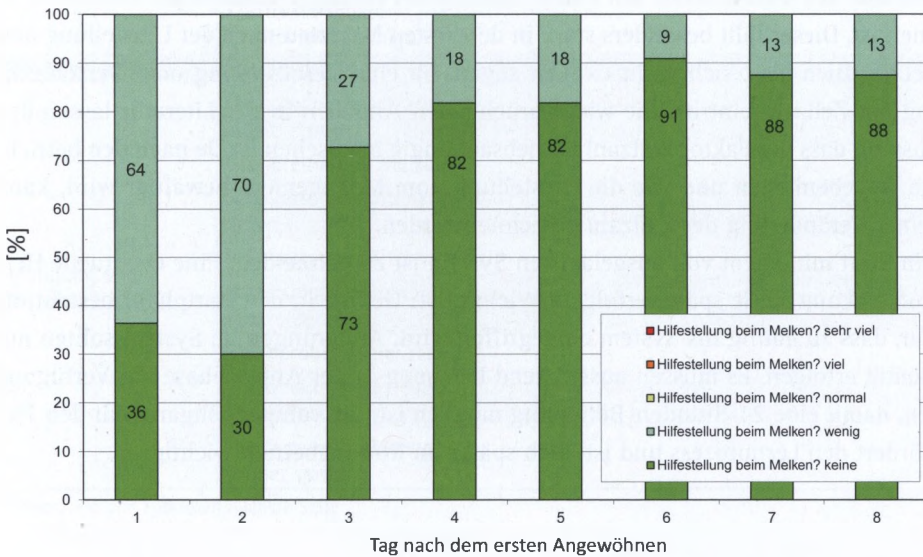


Abb. 50: Die Kühe lernen den Umgang mit Melkrobotern unterschiedlich schnell (Grafik: HARMS)

In die Anlernphase kann ein vorhandener Melkstand mit eingebunden werden. Während dort zunächst weiter gemolken wird, erfolgt die Kraftfuttergabe in der Melkbox. Im Melkroboter können die Zitzenkoordinaten bereits eingelesen oder die Kühe angelert werden. Am eigentlichen Tag der Umstellung muss dann nur noch das automatische Melken aktiviert werden. Häufig helfen zu Beginn der Umstellungsphase Mitarbeiter der Firmen oder Vertriebspartner bei der Eingewöhnung der Herde.

Die Auswirkung der Umstellung auf ein AMS auf die Zellzahlen ist Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Langfristig hat ein automatisches Melksystem nur einen geringen Einfluss auf den Gehalt somatischer Zellen (SCHÖN 2000). Für eine Untersuchung wurden 13 Betriebe herangezogen. Im Schnitt aller Betriebe lag der Zellzahlgehalt vor der Umstellung bei 202 000 Zellen/ml und danach bei 197 000 Zellen/ml. Es wurden jedoch auch deutliche betriebliche Unterschiede festgestellt. So konnte ein Betrieb die Zellzahl der Tankmilch von über 250 000 Zellen/ml auf unter 200 000 Zellen/ml senken. Auf einem anderen untersuchten Betrieb stiegen hingegen die Zellzahlen in der Tankmilch von 190 000 auf über 290 000 je Milliliter an (SCHÖN 2000). Weitere Untersuchungen konnten diese Beobachtungen bestätigen. HOGVEEN (1999) konnte auf 28 holländischen Betrieben nachweisen, dass mit keiner nennenswerten Zellzahlveränderung zu rechnen ist. Eine Untersuchung von KOWALEWSKY et al. (1998) auf 35 Milchviehbetrieben hat hingegen ergeben, dass mit einem leichten Rückgang der Zellzahlen gerechnet werden kann. Bei einer Analyse von 69 Milchviehbetrieben in Dänemark wurde durch RASMUSSEN et al. (2001) festgestellt, dass innerhalb der ersten 12 Monate nach der Inbetriebnahme des Melkroboters mit einem Anstieg des Gehaltes somatischer Zellzahlen zu rechnen ist. Dieser fällt besonders stark in den ersten Monaten nach der Umstellung aus.

Letztendlich lässt sich nicht explizit sagen, ob eine Verbesserung oder Verschlechterung der Zellzahl eintritt. Die widersprüchlichen Angaben in der Literatur lassen den Schluss zu, dass der Faktor Zellzahl betriebsabhängig anzusehen ist. Je nach den betrieblichen Gegebenheiten und wie die Umstellung vom Management bewältigt wird, kann mit einer Veränderung der Zellzahl gerechnet werden.

Ein Start mit einem voll ausgelasteten System ist zu vermeiden. Eine eventuelle Herdenaufstockung sollte später erfolgen. Wichtig ist: Gerade in der Startphase besteht die Gefahr, dass zu häufig ins System eingegriffen wird. Änderungen im System sollten nur vorsichtig erfolgen. Es müssen ausreichend Personen in der Anlernphase zur Verfügung stehen, damit eine 24-Stunden-Betreuung möglich ist. Ein ruhiger Umgang mit den Tieren fördert den Lernprozess und ist auch später im Routinebetrieb wichtig.

9.4 Regelabläufe

Zu den Regelabläufen gehören Tätigkeiten, die täglich ausgeführt werden müssen wie beispielsweise die Kontrolle der Alarmliste, Nachtreiben von „überfälligen Kühen“, Reinigen des Melkbereiches und Kontrolle der Sensoren, Tierkontrolle, Kontrolle der Kraftfuttergaben, Technikkontrolle gemäß Hersteller usw.

Darüber hinaus sind Tätigkeiten wie das Anlernen neuer Tiere, das Behandeln kranker Tiere und EDV-Eingaben nach Bedarf zu erledigen.

Ferner sind, insbesondere in der Anlernphase, bei neuen Tieren oder Systemumstellungen Tierbeobachtungen erforderlich, z. B. Verhalten vor und hinter der Melkbox, Euterform, Verschmutzung des Euters und der Zitzen.

Grundsätzlich gilt es, die Betriebsabläufe gut zu strukturieren, regelmäßig zu überprüfen und ggf. zu korrigieren. Tabelle 21 gibt einen Überblick über die wichtigsten Arbeitsvorgänge, die in automatischen Melksystemen durchgeführt werden.

Tab. 21: Arbeitsvorgänge in einem automatischen Melksystem, die mit dem Melken und der Milchlagerung unmittelbar im Zusammenhang stehen, am Beispiel einer Einzelbox mit Vorwartebereich und Nachselektion (HARMS 2010)

Arbeitsvorgang/ -teilvergange	Arbeitselement (Beispiele) ¹⁰⁾	Häufigkeit [n] je			
		Tag	Woche	Monat	Jahr
Melken ¹⁾					
Rüstarbeiten	Milchfilter wechseln	1			
	Zitzenortung reinigen/ kontrollieren	2			
	Kraftfutterschale kontrollieren/reinigen	1			
Management	Organisation	3			
	Melkmodul, Ansetzarm von außen reinigen	1			
	Grundreinigung Melkbox			1	
	R/D-Vorratsbehälter kontrol- lieren		1		
	R/D-Vorratsbehälter wechseln				4 ²⁾
Reinigung und Desinfektion (R/D)	Reinigungsautomat kontrollieren			1	
	Milchprobenehmer reinigen			1 ³⁾	
	Warteraum/Treibwege abschieben	2			
	Warteraum/Treibwege sauber spritzen	2			

Fortsetzung und Fußnoten nächste Seite

Arbeitsvorgang/ -teilvergange	Arbeitselement (Beispiele) ¹⁰⁾	Häufigkeit [n] je			
		Tag	Woche	Monat	Jahr
Wartung der Melktechnik	Zitzengummis wechseln			1 ⁴⁾	
	Melkvorgang kontrollieren	2			
	Dichtungen und milchführende Gummiteile wechseln				4 ²⁾
	Lufteinlass Pulsatoren prüfen und reinigen			1	
	Regeleinheit prüfen und reinigen			1	
	Vakuumpumpe (Ölstand, Keilriemenspannung, Wasserqualität)			1	
Sonderarbeiten Melken	Jungkühe einmelken			unregelmäßig	
	Kannenkühe melken			unregelmäßig	
	Fixierung von Kühen			unregelmäßig	
	Schalmtest bei Einzelkühen			unregelmäßig	
	Behandlungen			unregelmäßig	
	Oxytocingabe			unregelmäßig	
	Tiere trockenstellen			unregelmäßig	
	Durchführung/Mehraufwand MLP				1 ⁵⁾
	Nachselektion			unregelmäßig/automatisch	
	überfällige/krankte Kühe holen	2 ⁶⁾			
	Wegstrecken			unregelmäßig	
Warte-/Rastzeiten			unregelmäßig		
Milchlagerung					
Tankarbeiten	Reinigung des Milchtanks kontrollieren	0,5 ⁷⁾			
	R/D-Vorratsbehälter wechseln				4 ²⁾
	Reinigungsautomat kontrollieren			1	
Milchlagerraumarbeiten	Kühlvorgang kontrollieren	2 ⁶⁾			
	Milchlagerraum reinigen	0,5 ⁸⁾			
Wartung Milchkühlung ⁹⁾	Kühlaggregat auf Verschmutzung prüfen + säubern			1	

1) 60 zu melkende Kühe; vierreihiger Liegeboxenlaufstall, Trockensteher im gleichen Gebäude, Spaltenboden, Hochboxen; technische Ausstattung: automatisches Zitzenreinigen, stimulieren, ansetzen, abnehmen, dippen; 2-tägige Milchlagerung, automatische Tankreinigung.

2) Zeitpunkt bei Bedarf.

3) Nach Milchprobenahme.

4) Gummi: 800 h, Silikon: 2 000 h.

5) Nach Vorgaben des LKV.

6) Morgens, abends (evtl. mittags).

7) Nach Reinigung.

8) Nach Milchabholung.

9) Nur wesentliche Elemente. Detaillierte Beschreibung siehe Tabelle 22.

10) Soweit nicht anders vermerkt, ist der Zeitpunkt der Durchführung frei wählbar.

Die Regelabläufe sind vom eingesetzten Fabrikat abhängig. Bei Entwicklung der betriebsindividuellen Arbeitsroutinen sind vom Hersteller angebotene Protokolle und Managementhinweise zu berücksichtigen. Beratungsangebote vom Hersteller und der Betriebsberatung sollten in Anspruch genommen werden.

Hinsichtlich der Kontrollarbeiten sind folgende Vorgänge notwendig:

Am Tagesbeginn steht zunächst die Kontrolle der Daten. Grenzwertüberschreitungen und starke Veränderungen der Milchmenge, der Anzahl an Melkungen, misslungene Ansetzversuche und Verweigerungen sowie spezifische Indikatoren wie die Leitfähigkeit werden am PC kontrolliert und tierindividuell analysiert (Abb. 51). Danach erfolgt die gezielte Kontrolle der nach Datenanalyse auffälligen Kühe, aber auch die Kontrolle aller Tiere der Herde. Parameter wie Lahmheiten, Ausfluss und abnormales Verhalten werden geprüft. Vier Kontrollgänge sind täglich einzuplanen: zwei intensive (am Morgen und am Nachmittag) und zwei kurze (am Mittag und am Abend). Mit dem Kontrollgang kann die Boxenpflege verbunden werden. Sie erfolgt zwei- bis dreimal täglich.

Nachtreiben

Kühe, die mehr als 14 Stunden Zwischenmelkzeit haben oder den Melkroboter nicht von allein regelmäßig aufsuchen, müssen nachgetrieben werden. Nur so lassen sich hohe Melkfrequenzen und entsprechende Systemleistungen bei guter Tiergesundheit erzielen. Darüber hinaus erfolgt mit dem Nachtreiben die Kontrolle kritischer Tiere. Außerordentlich hohe Zwischenmelkzeiten oder starke Veränderungen können auf gesundheitliche Probleme des Tieres oder auf Probleme des Systems hinweisen und bedürfen der besonderen Kontrolle. Überbelegung des Stalls, enge Laufgänge, falsche Einstellungen der Melkberechtigung oder falsche Kraftfutter-Einteilung/Einstellung können Ursache für einen erhöhten Anteil an Kühen sein, die einzeln nachgetrieben werden müssen.

Frisch zu melkende Kühe sind, wie hochleistende Tiere, bevorzugt zu behandeln. Je Rundgang sollten nicht mehr als 5 Tiere nachgetrieben werden, da diese sonst den Routinebetrieb vor der Box behindern. Müssen mehr als fünf Tiere nachgetrieben werden, sind die Ursachen zu prüfen und zu beheben (DLG 2010).

Nachtreibearbeiten schließen bei automatischen Melksystemen mit Weide das Holen der Tiere von der Weide mit ein. Der Arbeitszeitbedarf für das Holen kann in Abhängigkeit von der Weideentfernung und dem Lenkverhalten der Tiere erheblich sein. Auf dem Markt werden Weideroboter angeboten, die als Nachtreibehilfe arbeiten.

The screenshot shows the 'Kuh-Monitor' (Cow Monitor) software interface. At the top, there are navigation buttons for 'Überwachung & Kontrolle', 'Alarme', 'Verwaltung', 'Favoriten', 'Werkzeuge', 'Hilfen', and 'Hilfe'. Below this is a menu bar with 'Kuh-Monitor' selected. The main area contains a large table with the following columns: 'Allgemein' (Cow ID, milking status), 'Zähler (Zitzenabgabe)' (LV, RV, LH, RH), 'Laktationsphase' (LV, RV, LH, RH), 'EBC (ppm)' (LV, RV, LH, RH), 'Melkintervalle 3 Tageintervalle', 'Melkintervalle', 'Letzte Melkzeit', 'Unvollständig' (LV, RV, LH, RH), '% erw. Milmenge' (LV, RV, LH, RH), and 'Abge' (LV, RV). The table lists data for numerous cows, with some rows highlighted in yellow or red to indicate critical values. At the bottom, there are buttons for 'Druck anzeigen', 'Speichern', 'Zurücksetzen', and 'Alle zurücksetzen'. The system date is shown as 06.03.2008 and the time as 12:04.

Abb. 51: Die zu den AMS gehörige Software zeigt kritische Werte einzelner Kühe (TAUTE 2008)

Wartungs- und Pflegearbeiten

Zu einer kontinuierlichen Gewährleistung optimaler Milchqualität gehört die Kontrolle der Melktechnik: Beobachtung von Störungen beim Melkzeug, Routinearbeiten wie Zitzengummiwechsel, Reinigungsmittelkontrolle, Schmierung der Vakuumpumpe usw. Die regelmäßigen Wartungs- und Pflegearbeiten gewährleisten den reibungslosen Betrieb der Anlage. Schieberdichtungen, Rohrkupplungen, Gummiteile und Undichtigkeiten (Melk-/Luftleitung) sind regelmäßig zu prüfen. Potenzialausgleich und Elektroverkabelung sind einer Sichtprüfung zu unterziehen. Vorräte wie Reinigungs- und Desinfektionsmittel, Gummiersatzteile, Vakuumpumpenöl und Milchfilter sind regelmäßig zu kontrollieren und nachzubestellen. Tabelle 22 ist zu entnehmen, welche Wartungs- und Pflegearbeiten in welchen Abständen durchzuführen sind.

Tab. 22: Wartungs- und Pflegearbeiten am Melkroboter durch den Landwirt (HARMS 2010)

Kontrollpunkt	Wartungs- oder Pflegearbeit ¹⁾	Häufigkeit der Arbeit			
		täglich	wöchentlich	monatlich	bei Bedarf
Regeleinheit/ Frequenz- steuerung	Vakuumpumpe				
Pulsatoren	Funktionskontrolle				
Melkzeug	Dichtigkeit und Lufteinlass prüfen, Gummiteile prüfen und defekte Teile tauschen				
Reinigungs- automat	Dosierung R/D-Mittel und Temperaturen prüfen				
Milchkühlung	Temperatur und Zeit des Kühlverlaufs kontrollieren, automatische Reinigung kontrollieren				
Regeleinheit	Schaumstofffilter reinigen				
Vakuumpumpe	Ölstand, -dichte, -ventile kontrollieren				
Vakuumentank	Entwässerungsventil prüfen und evtl. reinigen				
Pulsatoren	Frischlufthilfeprüfung auf Verschmutzung prüfen und säubern oder evtl. Filter wechseln				
Milchkühlung	Kühlaggregat auf Verschmutzung prüfen und säubern				
Reinigungs- automat	Ansaugleitung/-pumpe, Reinigungs- und Desinfektionsmittel prüfen und ggf. reinigen				
Regeleinheit	zerlegen und reinigen				
Vakuumpumpe	Keilriemenspannung prüfen, Lüfterrad reinigen				
Steuerventile	Torsteuerungen und Ansetzarm prüfen				
Abnahme- automatik	Abnahmeeinheit (Seile, Zylinder, Mechanik) prüfen (Funktion, Verschleiß)				
Milchmengen- messgerät (je nach Mess- verfahren)	Funktion d. Messkammerventile prüfen, Vakuumpumpe prüfen und ggf. entwässern				
Reinigungs- automat	Wasserfilter prüfen und ggf. reinigen, Filterelemente und Luftinjektor reinigen				
Vakuumpumpe	entkalken				
Luftleitung	bei Verschmutzung/Milcheintritt reinigen				
Melkzeuge	Zitzengummis und kurze Milchschräuche austauschen				
Milchmengen- messgerät	Messgenauigkeit prüfen und einstellen				2)

1) Die Arbeiten können je nach Fabrikat variieren.

2) Kontrolle durch Landeskontrollverbände.

BONSELS (2011) beschreibt die häufigsten wartungsbezogenen Managementfehler, die beim Betrieb eines Melkroboters in der Praxis zu beobachten sind:

- Kraftfuttergabe – Dazu gehört eine regelmäßige Kalibrierung, vor allem nach einem Futterwechsel. Darüber hinaus ist eine tierindividuelle Einstellung notwendig. Kraftfutteranrecht und -abruf sind über die Software zu überprüfen und einzustellen.
- Zitzenerkennung – Kameras und Laser können verschmutzen. Die Funktion ist dann eingeschränkt und wertvolle Zeit geht verloren. Deshalb sind die Sensoren sauber zu halten.
- Zitzengummis – Standard-Zitzengummis müssen nach 2 500 Melkungen gewechselt werden, das entspricht alle zwei Wochen. Bei Silikon-Zitzengummis erfolgt der Austausch nach 10 000 Melkungen, also alle zwei Monate. Werden die Herstellerangaben missachtet, bleiben Restmilchmengen im Euter und Gesundheitsstörungen der Tiere sind die Folge.
- Zitzenreinigung und -desinfektion – Euterbürsten können Erreger direkt von Euter zu Euter übertragen. Zur Vorbeugung von Krankheiten sind verschlissene Bürsten zu wechseln und die Bürsten zu reinigen.
- Zwischendesinfektion – Damit die Melkzeuge optimal desinfiziert werden, müssen, je nach Fabrikat, die Filter regelmäßig gewechselt werden, die Temperaturen der Heißdampfreinigung kontrolliert, die Entkalkungsanlagen gepflegt und die Effizienz der Reinigung mit Tupferproben aus dem Zitzengummikopf und -schaft überprüft werden.
- Milchabholung – Wenn kein Puffertank vorhanden ist, kann der Roboter während des Abpumpens der Milch in den Milchtankwagen nicht melken. Der Fahrer des Sammelwagens muss darüber informiert werden, was er zu beachten hat, damit der Melkprozess nach dem Abtanken wieder gestartet werden kann.
- Reinigungs- und Desinfektionsmittel – Falsche Konzentrationen und die Verwechslung von Mitteln können die Gesundheit der Tiere gefährden. Füllstände sind deshalb täglich zu kontrollieren und die Anschlüsse der Behälter an die entsprechenden Dosierer zu prüfen.
- Bevorratung – Die wichtigsten Verbrauchsstoffe und Hilfsstoffe wie Filter und Desinfektionsmittel sind vorrätig zu halten, damit im Bedarfsfall sofort gehandelt werden kann.

Pflege der Liegeboxen

Durch die Auflösung der Stoßzeiten bei automatischen Melksystemen sind in Liegeboxenlaufställen die Liegeboxen ganztägig belegt. Ihre Pflege gestaltet sich dementsprechend schwieriger als in Ställen mit konventioneller Melktechnik. Dennoch werden auch hier die Kühe bei der Vorlage des Futters zum Aufsuchen des Futtertisches motiviert, weshalb dies ein günstiger Zeitpunkt zum Säubern und Nachstreuen ist. Alternativ können diese Arbeiten während des Nachtreibens erfolgen (DLG 2010).

9.5 Einstellungen der Anlagen

Über verschiedene Einstellungen kann der Betrieb des automatischen Melksystems gesteuert werden. Welche Möglichkeiten bestehen, wird im Folgenden geschildert.

Melkberechtigung

Die Melkberechtigung einer Kuh wird primär nach der zu erwartenden Milchmenge und/oder nach der Zwischenmelkzeit erteilt. Daraus folgt, dass Tiere mit einer hohen Tagesleistung häufiger und Kühe mit geringerer Milchmenge weniger häufig gemolken werden.

Zwischenmelkzeiten

Zwischenmelkzeiten sollten so gleichmäßig wie möglich verteilt sein und max. 14 Stunden betragen (Abb. 52). Gleichzeitig sollten sie nicht kürzer als 7–8 Stunden sein. Die Gemelksmenge sollte möglichst mehr als 10 kg Milch erreichen. Die Zwischenmelkzeiten lassen sich jedoch nur eingeschränkt über eine Änderung der Einstellung am Melkautomat steuern. Auftretende Unregelmäßigkeiten sind mit Maßnahmen, die Einfluss auf den Kuhverkehr haben (Futternvorlage, Selektionseinrichtung, Beleuchtung, Rutschfestigkeit des Bodenbelags usw.), zu regeln.

Zitzennachbehandlung

Das Behandeln der Zitzen erfolgt beim Melkautomaten über eine am Roboterarm oder im Boden befindliche Düse, indem das Mittel an die Zitzen gesprüht wird. Im Gegensatz zum Dippen mit dem Dippbecher in konventionellen Melkständen ist der Mittelverbrauch höher und der Einsatz von Dippmitteln bleibt auf sprühfähige Produkte beschränkt. Außerdem ist die Genauigkeit des Auftragens geringer. Die Mittelmenge kann eingestellt werden. Auf die Zitzennachbehandlung sollte nicht verzichtet werden, da die Zitzen durch das mehrmalige Melken stark beansprucht werden.

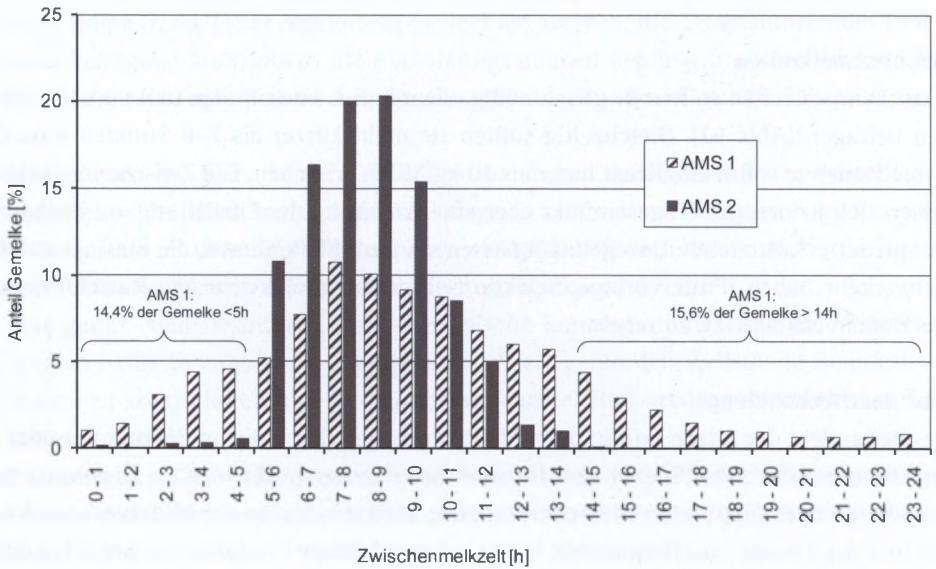
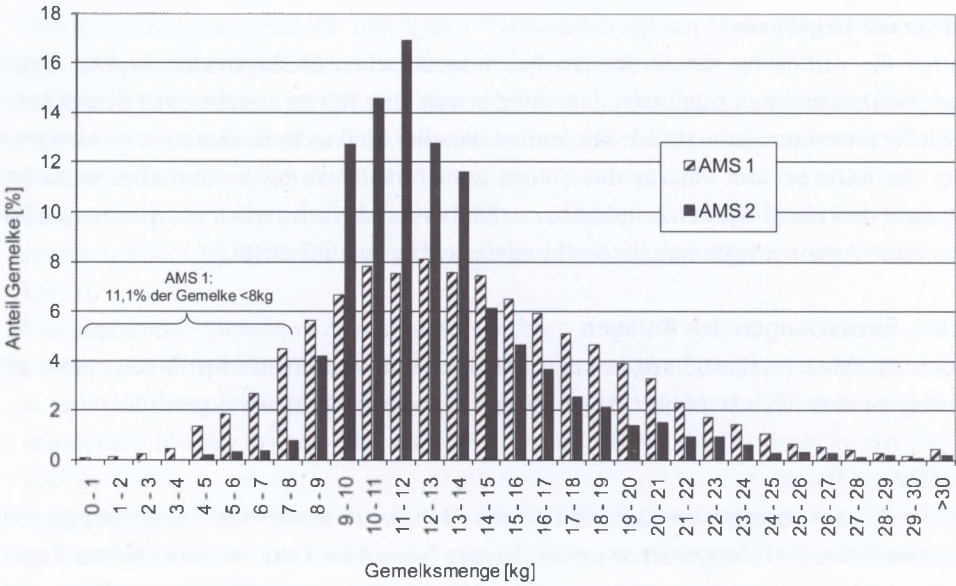


Abb. 52: Histogramm mit Milchmengen (oben) und Zwischenmelkzeiten (unten) bei zwei verschiedenen AMS (Grafik: REINECKE)

Reinigung

Die Hauptreinigung der milchführenden Teile erfolgt bei den meisten automatischen Melksystemen dreimal täglich. Dies geschieht in der Regel vollautomatisch. Die Außenreinigung des AMS (Stand, Melkzeug usw.) muss von Hand erfolgen und sollte täglich durchgeführt werden. Die Reinigung kann nach Häufigkeit und Zeitpunkt eingestellt werden, Änderungen sollten mit einem Fachmann abgestimmt werden. Zwischenreinigungen/Sonderreinigungen oder Spülungen können nach Bedarf eingestellt werden.

Kraftfutter

Vor allem bei Färsen und Kühen mit hohem Milchfluss kann es vorkommen, dass die Melkdauer nicht zur Aufnahme des Kraftfutters reicht. Sie werden nach dem Öffnen der Tore von den nachrückenden Tieren aus der Melkbox gedrängt, sodass im Trog Restfutter verbleibt. Mit der Kopplung des Futterzuteilungsendes an die Abnahme des ersten Melkbechers wird dies vermieden. Zudem bestehen Einstellungsmöglichkeiten des Roboters, die in diesen Fällen dem höheren Zeitbedarf für das Fressen Rechnung tragen und eine Nachlaufzeit gewähren (BONSELS 2010).

9.6 Behandlung von Tieren

Behandlungen am Tier wie die routinemäßige Klauenpflege, die Besamung, die Tierkennzeichnung und das Enthaaren der Euter werden regelmäßig durchgeführt. Dazu kommen Maßnahmen im Bedarfsfall, z. B. tierärztliche Maßnahmen im Krankheitsfall. Vor der Behandlung steht das Finden der Kuh oder die Zusammenstellung der Gruppe. Die Selektionsmöglichkeiten des automatischen Melksystems unterstützen den Tierhalter dabei. Sie haben den Nachteil, dass der nächste Melkgang des Tieres bzw. des letzten Tieres der Gruppe abgewartet werden muss. Da sich viele Arbeiten planen lassen, ist dies in der Regel kein Problem und die Behandlung lässt sich ohne Störung der anderen Tiere durchführen. Ergänzend bieten Fixierungsmöglichkeiten für alle Kühe oder große Gruppen eine schnelle Übersicht, die allerdings mit einer gewissen Unruhe im Stall verbunden ist. Die Suche eines nicht speziell, z. B. durch Farbe, gekennzeichneten Einzeltieres im Stall gestaltet sich in der Regel noch schwer. Ortungssysteme und Markierungseinrichtungen zur Überwachung der Tiere werden aber bald Einzug in die Praxis finden.

Bei der Gabe von Medikamenten ist auf deren Wirkzeiten (12 h) zu achten. Durch geeignete Einstellungen im Managementprogramm des AMS wird der Zugang behandelte Tiere zum Melken verhindert, damit die Medikamente nicht durch zu frühes Melken aus dem Euter entfernt werden.

Euterbehandlungen können nur nach dem Melken im AMS durchgeführt werden. Das Tier ist daher vorher von der Melkberechtigung auszuschließen, damit es zum gewünschten Zeitpunkt melkberechtigt ist und eine Behandlung erfolgen kann.

Die Behandlung kann je nach ihrer Art im Liegebereich, am Selbstfangfressgitter, in der Selektionsbucht oder im Klauenpflege- und Behandlungsstand durchgeführt werden. Behandlungsstände bieten den größten Arbeitsschutz und -komfort.

9.7 Eingliederung von Färsen und Kühen

Tiere, die zuvor konventionell gemolken wurden, können, im Gegensatz zu Tieren, die bereits an automatische Melksysteme gewöhnt sind, nicht so gut eingegliedert werden.

Vor der Eingliederung sind die Euter zu scheren bzw. abzuflammen. Die Daten der Tiere sind vor dem Abkalben in das System einzugeben.

Die Eingliederung von Färsen geschieht normalerweise in 3–5 Tagen. Sinnvoll ist es, die Tiere schon drei Wochen vor dem Abkalben in der Herde mitlaufen zu lassen; ggf. sollten die Färsen deshalb beim Zukauf noch tragend sein.

Es bietet sich an, das „Anfüttern“ der Tiere über die Melkbox umzusetzen. Gewisse Tätigkeiten wie „Melkarm unter das Tier fahren ohne zu melken“ und „Besprühen mit Sitzendesinfektionsmittel“ sind sinnvoll für die Eingewöhnung. Werden schon im Jungviehstall Selektionstore angeboten, fällt den Tieren die Umstellung an die Technik im Milchviehstall leichter.

Nach dem Kalben kann direkt in der Melkbox oder mit einem Melkzeug im Abkalbbereich gemolken werden. Bei Letzterem ist eine zusätzliche Reinigung des Melkroboters nicht erforderlich. Die zur Bestandsergänzung einzugliedernden Tiere haben die Möglichkeit, von anderen, bereits eingeübten Tieren, den Umgang mit der Technik zu lernen.

Die erste Melkung sollte auf jeden Fall beobachtet werden. Dies gilt auch für Tiere, die nach der Abkalbung wieder an das automatische Melksystem „zurückkehren“. Häufig ist es notwendig, das AMS wieder an das Euter anzupassen. Zusätzlich muss die Kolostralmilch separat abgeleitet und eine Reinigung durchgeführt werden.

Da jede zur Herde hinzugefügte Kuh wieder ihre Rangordnung finden muss, sind häufige Gruppenwechsel zu vermeiden.

9.8 Vorzeitiges Trockenstellen

Wenn bei Kühen am Ende ihrer Laktation der Nährstoffbedarf über den Futtertisch gedeckt werden kann, sinkt die Motivation der Tiere zum Aufsuchen der Melkbox. Die Besuche finden seltener und unregelmäßiger statt. Es ist sinnvoll, diese Tiere vorzeitig trockenzustellen, um die Gesundheitsvorsorge zu verbessern, die Melkboxen zu entlasten und um den Arbeitszeitbedarf für das Nachtreiben gering zu halten (DLG 2010). Gleichzeitig sollte in diesem Fall an eine andere Fütterungsstrategie gedacht werden, z. B. Bildung von zwei Futtergruppen oder Einbau einer Kraftfutterstation.

9.9 Maßnahmen bei Störfällen

Bei regelmäßiger Wartung arbeiten Melkroboter in der Regel störungsfrei. Bei Störfällen erhält der Landwirt eine Mitteilung auf sein Telefon. Dabei kann nach Wichtigkeit der Störung/Meldung unterschieden werden. Ist ein Fehler aufgetreten, der den Betrieb des Melkroboters nicht mehr erlaubt, gibt es einen sofortigen Alarm. Ist hingegen, z.B. bei fehlender Mittel für die Zitzenbehandlung, die Dringlichkeit geringer, kann eine Benachrichtigung des Landwirts – insbesondere wenn dieses Problem nachts erkannt wird – auf die Morgenstunden verlegt werden. Häufig kann die Fehlfunktion vom Landwirt behoben werden. Bei schwierigeren Fällen muss ein Servicetechniker gerufen werden. Es gibt die Möglichkeit per Ferndiagnose eine erste Analyse durchzuführen. Fernwartungen sind ebenfalls möglich. Die Nutzung von Webcams hilft das System auch von außerhalb zu kontrollieren. Die Ausfallzeit sollte nicht mehr als drei Stunden betragen.

9.10 Arbeitszeitbedarf

Das Melken ist bei konventioneller Melktechnik arbeitsintensiv und beträgt oft ein Drittel bis mehr als die Hälfte des Arbeitszeitbedarfs (Tab. 23). Die Angaben zu den Haltungsverfahren sind nur zum Teil vergleichbar. Den abgesicherten Einfluss des Melkverfahrens verdeutlicht Tabelle 24. Der Vergleich zwischen den Melkverfahren zeigt eine jährliche Arbeitszeiterparnis von 7,6 AKh/Tier und liegt im Bereich von Praxiserhebungen (KOWALEWSKY und FÜBBEKER 2003, HÖMBERG und HOFFMANN 2003, OVER et al. 2004, SCHICK 2000). Bezogen auf den Gesamtarbeitszeitbedarf entspricht dieser Wert etwa 25 %.

Neben dem Melken werden immer mehr Arbeitsvorgänge automatisiert. Automatische Melksysteme lassen sich mit diesen neuen Techniken häufig gut kombinieren. Beispielhaft ist das automatische Heranschieben von Futter zu nennen. Untersuchungen aus der Schweiz (GROTHMANN und NYDEGGER 2010) haben gezeigt, dass in einem Milchviehstall mit 60 Kühen durch die Automatisierung des Futternachschiebens täglich 35 Minuten Arbeitszeit gespart werden können, was im Jahr 3,5 Stunden je Kuh beträgt. Positive Nebeneffekte sind: immer frisches Futter und zusätzliche Anlässe für die Kuh, den Futtertisch und damit evtl. auch die Melkbox aufzusuchen.

Tab. 23: Arbeitszeitbedarf verschiedener Liegeboxenlaufställe mit perforierten Laufgängen (KTBL 2012)

Haltungsverfahren	Tierplätze (TP)	Arbeitszeitbedarf					
		insgesamt ¹⁾	melken	füttern	ein-streuen	ent-misten	sonstige Arbeiten ²⁾
Dreireihig, 2 x 6 FGM	64	39,0	24,7	9,3	0,4	1,0	3,6
Vierreihig, AMS	64	28,2	13,9	9,3	0,4	1,0	3,6
2 x zweireihig, 2 x 6 FGM	120	29,6	19,0	6,4	0,2	1,0	3,0
Vierreihig, AMS	128	22,2	10,7	7,3	0,2	1,0	3,0

¹⁾ Ohne Wirtschaftsdüngerausbringung, Einstreubergung und Weidepflege.

²⁾ Reinigungsarbeiten, Reproduktionsarbeiten, Tierarzt- und Geburtshilfe.

FGM = Fischgräten-Melkstand

Tab. 24: Arbeitszeitbedarf für Standardabläufe in Verbindung mit dem Melken und der Milchlagerung in einem Liegeboxenlaufstall mit 70 Kühen und einer jährlichen Milchleistung von 9 000 kg (MORIZ 2002, KOWALEWSKY und FÜBBEKER 2003)

Arbeitsvorgang	Einheit	Automatisches Melken	Konventionelles Melken
		Einboxanlage	2 x 6 Fischgräten-Melkstand
Melken vorbereiten	AKmin · d	3	21
Melken	AKmin · d	23	151
Tierkontrolle	AKmin · d	19	17
EDV-Arbeiten	AKmin · d	37	4
Melkstand reinigen	AKmin · d	26	35
Neue Tiere anlernen	AKmin · d	6	2
Kranke Tiere behandeln	AKmin · d	8	4
Fehlerbeseitigung/Wartung	AKmin · d	15	3
Milchtank/Puffertank reinigen	AKmin · d	8	2
	AKmin · d	145	239
Summe absolut	AKmin/(Tier · d)	2,07	3,41
	AKh/(Tier · a)	12,60	20,74
Summe relativ	%	61	100

Höherer Arbeitszeitbedarf besteht in Sondersituationen, z.B. in der Umstellungsphase. Für die Umstellungsphase sollte der Landwirt etwa zwei Wochen einplanen. Die Mehrzahl der Tiere findet sich nach einer Woche im System zurecht. Der Betriebsleiter muss eine weitere Woche einplanen, um seine Abläufe an die neue Situation anzupassen. Nach einem Monat, teilweise auch erst nach drei Monaten, sinkt der Arbeitszeitbedarf dann deutlich. Je nach Betrieb pendelt sich die Arbeitszeit nach 6 bis 12 Monaten auf den Endwert ein. Erst dann sind Mensch und Tier mit der Technik voll vertraut und auf das System abgestimmt. Auch die bei der Umstellung trockengestellten Kühe haben sich dann an das neue System gewöhnt (DLG 2010).

10 Betriebswirtschaftliche Bewertung

10.1 Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion – Wer investiert heute noch in einen Milchviehstall?

In den folgenden Modellrechnungen wird die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes automatischer Melksysteme bei verschiedenen Bestandsgrößen im Vergleich mit entsprechenden konventionellen Melksystemen untersucht, indem die Produktions- und die Gewinnschwelle ermittelt wird. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist das Erreichen der Produktionsschwelle notwendig, um bei einem Preiseinbruch die Produktion in bestehenden Anlagen fortzusetzen, ebenso das Überschreiten der Gewinnschwelle, um die Kapazitäten zu erneuern oder auszudehnen, d. h. um zu investieren.

Produktionsschwelle

Gerade angesichts stark schwankender Milchpreise stellt sich einzelbetrieblich zunächst die Frage, ob die Produktionsschwelle erreicht wird. Sie stellt die Preisuntergrenze dar und liegt bei etwa 20 ct/kg Milch, denn darunter wären die variablen Kosten oder Direktkosten nicht mehr gedeckt (Tab. 25). Bei längeren Phasen mit Milchpreisen unter 20 ct/kg Milch sollte auch kurzfristig reagiert werden und über die Einschränkung der Milchproduktion nachgedacht werden, z. B. indem vermehrt leistungsschwache, kränkelnde und alte Kühe geschlachtet werden und gleichzeitig Jungkühe für die zu erwartende Phase mit höheren Preisen herangezogen werden. Je nachdem wie flexibel der Einzelbetrieb im Einsatz der Produktionsfaktoren reagieren kann, verändert sich die Produktionsschwelle. Die Produktionsschwelle ist niedrig, d. h. die Milchproduktion wird auch bei niedrigen Milchpreisen weitergeführt, wenn die Futterflächen nicht alternativ genutzt werden können, für die Stallgebäude keine anderen Nutzungsmöglichkeiten bestehen oder die Arbeitskräfte nicht anderweitig eingesetzt oder durch Kündigung freigesetzt werden können. Können Futterflächen für den Marktfruchtbau genutzt oder Pachtverträge für Futterflächen, Mietverträge für Ställe sowie Arbeitsverträge gekündigt werden, dann wird bereits bei relativ hohen Milchpreisen die Milchproduktion eingestellt. Diese Erläuterungen vorweg dienen dazu, einerseits die im Folgenden unterstellten Modelle mit Holstein-Friesian-Kühen und ganzjährige Stallhaltung vorzustellen, aber auch um darzustellen, wie knapp in der Milchproduktion kalkuliert werden muss (Tab. 25). Bei Zweinutzungsrassen und anderen Haltungssystemen sind neue Leistungs-Kostenrechnungen zu erstellen. Bei den Modellen werden optimale Bedingungen hinsichtlich der Produktionsverfahren unterstellt.

Gewinnschwelle

Die Gewinnschwelle markiert den Mindestmilchpreis und wird auch als langfristige Preisuntergrenze bezeichnet. Investitionen in neue Technik lohnen sich nur dann, wenn die Gewinnschwelle erreicht wird. Dies gilt gleichermaßen für Umbauten als auch für Neubauten. Bei Umbauten wird von einem bereits eingerichteten Milchviehbetrieb ausgegangen, sodass die Gebäudehülle samt Einrichtung und Tieren vorhanden ist und lediglich das Melkhaus bzw. die Melktechnik erneuert wird. Damit fallen geringere Kosten an als beim Neubau, bei dem das gesamte Gebäude (Hülle, Entmistung, Fütterung und Melktechnik) errichtet wird.

Tab. 25: Produktionsschwelle und Gewinnschwelle der Milchproduktion (LELF 2009, KTBL 2012)

Leistungs-/Kostenart	Milchleistung – absolut/verkauft kg ECM/(Tier·a)		
	8 000/7 459	9 000/8 359	10 000/9 259
	Betrag €/ (TP·a)		
Direktkosten			
Aufzuchtferse ¹⁾	370	370	370
Grobfutter	543	580	616
Kraftfutter ²⁾	386	429	472
Mineralfutter, sonstige Futtermittel(-zusätze)	98	120	142
Tierarzt/Medikamente	85	105	120
Deckgeld/Besamung	45	50	55
Energie, Wasser, Brennstoffe	92	96	96
Sonstiges	65	80	95
Zinskosten	34	37	39
Summe Direktkosten	1.718	1.867	2.005
		ct/kg ECM	
Produktionsschwelle ³⁾	19,8	19,5	19,1
		€/Tier ⁴⁾	
Arbeit ⁵⁾	405		
Maschinen und Technik	136		
Jährliche Gebäudekosten	422		
Sonstiges (Lieferrechte, Beiträge, Gebühren)	35		
Gesamtkosten	2.716	2.865	3.003
		ct/kg ECM	
Gewinnschwelle ⁶⁾	33,2	31,4	29,9

1) 1.000 € je Aufzuchtferse. 2) 1,75 €/t. 3) Produktionsschwelle = variable Produktionskosten (Direktkosten abzüglich Altkuh- und Kälbererlös (... €)/verkaufte Milchmenge (... €)).

4) Weitere Kosten (Arbeit, Technik und Stall - Referenzsystem mit 200 Kühen).

5) Ca. 27 AKh/Tier·15 €/h.

6) Gewinnschwelle = Gesamtkosten abzüglich Altkuh- und Kälbererlös (... €)/verkaufte Milchmenge (... €).

ECM = Energie-korrigierte Milchmenge

Bei Neubauten liegt der notwendige Mindestpreis für die Milch bei 29,9 bis 33,2 ct/kg Milch (Tab. 25). Aus wirtschaftlichen Gründen werden bei einer Investition oft größere Einheiten angestrebt, um die Kostendegression ausnutzen zu können; dazu wird gezielt nach einer kostengünstigen Arbeiterledigung gesucht. Letzteres wird unter Umständen durch AMS ermöglicht.

Weitergehende Betrachtungen zeigen, dass auch bei Umbauten noch hohe Mindestpreise von 27 bis 30 ct/kg Milch notwendig sind. Umbauten liegen damit nur mit etwa 3 ct/kg Milch unter der Gewinnschwelle von Neubauten. Dieser Unterschied kann jedoch über die Wirtschaftlichkeit einer Milchviehanlage entscheiden. Weiterhin sind die von der EU gewährten Direktzahlungen zwar einkommenswirksam, da diese „Prämien“ inzwischen jedoch von der Produktion entkoppelt sind, sind sie nicht geeignet, um Strukturdefizite auszugleichen.

Abgesehen von einem wünschenswerten möglichst hohen Milchpreis, den der Landwirt als typischer Mengenanpasser jedoch kaum beeinflussen kann, sollte sich der Einzelbetrieb auf seine Stärken konzentrieren. Kostengünstige Um- oder Neubaulösungen, hohe Leistungen beim Milchertrag, aber auch andere Parameter, wie das Lebensalter der Kühe und vor allem arbeitswirtschaftlich günstige Technologien können die Milchproduktion als einen weiterhin wirtschaftlichen Betriebszweig ausweisen. Vor allem arbeitswirtschaftlich günstige Technologien sollen nachfolgend näher untersucht werden.

Die AMS wurden in den letzten Jahren technisch weiterentwickelt. Gleichzeitig sind die Melkroboter billiger geworden und zwar im Durchschnitt um 43.540 € pro Box bzw. 31 % im Zeitraum zwischen 2005 und 2012 (Tab. 26). Dies ist umso beachtlicher, da der Baupreisindex in diesem Zeitraum um ca. 15 % gestiegen ist, sodass der Abstand zur „normalen Preisentwicklung“ etwa 45 % beträgt. Deshalb muss die Wettbewerbsfähigkeit der unterschiedlichen Melksysteme untersucht werden: einerseits Einbox- und Mehrboxenanlagen (Tab. 27), andererseits die Referenzsysteme Melkstand und Melkkarussell.

Tab. 26: Preisentwicklung bei AMS (2005–2012)

Merkmal	Einheit	Einboxanlage (Anzahl Boxen)		Mehrboxenanlage (Anzahl Boxen)		
		1	2	2	3	4
		70	140	Tierplätze (TP)		
				125	170	200
Preisstand 2005 ¹⁾	€	168.483	322.354	289.382	388.299	436.658
Marktumfrage 2010 ²⁾	€	137.000	241.000	211.000	271.000	331.000
Preisstand 2012 ³⁾	€	132.000	221.000	191.000	246.000	301.000
Differenz						
gesamt	€	-36.483	-101.354	-98.382	-142.299	-135.658
je Box	€	-36.483	-50.677	-49.191	-47.433	-33.915
	%	-22	-31	-34	-37	-31

¹⁾ KTBL, Baukost 2005, nutzungsspezifische Anlagen, Milchgewinnung. ²⁾ HARMS 2010. ³⁾ KTBL 2012.

Tab. 27: Investitionsbedarf für AMS bei steigender Tierplatzzahl, Einzelboxanlagen im Vergleich mit Mehrboxenanlagen (HARMS 2010, KTBL 2012)

Merkmal	Einheit	Tierplätze [TP]							
		70	125	140	170	200	280	400	560
		Anzahl Boxen							
		1 x 1	1 x 2	2 x 1	1 x 3	1 x 4	4 x 1	2 x 4	2 x (4 + 1)
Einboxanlagen (inkl. Montage u. Shuttle, ohne Selektion)	€	115.000		115.000			115.000		230.000
Zusatzboxen (bei Einboxanlagen)	€			75.000			225.000		450.000
Zweiboxenanlagen (inkl. Montage u. Shuttle ohne Selektion)	€		160.000		160.000	160.000		320.000	
Ergänzungsbox (bei Mehrboxenanlagen)	€				50.000	100.000		200.000	
Zusatzausstattung (zunächst 8.000 €; dann 5.000 €)	€	8.000	13.000	13.000	18.000	23.000	23.000	46.000	46.000
Selektion	€	9.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	36.000	36.000
Summe Investitionsbedarf	€	132.000	191.000	221.000	246.000	301.000	381.000	602.000	762.000
Durchschnittlicher Investitionsbedarf je Box	€	132.000	95.500	110.500	82.000	75.250	95.250	75.250	95.250
	%	100	72	84	62	57	72	57	72
Summe Investitionsbedarf je TP	€	1.886	1.528	1.579	1.447	1.505	1.361	1.505	1.361
	%	100	81	84	77	80	72	80	72

Der Investitionsbedarf bei einem AMS hängt insbesondere davon ab, ob mit einem Roboterarm eine einzelne Box oder mehrere Boxen gleichzeitig bedient werden können. Durch die gemeinsame Nutzung eines Roboterarmes sinkt der durchschnittliche Investitionsbedarf von 132.000 € für eine Einzelbox (100 %) auf 95.500 € bei einer Mehrboxenanlage mit zwei Boxen (72 %) und auf 75.250 € bei einer Mehrboxenanlage mit vier Boxen (57 %). Gleichzeitig verschlechtert sich jedoch die Leistungsfähigkeit in Bezug auf die Anzahl Kühe, die je Box gemolken werden können, da der Roboterarm in der Mehrboxenanlage nicht gleichzeitig mehrere Kühe ansetzen kann. Dadurch verlängern sich die Wartezeiten und der Durchsatz wird verringert.

Bezogen auf den Tierplatz sinkt der Investitionsbedarf von 1.886 € bei einer Einzelbox (100 %) auf 1.528 € (81 %) bei einer Mehrboxenanlage mit zwei Boxen bzw. auf 1.505 € (80 %) bei einer Mehrboxenanlage mit vier Boxen (Tab. 27).

10.2 Betriebsstoffbedarf

Wasser, Strom, Reinigungs- und Desinfektionsmittel

Wasser, Strom, Reinigungs- und Desinfektionsmittel sowie Wartungs- und Reparaturarbeiten machen etwa 1 % der Direktkosten aus. Dabei zeigen sich in der Praxis enorme Spannbreiten. In einer dänischen Untersuchung (JENSEN 2009) wurden bei gut eingestellten Anlagen Werte von 1,8-6,4 l je Melkung bzw. 180-600 l je Tonne Milch gemessen. Grundsätzlich hat neben der Einstellung der Anlage insbesondere die Anzahl der durchgeführten Reinigungen den entscheidenden Einfluss auf die Verbrauchshöhe.

In derselben Studie wurde der Strombedarf erhoben. Als Ergebnis können für den Strombedarf gut eingestellter Anlagen Werte von 0,20-0,54 kWh je Melkung bzw. 20-60 kWh je Tonne Milch angenommen werden. Auch diese Werte hängen von den Einstellungen der Anlage und der Anzahl der durchgeführten Reinigungen ab.

Die Ausgaben für Reinigungs- und Desinfektionsmittel liegen zwischen knapp 200 und 1.600 € in Einzeljahren (HARMS 2010); im Mittel geben die Betriebe 536 € für Reinigungs- und Desinfektionsmittel aus. Die Ursachen für die relativ große Spannweite zwischen den Ausgaben für Reinigungs- und Desinfektionsmittel sind vielfältig. Zu nennen sind der Einkauf auf Vorrat, unterschiedliche Gebindegrößen, unterschiedliche Reinigungshäufigkeit, unterschiedliche Einstellung der Anlage oder die Nutzung einer Zwischendesinfektion.

Wartungs- und Reparaturkosten

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurden die Reparatur- und Wartungskosten von automatischen Melksystemen detailliert erfasst (SCHNEIDER 2009). Es sollte damit geklärt werden, ob sich aufgrund des technischen Fortschritts und des längeren Einsatzes von automatischen Melksystemen in den landwirtschaftlichen Unternehmen der Einsatz von Verbrauchsgütern im Vergleich zu den bisher bekannten Erhebungen verändert hat.

Bei den Untersuchungen lagen die Kosten für Wartung und Reparatur bei etwa 3,0 bis 3,5 % der Anschaffungskosten. Dieser Prozentwert liegt damit unterhalb des im Rahmen einer Auswertung von über 2000 Fragebögen für konventionelle Melktechnik von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen gefundenen Richtwertes von 4 % (FÜBBEKER und KOWALEWSKY 2005). Gleichzeitig liegt der absolute Durchschnittswert über alle 18 Anlagen bei 4.018 € je Jahr, was deutlich unter den von FÜBBEKER und KOWALEWSKY gefundenen 5.900 € liegt. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass in der Diplomarbeit 9 der 18 Anlagen maximal fünf Jahre alt und 3 Anlagen generalüberholte Gebrauchtanlagen waren, sodass die gefundenen Werte den unteren Bereich der zu erwartenden Wartungs- und Reparaturkosten darstellen dürften. Dies bestätigt auch der Vergleich mit den älteren Anlagen in der Untersuchung, bei denen die Durchschnittswerte zwischen 4.076 € (Bj. 1998-2000) und 4.984 € (Bj. 2001-2003) lagen (Abb. 53).

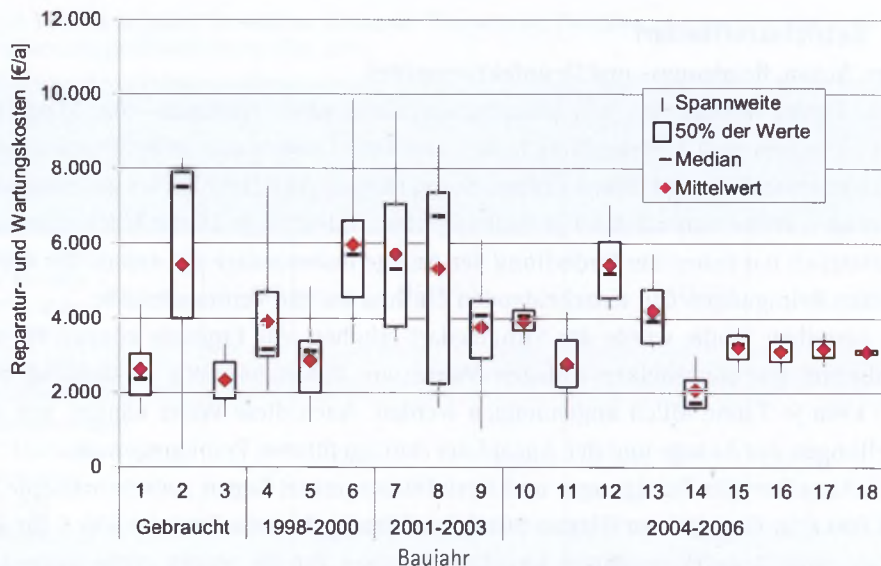


Abb. 53: Reparatur- und Wartungskosten (ohne Kosten für Reinigungs- und Desinfektionsmittel) (HARMS 2010)

Die Wartungskosten sind zudem vom Servicevertrag abhängig. Die Verträge werden optional und mit gestaffelten Dienstleistungen angeboten. Routineprüfungen, Störungshotline und 24-h-Bereitschaft bilden die Kernelemente. Grundkosten je Melkbox in Kombination mit Zusatzkosten in Höhe der Anzahl vorgenommener Melkungen sind üblich. Vertragskosten von 14.000 bis 40.000 € je Melkbox und Jahr sind möglich (LISTE 2010, KTBL 2012).

Nutzungsdauer

Eine Schätzung der anzusetzenden Nutzungsdauer von automatischen Melksystemen ist problematisch. Dies ist auf mehrere Gründe zurückzuführen.

Automatische Melksysteme wurden in größerem Umfang erst ab 1997 verkauft und installiert. Es liegen daher nur wenige Erfahrungen mit Anlagen vor, die älter als 10 Jahre sind. Zusätzlich lassen sich diese Erfahrungen nicht generell auf aktuelle Anlagen übertragen, da gerade im Bereich der Zuverlässigkeit deutliche Fortschritte erzielt wurden.

Zudem handelt es sich um eine junge Technologie, bei der stets Neuerungen erfolgen. Dadurch entsprechen die Anlagen schnell nicht mehr dem Stand der Technik, obwohl sie aufgrund der Lebensdauer der meisten Komponenten noch länger eingesetzt werden könnten. Diesem Umstand begegnen die Landwirte häufig durch Erweiterungsinvestitionen, sogenannte Upgrades, im Rahmen derer neue oder höherwertige Komponenten oder

neue Funktionen implementiert werden. Solche Upgrades werden häufig dann durchgeführt, wenn ohnehin eine Reparatur des entsprechenden Bauteils anstehen würde oder wenn sich der Landwirt eine Verbesserung der Leistung des Systems bzw. eine Verringerung der zukünftigen Kosten verspricht. Wie die Investition in die Anlage selbst, ist auch der Kauf eines Upgrades von dem subjektiven Empfinden oder der betriebsindividuellen Beurteilung des Wertes dieser Investition abhängig.

Bei einer Erweiterung des Betriebs ist der Landwirt teilweise gezwungen, auch die bestehende Anlage auszutauschen oder auf den neusten Stand der Technik zu bringen, da sich beide Anlagen sonst nicht als ein System betreiben lassen.

Ein weiterer Grund: Die Auslastung der Anlagen variiert zwischen den Betrieben sehr stark. So erreichen manche Betriebe gerade 100 Melkungen pro Tag, andere aber über 180. Dies wirkt sich unmittelbar auf die Lebensdauer einzelner Komponenten aus; aber auch der Bedarf nach neuester und damit leistungsfähigerer Technik ist auf Betrieben mit hoch ausgelasteten Anlagen höher.

Zudem gilt zu beachten, dass automatische Melksysteme im Gegensatz zu konventionellen Melkanlagen einen relativ hohen Restwert besitzen. So werden gebrauchte Anlagen mit einem Alter zwischen 6 und 10 Jahren zu Preisen zwischen 30.000 und 70.000 € gehandelt. Die große Spanne erklärt sich aus dem unterschiedlichen Alter und damit Entwicklungsstand der Anlagen; ein wichtiger Punkt ist, inwieweit wichtige Komponenten ersetzt wurden oder eine Generalüberholung durchgeführt wurde. Weiterhin muss beachtet werden, dass sich eine Anlage nur verkaufen lässt, wenn sie sowohl beim Verkäufer ausgebaut als auch beim Käufer wieder eingebaut wurde, was die Kosten um 10.000 bis 20.000 € erhöht. Aktuell wird der Markt für gebrauchte Anlagen durch die Investitionsförderung im Bereich der Milchviehhaltung stark beeinflusst, da nur neue Anlagen förderfähig sind, was den Preis für gebrauchte Maschinen dementsprechend drückt. Landwirte, die bei einer anstehenden Ersatzinvestition nicht von dieser Förderung profitieren können, werden daher wahrscheinlich länger mit der alten Anlage weitermelken.

Eine Abschreibungsdauer von 10 Jahren erscheint realistisch vor dem Hintergrund der bisherigen Erfahrungen und dem Umstand, dass zahlreiche Maschinen der ersten Generation nach wie vor auf ihrem ersten Betrieb im Einsatz sind. Längere Laufzeiten der Anlagen bis zu 15 Jahren stellen nach bisherigen Erkenntnissen und Expertenmeinungen generell kein Problem dar, jedoch sind diese Laufzeiten meist mit umfangreichen Upgrades verbunden und sollten daher nicht als Abschreibungsdauer herangezogen werden. Gering ausgelastete Anlagen dürften zwar aufgrund des Verschleißes evtl. längere Laufzeiten erzielen, hier ist jedoch der technische Fortschritt zu berücksichtigen, weshalb hier allenfalls von einer leicht erhöhten Abschreibungsdauer ausgegangen werden sollte (12 Jahre).

Schwer zu beziffern ist der anzusetzende Restwert der Anlagen. Für den Verkäufer sollten 20.000–40.000 € zu erzielen sein, den Käufer kostet eine solche Anlage zwischen 30.000 und 70.000 €. Die Differenz erklärt sich aus dem notwendigen Ein- und Ausbau, der meist durchzuführenden Generalüberholung und der vom Händler abzudeckenden Garantie oder Gewährleistung.

10.3 Arbeits- und Gebäudekosten für AMS in Abhängigkeit von der Bestandsgröße

Am Beispiel der Leistungsklasse 9000 kg je Kuh und Jahr werden die Arbeitskosten (Annahme 15 €/AKh) und die Gebäudekosten für Umbauvarianten und vollständigen Neubauten in Abhängigkeit von der Bestandsgröße verglichen (Tab. 28). Beim Umbau wird unterstellt, dass nur die Melktechnik und die damit verbundenen baulichen Maßnahmen kostenrelevant sind, beim Neubau zählt das gesamte Gebäude. Als Vergleichsgröße dienen jeweils die Herdengrößen ab 128 Kühen und Anlagen mit mindestens zwei Melkboxen. Als relevantes Kriterium werden zunächst die Kosten in ct/kg Milch herangezogen.

Tab. 28: Arbeits-, Investitionsbedarf und Kosten in Cent pro Kilogramm Milch in Abhängigkeit von der Herdengröße bei Stallumbau oder Neubau (KTBL 2012)

Merkmal	Einheit	Bestandsgröße [Tiere]					
		64	128	192	256	320	560
		Anzahl Boxen					
		1	2	3	4	5	8
		Arbeitszeitbedarf [AKh]					
		28,2	22,2	19,4	19,1	18,8	18,2
Umbau							
Investitionsbedarf	€/TP	3.619	3.139	2.594	2.512	2.684	2.471
Jährliche Gebäudekosten	€/TP	502	455	376	365	390	359
Arbeits- und Gebäudekosten je kg Milch	ct	10,28	8,76	7,41	7,24	7,47	7,02
	%	117	100	85	83	85	80
Neubau							
Investitionsbedarf	€/TP	7.154	6.262	5.504	5.287	5.110	5.321
Jährliche Gebäudekosten	€/TP	804	719	624	601	599	598
Arbeits- und Gebäudekosten je kg Milch	ct	13,63	11,69	10,17	9,86	9,79	9,68
	%	117	100	87	84	84	83

Annahmen: 9000 kg Milchleistung; 15 €/AKh.

Der Arbeitsbedarf pro Tier und Jahr sinkt von 28,2 AKh für die Einboxanlage mit 64 Tierplätzen oder 22,2 AKh für die Zweiboxanlage mit 128 Tierplätzen auf 18,2 AKh pro Tier und Jahr in der Bestandsgröße von 560 Tieren. Für die letztgenannte Bestandsgröße werden 8 Melkboxen eingesetzt.

10.4 Vergleich der Arbeits- und Gebäudekosten von AMS und konventionellen Melksystemen

Eine Beurteilung der AMS erfordert nicht nur die Beachtung der Effekte der Bestandsgröße, sondern auch den Vergleich mit den konventionellen Melksystemen. Dazu werden Melkstände oder Melkkarussell als Referenzsysteme herangezogen.

Beim konventionellen Melken ist der durchschnittliche Arbeitsaufwand pro Kuh und Jahr vor allem bei kleineren Betrieben wesentlich höher als beim AMS. Mit bis zu 39 AKh/Tier im kleinen Kuhbestand sind dies 10,8 Stunden mehr als beim Melken in der Box; bei größeren Beständen beträgt der Unterschied noch 4,7 Stunden. In Kombination mit den Gebäudekosten erreichen die konventionellen Melksysteme jedoch eine sehr viel höhere Kostendegression als das AMS. Sinken die Kosten für Gebäude und Arbeit beim AMS vom Bestand mit 128 Kühen bis zum größten hier betrachteten Bestand mit 560 Kühen um etwa 20 % bei Umbau und 17 % bei Neubau (Tab. 28), treten bei den konventionellen Melkanlagen mit 25 % bzw. 21 % geringfügig höhere Degressionseffekte auf (Tab. 29).

Die Arbeits- und Gebäudekosten betragen beim Stallumbau mit 64 Kuhplätzen 9,27 ct/kg Milch und sinken in großen Beständen mit 492 Kuhplätzen auf 4,91 ct/kg Milch. Beim Stallneubau schwankt dieser Teil der Kosten zwischen 13,60 und 7,56 ct/kg Milch.

Im direkten Vergleich von AMS mit konventioneller Melktechnik zeigt sich, dass die Summe aus Arbeits- und Gebäudekosten beim AMS im Durchschnitt 1,48 ct/kg Milch höher liegt als beim Einsatz konventioneller Melktechnik. Deutlich wird, dass bei vorhandenen Gebäuden in vielen Fällen ein Umbau mit AMS günstiger sein könnte als ein Neubau mit konventioneller Melktechnik (Abb. 54).

Tab. 29: Referenzsystem mit konventioneller Melktechnik in Abhängigkeit von der Herdengröße (KTBL 2012, eigene Berechnungen)

Gebäude und Melksystem	Einheit	Boxenlaufstall					
		zweireihig, 2 x 6 FGM, KF-Station	2 x zweireihig, 2 x 6 FGM	2 x zweireihig, 2 x 12 FGM	2 x zweireihig, 2 x 12 FGM	2 x dreireihig, 40er-Karussell	2 x zweireihig in 2 Gebäuden, 40er-Karussell
		64	120	188	246	350	492
		Herdengröße [TP]					
		Arbeitsbedarf [AKh/Tier·a]					
		39,0	29,6	26,6	26,2	19,9	18,9
Umbau							
Investitionsbedarf	€/TP	2.105	1.227	1.485	1.231	1.914	1.415
Jährliche Gebäudekosten	€/TP	249	149	174	146	214	159
Arbeits- und Gebäudekosten je kg Milch	ct	9,27	6,59	6,37	5,99	5,69	4,92
	%	141	100	97	91	86	75
Neubau							
Investitionsbedarf	€/TP	6.608	4.371	4.395	4.006	4.340	4.266
Jährliche Gebäudekosten	€/TP	639	415	422	382	423	397
Arbeits- und Gebäudekosten je kg Milch	ct	13,6	9,54	9,12	8,61	8,02	7,56
	%	143	100	96	90	84	79

Annahmen: 9 000 kg Milchleistung, 15 €/AKh. KF = Kraftfutter

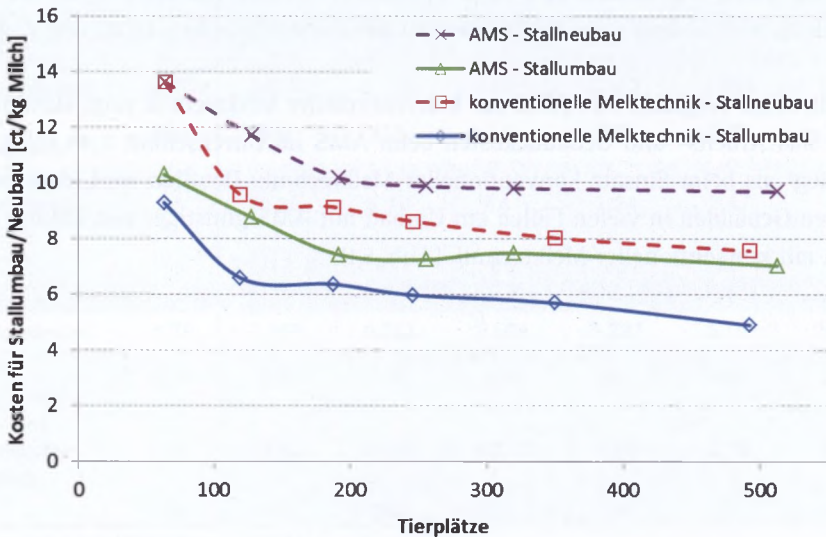


Abb. 54: Vergleich der Kosten für Arbeit und Melktechnik für Gebäudeumbau bzw. -neubau (ct/kg Milch) zwischen AMS und Referenzsystem in Abhängigkeit von der Bestandsgröße (Grafik: FUCHS)

10.5 Leistungssteigerung durch häufigeres Melken im AMS

Durch die steigende Melkfrequenz mit AMS steigt auch die Milchleistung. Um diesen Effekt zu untersuchen, wird in der folgenden Betrachtung eine Leistungssteigerung von 7 % unterstellt. Die zusätzliche Milchmenge bedeutet einen höheren Ertrag, sodass nachfolgend der Gewinn betrachtet wird.

Sowohl bei der Betrachtung der (Teil-)Kosten für Arbeit, Gebäude und Melktechnik als auch bei der Vollkostenkalkulation schneiden die konventionellen Melksysteme besser ab als die AMS (Tab. 30). Annahmegemäß stellt sich die wirtschaftliche Situation bei Umbaulösungen etwas besser dar. Hier ist unterstellt, dass Altgebäude (Liegeplätze, Futterplätze und Gänge) weitergenutzt werden können und nur die Melktechnik und dabei direkt betroffene Gebäude neu errichtet werden müssen.

Tab. 30: Vergleich der Kosten und des Gewinns bei verschiedenen Melksystemen in Abhängigkeit von der Herdengröße bei Stallumbau oder Neubau (KTBL 2012, eigene Berechnungen)

Kosten und Gewinn	Bestandsgröße AMS/Referenzsystem [Tiere]					
	64/64	128/120	192/188	256/246	320/350	512/492
UMBAU						
Kosten ¹⁾	ct/kg Milch					
Einzelbox (AMS)	10,28	8,76	7,42	7,24	7,47	7,03
Referenzsystem	9,27	6,58	6,37	5,99	5,70	4,91
Differenz (AMS – Referenzsystem)	1,01	2,18	1,05	1,25	1,77	2,12
Gewinn	€/(Tier·a)					
Einzelbox (AMS)	-235	-98	22	38	17	57
Referenzsystem	-145	97	117	151	177	248
Differenz (AMS – Referenzsystem)	-90	-195	-95	-113	-160	-191
NEUBAU						
Kosten ¹⁾	ct/kg Milch					
Einzelbox (AMS)	13,63	11,69	10,16	9,86	9,79	9,67
Referenzsystem	13,60	9,55	9,12	8,61	8,02	7,56
Differenz (AMS – Referenzsystem)	0,03	2,14	1,04	1,25	1,77	2,11
Gewinn	€/(Tier·a)					
Einzelbox (AMS)	-537	-362	-225	-198	-191	-181
Referenzsystem	-535	-170	-131	-85	-32	10
Differenz (AMS – Referenzsystem)	-2	-192	-94	-113	-159	-191

Annahmen: 9000 kg Milchleistung, Milchpreis 30 ct/kg.

¹⁾ Kosten für Arbeit, Gebäude und Melktechnik (ohne Direktkosten, Maschinen und Sonstiges).

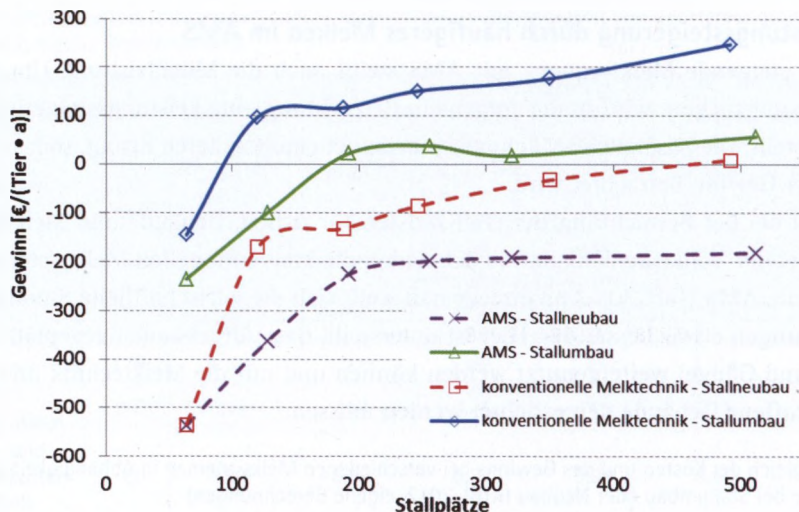


Abb. 55: Kalkulatorischer Gewinn für das AMS und das jeweilige Referenzsystem in Abhängigkeit von der Bestandsgröße bei Stallumbau und Neubau (Grafik: FUCHS)

Angesichts des unterstellten Milchpreises von 30 ct/kg Milch, welcher in vielen (durchschnittlichen) Betrieben unter der Gewinnschwelle liegt, ist es nicht verwunderlich, dass nur in den Varianten des Umbaus größerer Bestände ein Gewinn ermittelt wird. Über die Bestandsgrößen von 120 Kühen hinweg bis zur Herdengröße von 492 Kühen steigt der kalkulatorische Gewinn von 97 €/Tier·a auf 248 €/Tier·a (Abb. 55).

Bei steigender Melkfrequenz, durchschnittlich etwa 2,7 Melkungen pro Kuh und Tag, kann beim automatischen Melken eine höhere Milchleistung von sieben Prozent gegenüber dem Referenzsystem mit zweimaligem Melken je Tag erwartet werden. Bei den drei Leistungsklassen 8 000, 9 000 und 10 000 kg Milch je Kuh und Jahr führt diese Leistungssteigerung zu einem jährlichen Mehrertrag zwischen 560 und 700 kg Milch je Kuh (Tab. 31). Sie führt bei dem unterstellten Milchpreis von 30 Cent zu einem Mehrerlös zwischen 168 und 210 €/Tier. Die Leistungssteigerung erfordert einen höheren Futteraufwand bei Grund- und Kraftfutter, der mit 44 bis 56 €/Tier beziffert werden kann. Als Grenzgewinn können dem AMS zwischen 124 und 154 € zugerechnet werden.

Die zusätzliche Berücksichtigung des Mehrerlöses durch das mehrmalige Melken und die dadurch erzielte Gewinndifferenz hat beim AMS den Effekt einer parallelen Verschiebung der Gewinnkurven, während das Referenzsystem unverändert bleibt. Dies bringt die Gewinnsituation beim AMS auf etwa das gleiche Niveau wie das Referenzsystem oder leicht darüber.

Tab. 31: Effekte der Leistungssteigerung durch häufigeres Melken auf Erlös, Futterkosten und Gewinn (KTBL 2012, eigene Berechnungen)

Kosten und Gewinn	Referenzsystem			AMS (+7 % Milch)			Differenz (AMS – Referenz)		
	Milch-Bruttoproduktion [kg/(Tier·a)]								
	8 000	9 000	10 000	8 560	9 630	10 700	560	630	700
	Milchverkauf [kg/(Tier·a)]								
	7 459	8 359	9 259	8 019	8 989	9 959	560	630	700
	Betrag [€/(Tier·a)]								
Milcherlös (Grenzerlös)	2.238	2.508	2.778	2.406	2.697	2.988	168	189	210
Grundfutterkosten	543	580	616	563	603	642	20	23	26
Kraftfutterkosten	386	429	472	410	456	502	24	27	30
Summe Futterkosten (Grenzkosten)	929	1.009	1.088	973	1.059	1.144	44	50	56
Grenzwinn							124	139	154

Annahme: Milchpreis 30 ct/kg.

10.6 Vergleich der Wirtschaftlichkeit in Abhängigkeit von der Lohnhöhe

Bei kleineren Beständen haben Betriebe mit AMS einen nicht unbeachtlichen Vorteil aufgrund des um etwa ein Drittel geringeren Arbeitszeitbedarfs im Vergleich zum Referenzsystem. Dieser Vorteil kann jedoch bei 15 Euro Stundenlohn die höheren Investitionskosten nicht kompensieren, sodass die kalkulatorischen Gewinne beim Einsatz konventioneller Melktechnik höher sind. Mit steigender Herdengröße wird davon ausgegangen, dass sowohl im Melkstand oder im Melkkarussell als auch beim AMS eine etwa ähnlich hohe Degression des Arbeitsbedarfs möglich ist. Bei Beständen ab 320 Tierplätzen ist der Abstand zwischen den Referenzsystemen und dem AMS wesentlich geringer. Dies wird durch die arbeitssparenden Melkkarusselle bewirkt (Tab. 32).

Je höher der Arbeitsaufwand und der Stundenlohn sind, umso stärker werden die Arbeitskosten auseinanderdriften. Um diese Teileffekte darstellen zu können, wird der ursprünglich angenommene Lohn in Höhe von 15 €/AKh variiert; und zwar in der Spanne von 5 bis 20 € (Abb. 56).

Gerade bei kleineren Herden bricht der Gewinn stärker ein, wenn die Löhne steigen, während sinkende Lohnkosten die Gewinnschwelle näher rücken lassen. Bei der kleinsten Herdengröße mit 64 Kühen ist der Gewinnrückgang am stärksten.

Tab. 32: Arbeitszeitbedarf für das AMS und das Referenzsystem (Melkstand oder Melkkarussell) in Abhängigkeit von der Herdengröße (KTBL 2012, eigene Berechnungen)

Melksystem	Einheit	Bestandsgröße AMS/Referenzsystem [Tiere]					
		64/64	128/120	192/188	256/246	320/350	512/492
AMS	AKh	28,2	22,2	19,4	19,1	18,8	18,2
Referenzsystem	AKh	39,0	29,6	26,6	26,2	19,9	18,9
Differenz AMS-Referenzsystem	AKh	10,8	7,4	6,6	6,5	4,9	4,7
	%	27,7	25,0	27,1	27,1	5,5	3,7

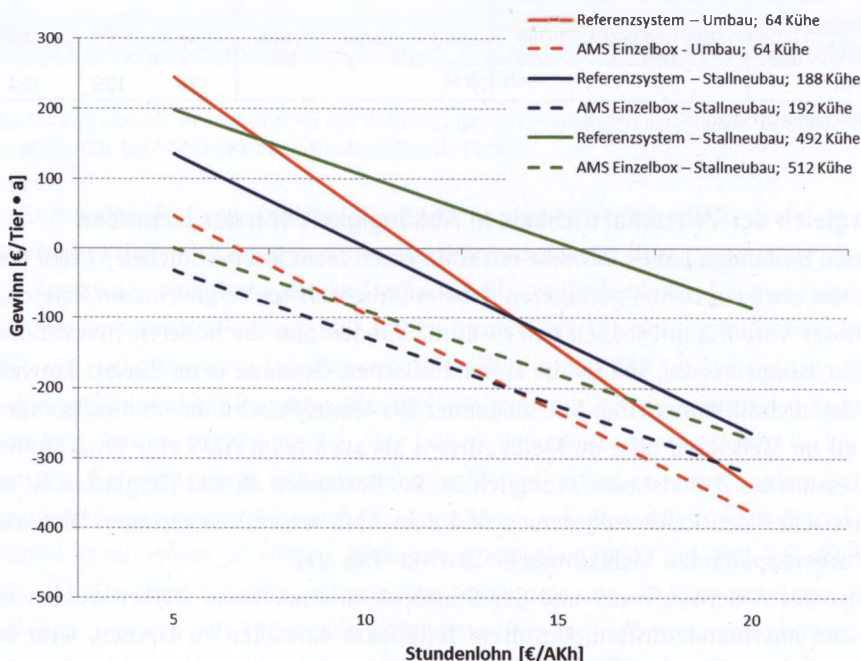


Abb. 56: Gewinn für AMS und das jeweilige Referenzsystem in Abhängigkeit von der Lohnhöhe und von der Bestandsgröße bei Stallumbau und Neubau (Grafik: FUCHS)
Annahmen: 9000 kg Milchleistung, Milchpreis 30 ct/kg.

Steigen jedoch die Löhne stärker an, so ist die Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion insgesamt, also auch in Betrieben mit AMS, gefährdet. Mit steigenden Lohnkosten werden Melkroboter insgesamt nicht günstiger. Bei Neubauten reichen das angenommene Leistungsniveau und der Milchpreis von 30 Cent nicht aus, um die Gewinnschwelle zu erreichen.

10.7 Mindestgrößen für Milchleistung und Milchpreis zur Erreichung der Gewinnschwelle

In den bisherigen Analysen wurde bereits darauf hingewiesen, dass es bei Umbauten, bei denen nur die Melktechnik und eventuell das Melkhaus erneuert werden, einfacher ist, rentable Investitionen durchzuführen, da nur Teilkosten berücksichtigt werden. So eine Investition ist jedoch nicht für alle Betriebe möglich bzw. nicht auf Dauer durchzuhalten, denn irgendwann muss jeder Kuhstall erneuert werden. Da bei Neubauten mit den hier unterstellten Milchleistungen von 9000 kg/Kuh und Milchpreisen von 30 ct/kg Milch die Gewinnschwelle nicht erreicht werden kann, müssen entweder größere Ställe gebaut und Skaleneffekte genutzt, höhere Leistungen und/oder höhere Preise erzielt werden.

Bei einer Herdengröße von 250 Kühen und bei einem Milchpreis von 30 ct/kg kann mit dem Melkstand die Gewinnschwelle bereits bei einer Leistung von 9611 kg Milch erreicht werden (Abb. 57). Das AMS erfordert hierfür eine Milchleistung von 11311 kg je Jahr, eine Differenz von immerhin 1700 kg Milch. Niedrigere Milchpreise erfordern entsprechend höhere Leistungen und umgekehrt. Betrachtet man den Verlauf der in Abbildung 57 dargestellten Kurven, so kann man schlussfolgern, dass sowohl niedrige Milchpreise als auch kleinere Bestandsgrößen eine immer stärker ansteigende Milchleistung benötigen, um einen Cent Milchpreissenkung abfangen zu können.

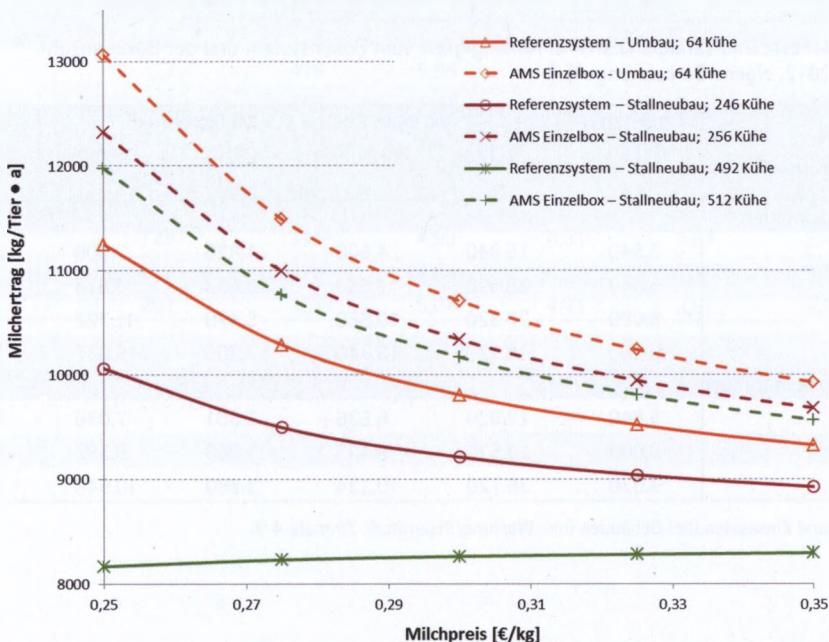


Abb. 57: Gewinn in Abhängigkeit von Milchertrag und Milchpreis für AMS und Referenzsystem bei Stallumbau und Neubau (Grafik: FUCHS)

10.8 Kostenvergleich der AMS untereinander

Eine differenzierte Beurteilung der verschiedenen auf dem Markt verfügbaren automatischen Melksystemen ist aufgrund der großen betriebsindividuellen Unterschiede nicht möglich und auch nicht zulässig. Einboxanlagen und Mehrboxenanlagen lassen sich jedoch mithilfe einiger Kriterien vergleichen (Tab. 33).

Je nach Art des Boxensystems wirkt sich die Anzahl der Boxen unterschiedlich auf die jährlichen Kosten aus (Tab. 34). Demnach betragen die Gesamtkosten 29.915 bis 94.963 €/a. Bezogen auf die Anzahl der Boxen sind die Gesamtkosten bei Mehrboxenanlagen günstiger als bei Einboxanlagen. Allerdings erreichen die Mehrboxenanlagen nicht die Melkleistungen der entsprechenden Einboxanlagen.

Tab. 33: Bewertung von Einbox- und Mehrboxenanlagen

Kriterium	Einboxanlage	Mehrboxenanlage
Kosten für erste Box	0	0
Kosten der Erweiterung ¹⁾	-	(+)
Flexibilität der Erweiterung	+	-
Bauliche Einschränkungen	+	-
Wegstrecken für Tiere	+	-

- = negativ, + = positiv, 0 = neutral

¹⁾ Systemleistung bei 3. und 4. Box bei Mehrboxenanlagen schwer abzuschätzen (hier evtl. -).

Tab. 34: Feste und variable Kosten in Abhängigkeit vom Boxensystem und der Boxenanzahl (KTBL 2012, eigene Berechnungen)

Bauart Anzahl Boxen	Festkosten ¹⁾ Gebäude	Variable Kosten der Melktechnik				Gesamt- kosten
		Technik	Wart./Rep.	R/D	Strom	
€/a						
Einboxanlagen						
1	3.840	15.840	4.500	1.826	3.909	29.915
2	5.840	26.520	7.580	3.653	7.818	51.411
3	8.080	37.320	10.660	5.479	11.727	73.266
4	10.160	48.120	13.740	7.306	15.637	94.963
Mehrboxenanlagen						
2	5.840	22.920	6.536	2.301	7.036	44.633
3	8.000	29.520	8.435	3.068	9.382	58.405
4	9.920	36.120	10.334	3.580	10.946	70.900

¹⁾ AfA und Zinskosten (bei Gebäuden inkl. Wartung/Reparatur); Zinssatz 4 %.

In Tabelle 35 sind den Boxensystemen entsprechend der Anzahl der Boxen die dazugehörigen Herdengrößen bei Milchleistungen zwischen 8000 und 9000 kg zugeordnet. Die Gesamtkosten sinken bei den Einboxanlagen von 416 auf 330 €/Tier · a). Bei den Mehrboxenanlagen sinken die Kosten von 345 bei zwei Boxen auf 339 €/Tier · a) bei drei Boxen. Bei vier Boxen steigen die Gesamtkosten, weil mit der zusätzlichen Melkbox die Herdengröße nur um 29 Kühe steigt.

Bei gleicher Herdengröße nehmen die Gesamtkosten je Kilogramm erzeugter Milch bei steigender Milchleistung ab, z.B. von 5,11 ct/kg Milch bei 7000 kg/(Tier · a) auf 3,58 ct/kg Milch bei 10000 kg/(Tier · a) für eine Einboxanlage mit 2 Melkboxen. Bei steigender Herdengröße fallen bei Einboxanlagen die Gesamtkosten je Kilogramm Milch. Bei Mehrboxenanlagen ist dieser Effekt nur bis 3 Boxen zu beobachten. Danach steigen analog zu den Gesamtkosten die Kosten je Kilogramm Milch, weil die vierte Box nur einen geringen Zuwachs der Herdengröße ermöglicht.

Tab. 35: Gesamtkosten je Tier und Jahr sowie je Kilogramm Milch bei AMS unter Berücksichtigung unterschiedlicher Milchleistung (KTBL 2012, eigene Berechnungen)

Bauart Anzahl Boxen	Herdengröße Anzahl Tiere	Gesamtkosten €/Tier · a)	Gesamtkosten Milchleistung [kg/(Tier · a)] ct/kg Milch			
			7000	8000	9000	10000
Einboxanlagen						
1	72	416	5,95	5,21	4,63	4,16
2	144	358	5,11	4,47	3,98	3,58
3	216	340	4,86	4,25	3,78	3,40
4	287	330	4,72	4,13	3,67	3,30
Mehrboxenanlagen						
2	129	345	4,93	4,31	3,84	3,45
3	172	339	4,84	4,23	3,76	3,39
4	201	352	5,04	4,41	3,92	3,52

10.9 Fazit

Melktechnik hoher Qualität hat ihren Preis. Angesichts der stark schwankenden Milchpreise und großer Kostenunterschiede beim einzelbetrieblichen Vergleich muss jeder Milcherzeuger prüfen, ob sich Investitionen grundsätzlich lohnen. Soll die Milchproduktion langfristig fortgeführt werden, stellt sich die Frage, welches Melksystem das günstigste ist. AMS werden eingesetzt, um den Faktor Arbeit zu minimieren. Dabei sind zwei wesentliche Komponenten von Bedeutung: der Zeitaufwand und die Arbeitsqualität. Beides wird letztlich in den Lohnkosten oder den Nutzungskosten für Arbeit monetär bewertet. In der betriebswirtschaftlichen Bewertung führen dann beispielsweise ein höherer Zeitaufwand für das konventionelle Melken oder höhere Löhne oder attraktive alternative Einkommensmöglichkeiten partiell zu einem Vorteil für das AMS. Nachdem die Preise für Melkroboter in den letzten Jahren gesunken sind, konnte festgestellt werden, dass AMS für kleinere bis mittlere Herden von 70 bis 280 Kühen im Vergleich zur konventionellen Melktechnik wettbewerbsfähig sind. Für größere Bestände, hier bis 560 Kühe, ist das 40er-Melkkarussell die günstigere Variante.

11 Schlussbetrachtung – Stand der Technik und Entwicklungstendenzen

Die Schlussbetrachtung orientiert sich an der 2. Täglicher Melktechniktagung (HARMS 2009).

11.1 Automatische Melksysteme auf dem Vormarsch

Die Einführung automatischer Melksysteme war mit großem Interesse und mit hohen Erwartungen in die neue Technik verknüpft. Dies kann als Zeichen für den hohen Bedarf, aber auch die großen Hoffnungen seitens der Landwirte gesehen werden, die mit dieser neuen Technologie verbunden waren. Die ersten Jahre waren geprägt von kontroversen Diskussionen hinsichtlich Kosten, Nutzen, Chancen und Risiken, wie sie ähnlich bei der Einführung des Traktors oder des Mähdreschers geführt wurden.

Die Länder mit den meisten automatischen Melksystemen sind nach wie vor die Niederlande und Dänemark, gefolgt von Frankreich, Deutschland und Schweden. Der Hauptmarkt für die Systeme sind Länder, die durch hohe Kosten für die Arbeitserledigung, eine hohe Milchleistung der Kühe, hohe Milchpreise und Familienbetriebe gekennzeichnet sind.

Als Hauptgründe für den Kauf automatischer Melksysteme werden die Reduzierung des Arbeitszeitbedarfs und die Flexibilisierung der Arbeitszeiten genannt.

11.2 Sensortechnik, wichtiger Bestandteil automatischer Melksysteme

Die Einführung und Weiterentwicklung des automatischen Melkens ist ein Meilenstein im Bereich der technischen Entwicklung des Melkens und war verbunden mit einer hohen Zahl an Innovationen in der Sensortechnik. So wurden außer den bekannten Parametern wie Milchmengenmessung und Leitfähigkeit weitere Sensoren am Markt etabliert. Beispiele sind die Bestimmung von Farbveränderungen oder die Zellzahlmessung im Online-Verfahren. Etliche dieser Sensoren arbeiten auf Viertelebene, wodurch ein wesentlicher Informationsgewinn entsteht. Neben diesen Sensoren zur Erfassung von Parametern des Melkvorgangs bzw. der Milch können beim Einsatz automatischer Melksysteme weitere tierbezogene Daten wie das Melkverhalten oder das Gewicht erfasst werden. Ergänzt um weitere Parameter, wie die Aktivität oder das Wiederkauen, entsteht auf diese Weise ein umfassendes Bild vom Einzeltier im Sinne von Precision Livestock Farming.

Gleichzeitig ist die Vielzahl der Informationen die größte Herausforderung für den Landwirt, da er konkrete Handlungen aus diesen Informationen ableiten muss. Wissenschaft und Hersteller sind gefordert, Entscheidungsmodelle mit sehr hohen Spezifitäten bei gleichzeitig möglichst hoher Sensitivität zu entwickeln, um insbesondere falsch positive Hinweise weiter zu reduzieren. Dabei wird es weitere Fortschritte zum zuverlässigen

Erkennen kritischer Zustände bei hoher Spezifität durch die Verknüpfung „unscharfer“ Parameter geben (KÖHLER 2002, DE MOL und WOLDT 2001).

Eine verbesserte Datenbereitstellung (Interface, Geschwindigkeit, Mobilität) wird es dem Landwirt zukünftig ermöglichen, sein System intuitiver zu bedienen und von überall zu steuern, was zu einer weiteren Reduzierung des Zeitbedarfs für das Management führt, vor allem aber die räumliche und zeitliche Unabhängigkeit erhöht. In Zukunft wird die Erfassung weiterer Parameter zur Überwachung der Qualität des Produkts, aber auch der Produktion breiten Raum in der Weiterentwicklung der automatischen Melksysteme einnehmen. Dabei stehen die Fütterung und die Stoffwechselerkrankungen, die Fruchtbarkeit und die Eutergesundheit im Fokus. Neben dem Fett- und Eiweißgehalt der Milch werden Laktose, Harnstoff und der Zellgehalt, aber auch Progesteron oder weitere Indikatoren wie Ketonkörper oder Enzyme in der Milch erfasst. Generell besteht durch den Einsatz nur eines Melkzeugs für etwa 65 zu melkende Tiere und das viertelindividuelle Melken ein hohes Potenzial der gezielten Beeinflussung der Melkparameter. So wurde beispielsweise eine gewisse Anpassung des Vakuums an den Melkverlauf, der Pulsation auf Viertelebene oder der Abnahmewerte vorgestellt, weitere, z.B. eine tierindividuelle automatisierte Anpassung der Reinigungs-/Stimulationsdauer, werden folgen.

Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass – nach einer Übergangsphase – die Milchqualität und Eutergesundheit im Durchschnitt nicht oder nur unwesentlich verändert sind, jedoch eine sehr starke Abhängigkeit von Managementeinflüssen aufweisen. Hier besteht Bedarf, das Know-how des Landwirts weiter zu steigern und ihm insbesondere wissenschaftliche Erkenntnisse verfügbar und verständlicher zu machen. Sowohl Berater als auch Landwirte benötigen Anleitungen, um Probleme bei der Umstellung auf automatisches Melken, aber auch im Routinebetrieb zu verhindern oder zumindest zu reduzieren. Darüber hinaus gibt es in einzelnen Bereichen noch Forschungs- oder Beratungsbedarf. Dies betrifft z.B. die freien Fettsäuren oder die Wirksamkeit von Medikamenten bei schwankenden und häufig deutlich kürzeren Zwischenmelkzeiten.

Um Konformität mit bestehenden Gesetzen, Verordnungen oder Richtlinien zu erreichen, könnte der Erkennung von Flocken in der Milch eine zentrale Bedeutung zukommen. Weiterentwicklungen werden wahrscheinlich zu einer von der menschlichen Wahrnehmungsfähigkeit abgeleiteten Definition abnormaler Milch führen. Bisher sind die auf dem Markt befindlichen AMS nicht in der Lage, diesen Anforderungen zu entsprechen und nicht verkehrsfähige Milch sicher abzutrennen. Obwohl Sensoren zur automatischen Erkennung von Flocken in Milch bereits entwickelt und vorgestellt wurden, sind sie bisher nicht kommerziell verfügbar. Weiterer Entwicklungsbedarf besteht in diesem Zusammenhang auch bei der Erkennung verletzter oder verschmutzter Zitzen.

11.3 Wirtschaftlichkeit – teuer, aber arbeitssparend

Die Wirtschaftlichkeit automatischer Melksysteme ist durch die notwendigen Investitionen, die jährlichen Kosten, den Umfang und Wert der möglichen Arbeitszeiteinsparungen, den Umfang und Wert der Milchleistungssteigerung und die Leistung des Systems bestimmt. Sowohl die Investitions- als auch die jährlichen Kosten der Systeme wurden im Vergleich zu den Anfangsjahren deutlich reduziert. Dennoch sind diese Kosten der häufigste Grund, nicht in ein solches System zu investieren. Der Wert der Arbeitszeiteinsparung hängt sehr stark davon ab, wie effizient die Arbeitszeit vor und nach der Umstellung auf automatisches Melken eingesetzt wird und mit welchen Kosten pro eingesparter Stunde gerechnet werden kann. Diese Werte schwanken jedoch zwischen den Betrieben erheblich. Zudem wird eingesparte Arbeitszeit häufig reinvestiert, z. B. in die Intensivierung des Managements oder in größere Bestände, und ist damit nicht zwangsweise mit einem Freizeitgewinn verbunden.

Schließlich variiert auch die Leistung der Systeme von Betrieb zu Betrieb. Eine Vorhersage über die tatsächlich auf einem Betrieb zu realisierende Leistung ist immer noch schwierig, obwohl die theoretische Leistung der Systeme inzwischen hinreichend bekannt ist. Aktuell kann von einer Mehrbelastung von 0-2,5 ct/kg Milch gegenüber konventionellen Melksystemen ausgegangen werden. Bei den Auswirkungen auf die Arbeitswirtschaft zeigten verschiedene Studien übereinstimmend eine deutliche Reduzierung des Arbeitszeitbedarfs von bis zu 50 % bezogen auf das Melken. Es zeigte sich aber auch, dass insbesondere die Verschiebung von körperlicher Arbeit hin zu Managementaufgaben für einige Landwirte, aber auch für die Beratung, eine Herausforderung darstellt. Gerade Mängel im Zeitmanagement sind häufig die Ursache für die Diskrepanz zwischen den Erwartungen bei der Investition in ein automatisches Melksystem und dem tatsächlich erreichbaren Ergebnis beim Einsatz der Systeme.

11.4 Herausforderung Stallplanung

Einen großen Bereich in der Beratung und bei den Herstellern wird auch weiterhin die Anlagenplanung einnehmen. Hier ist das Tierumtriebssystem von zentraler Bedeutung, um eine hohe Auslastung bei möglichst geringem Arbeitsaufwand, minimalem Stress für die Tiere sowie eine hohe Futteraufnahme zu gewährleisten. Der freie Umtrieb bietet für die Tiere sehr guten Zugang zum Futter, führt jedoch häufig zu einem erhöhten Arbeitszeitbedarf für das Nachtreiben von Tieren oder zu unregelmäßigeren Zwischenmelkzeiten, gerade am Ende der Laktation. Die in den Anfangsjahren des automatischen Melkens in Betracht gezogene Variante des einfach gelenkten Umtriebs, bei dem die Tiere das Grundfutter nur über die Melkbox erreichen können, erwies sich als nicht empfehlenswert, da die Fresshäufigkeit zu stark eingeschränkt wurde. Die Erweiterung zum selektiv gelenkten Umtrieb, bei dem zusätzliche dezentrale Selektionstore eine tierindividuelle

Einstellung der Zugangsberechtigung zum Grundfutter erlauben, führte zu guten Ergebnissen hinsichtlich der Anzahl nachzutreibender Tiere, aber auch der Fresshäufigkeit. Diese Umtriebsform ist jedoch nicht mit einer zentralen Vorselektion vor dem Wartebereich zu verwechseln. Eine vierte Umtriebsform ist „Feed First“. Hierbei können die Tiere den Fressbereich jederzeit aufsuchen, Zugang zur Melkbox oder zum optionalen Kraftfutterbereich erhalten sie jedoch nur über eine Selektionseinrichtung.

Vorteilhaft an dieser Umtriebsform ist die gleichmäßige Auslastung der Melkbox bei regelmäßigen Zwischenmelkzeiten. Es ist jedoch zu klären, wie sich längere Wege sowie evtl. längere Wartezeiten für rangniedere Tiere auswirken. Generell müssen gerade bei hoch ausgelasteten Anlagen die Wartezeiten für das Einzeltier stärker berücksichtigt werden. Aber auch die Erweiterbarkeit der Anlagen ist ein wichtiger Aspekt bei der Planung. Werden Fehler in der Ausgangsplanung gemacht, kann die bei automatischen Melksystemen bestehende Möglichkeit einer modularen Erweiterung schnell verbaut werden. Eine Herausforderung wird die Entwicklung von Lösungen für Großbetriebe darstellen, bei denen sich in den letzten Jahren eine steigende Nachfrage abzeichnet. Hier gilt es, insbesondere Empfehlungen für Gruppengrößen und Gruppierungsstrategien, die Anordnung der Melkboxen, Weglängen für Tier und Mensch, den Tierumtrieb, die Behandlung kranker Kühe, die Selektionseinrichtungen oder die Anordnung des Abkalbbereichs zu entwickeln. Unter Lohnarbeitsbedingungen ergeben sich darüber hinaus offene Fragen bei den Vergütungsmodellen und der Gestaltung der Arbeitszeiten sowie der Motivation der Arbeitskräfte.

11.5 Automatisierung geht weiter

Eine Automatisierung der Fütterung bringt bei einer Kombination mit einem automatischen Melksystem zusätzliche Vorteile. Die Futtermalage kann gezielt eingesetzt werden, um eine gleichmäßigere Auslastung der Systeme zu erreichen und so die Kapazität zu erhöhen. Verschiedene Hersteller bieten mittlerweile die unterschiedlichsten Systeme an. Die Spanne reicht von einer Automatisierung des Futternachschiebens bis zu selbstfahrenden Prototypen, die das Futter selbständig im Silo entnehmen. Derzeit ist jedoch bei keinem System eine Kopplung an das automatische Melksystem verfügbar, um so die Fütterung in Abhängigkeit von der aktuellen Auslastung, der aktuellen Tierzahl, des Laktationsstands oder anderen Parametern zu gestalten.

Im Bereich der Fütterung spielen in einigen Ländern auch ergänzende Systeme zur Unterstützung des Weidegangs eine wichtige Rolle. Hier ist insbesondere die intelligente Steuerung des Zugangs zur Weide in Abhängigkeit der Melkberechtigung zu sehen. Vorstellbar ist die Entwicklung von kombinierten Stall-Weide-Systemen, in denen die Tiere zwischen dem Stall und verschiedenen Weideflächen „pendeln“ oder von Robotern, die den Tieren die Weide portionsweise zuteilen oder sie zurück in den Stall treiben können.

Eine weitere Entwicklung, an der aktuell geforscht wird, ist der Einsatz der Melkbox auf der Weide, um die Wege für die Tiere zu reduzieren und eine Beweidung bestimmter Flächen bei gleichzeitigem Einsatz eines automatischen Melksystems überhaupt erst zu ermöglichen.

11.6 Ausblick

Obwohl die bisherigen Untersuchungen zu einem beachtlichen Wissenszuwachs führten, zeigten sie doch auch, dass automatisches Melken immer noch eine junge, sich schnell entwickelnde Technologie darstellt. Die künftigen Verkaufszahlen werden stark von der Entwicklung der Betriebsgrößen und den Gesamtkosten der automatischen Melksysteme im Vergleich zur konventionellen Melktechnik abhängen, aber auch von deren Weiterentwicklung. Eine stetig wachsende Anzahl von Familienbetrieben wird verstärkt automatische Melksysteme einsetzen sowie generell einen höheren Automatisierungsgrad verschiedener Arbeitsvorgänge wie Füttern oder Entmisten anstreben. Größere Betriebe werden weiterhin Melkstände oder Melkkarusselle nutzen; die für automatische Melksysteme entwickelten Technologien und Erkenntnisse werden aber auch hier Einzug halten. Sollen automatische Melksysteme in Zukunft in Betriebsgrößen mit vier oder mehr Melkboxen eine größere Rolle spielen, so müssen weitergehende Lösungen entwickelt werden, die insbesondere die Stallplanung, den Tierumtrieb und das Management betreffen. Wann und inwiefern sich automatische Melkkarusselle etablieren werden, kann zum derzeitigen Zeitpunkt nicht abgeschätzt werden.

12 Planungstipps

Bauliche Hinweise

Das Büro sollte so angeordnet und gestaltet sein, dass der Wartebereich oder der Stall oder beides einsehbar sind.

Es sollte nach Möglichkeit mit Außenluft belüftet werden können und daher nicht direkt vom Stall aus zugänglich sein.

Alternativ kann neben dem AMS ein Stallbüro zur schnellen Kontrolle während der Stallarbeit und zusätzlich ein geräumiges Büro mit guter Sicht in den Stall eingerichtet werden.

Ein separater Technikraum ist sinnvoll. Auf eine ausreichende Frischluftzufuhr (Außenwand) ist zu achten.

Eine Schmutzschleuse sollte eingeplant werden und eine (spätere) Schwarz-Weiß-Trennung ermöglichen. Die Größe richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten (Hofstelle oder Aussiedlung).

Generell sollen kurze Wege, gradlinige Verbindungen und ein schmutzfreier oder leicht zu reinigender Gang zum Futtertisch vorgesehen werden.

Eine Melkgrube vor dem AMS ist nicht notwendig, kann aber die Arbeit erleichtern. Allerdings verursacht sie höhere Kosten und einen höheren Reinigungsaufwand. Eine „Grube“ mit 20–30 cm Tiefe kann einen praktikablen Kompromiss darstellen.

Für die Tiere sollen kurze und möglichst breite Zugangswege zur Melkbox vorgesehen werden. Enge Zugangswege werden insbesondere von den rangniederen Tieren gemieden, sodass diese dann häufiger nachgetrieben werden müssen.

Stufen im Zugang und insbesondere im Ausgang der Melkbox sollten vermieden werden, da hierdurch der Tierwechsel verlangsamt wird. Eine Folge davon kann die Reduzierung der Kapazität sein. Sind Stufen unvermeidbar, so sollten sie in gewissem Abstand zur Melkbox (ca. eine Tierlänge) angeordnet werden.

Ein ausreichend dimensionierter Wartebereich ist einzuplanen. Für eine Einboxanlage sollte die Fläche mindestens 15–20 m² betragen oder Platz für 5–7 Tiere bieten. Analog gilt dies für Mehrboxenanlagen. Keine Seite sollte schmaler als 3 m sein, da sonst die Gefahr eines „Flaschenhals“-Effekts entsteht. Ein Spaltenboden im Wartebereich erhöht die Sauberkeit der Tiere und damit auch der Melkbox.

Der Wartebereich sollte gut belüftet, geschützt vor Sonneneinstrahlung und mit einer Tränke ausgestattet sein, damit ihn die Tiere gerne aufsuchen.

Der Wartebereich sollte zeitweilig absperrrbar sein, damit ihn hineingetriebene Tiere nicht wieder verlassen können. Eine Abtrennung mit Einwegtoren ist nicht zu empfehlen, da rangniedere Tiere den Wartebereich nicht mehr verlassen können und ihn daher möglicherweise nicht mehr freiwillig aufsuchen.

Der direkte Zugang für den Menschen zum Wartebereich sollte möglich sein. Er ist so zu gestalten, dass der Wartebereich hinter den wartenden Tieren betreten wird.

Ein seitlich angebrachter Holm am Zugang zur Melkbox (ca. $\frac{1}{2}$ Tierlänge) reduziert das Verdrängen des gerade wartenden Tieres.

Attraktive Stalleinrichtungen (z.B. Tränken, Bürste, Kraftfutterautomat) sollten sich nicht im direkten Zugangs- oder Ausgangsbereich der Melkbox befinden, da hierdurch der Tierverkehr gestört wird. Insbesondere bei rangniederen Tieren besteht die Gefahr, dass sie aus diesen hochfrequentierten Bereichen verdrängt werden bzw. diese ungern aufsuchen. Insbesondere Tränken sollten für die Tiere gut erreichbar sein.

Bei Verwendung von Vorselektionseinrichtungen (d.h. nur melkberechtigte Tiere gelangen in den Wartebereich) ist besonders darauf zu achten, dass der Wartebereich ausreichend dimensioniert ist, da für die Tiere hier keine Ausweichmöglichkeit mehr besteht. Wenn eine Vorselektion gewünscht wird, sollte die Software des Systems es ermöglichen, die Anzahl der Tiere im Wartebereich zu berechnen. Damit kann verhindert werden, dass dieser Bereich überfüllt wird.

Nachselektionseinrichtungen tragen zur Reduzierung des Arbeitszeitbedarfs bei und erleichtern das Management. Die Nachselektionsbucht sollte einen Zugang zu Futter und Wasser ermöglichen und nach Möglichkeit mit Liegeboxen ausgestattet sein. Bei einer automatischen Nachselektion sollte eine Möglichkeit zur Vorgabe eines Selektionszeitraums bestehen.

Die Nachselektionsbucht sollte mit Selbstfangfressgitter ausgestattet werden, da die Tiere so leichter untersucht und behandelt werden können. Ist keine Nachselektionsbucht vorgesehen, sollten mindestens 5 Fressplätze je Melkbox mit Selbstfangfressgittern versehen werden.

Es sollten Vorkehrungen getroffen werden, um die Melkbox im Winter frostfrei zu halten. Eine über die Melkbox auskragende Decke erleichtert das Verschließen im Winter durch das Anbringen von Streifenvorhängen. Im Sommer sind ausreichende Möglichkeiten zur Belüftung vorzusehen. Höhere Luftbewegungen helfen, Probleme mit Fliegen zu reduzieren. Es ist jedoch darauf zu achten, dass im Tierbereich keine Zugluft auftritt.

Als Standort für die Melkbox sollten die Stirnseiten des Stalls vorgesehen werden. 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 die Möglichkeit, die Herde in Gruppen zu unterteilen.

Der Standort des Milchlagerraums sollte so gewählt werden, dass er möglichst auf der Nordseite liegt und durch den Tankwagen leicht zu erreichen ist. Bei der Erschließung ist darauf zu achten, dass keine direkte Verbindung zum Stall besteht und dass er nicht als Durchgangsraum konzipiert wird. Die Raumgröße und -lage sollte eine spätere Erweiterung ermöglichen.

Sollen 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 einen kurzen Weg zum Futter zu schaffen. Leerrohre zu den geplanten Standorten erleichtern eine spätere Installation.

Kraftfutterautomaten sind besonders bei sehr unterschiedlichen Leistungen innerhalb der Herde sinnvoll, da weder die Grundfütterration zu stark aufgewertet, noch die Melkbox zum Füttern hoher Kraftfuttermengen verwendet werden sollte.

In allen Stallbereichen sollten Tränken in ausreichender Zahl und Größe vorgesehen werden. Auf keinen Fall sollte versucht werden über die Anordnung der Tränken (z. B. nur im Liegebereich) den Tierumtrieb zu verbessern.

Die Entmistungsachsen sollten so geplant werden, dass möglichst ein Querkanal für alle Achsen ausreicht. Durchgehende Schieberbahnen erleichtern die Erweiterung des Stalls. Der Platzbedarf für Schieber in Parkposition muss eingeplant werden, um ein Parken des Schiebers im Wartebereich zu vermeiden.

Verfahrenstechnische Hinweise

- Saubere und tiergerechte Liegeboxen sind unumgänglich, um starke Euterverschmutzungen zu vermeiden.
- Saubere und trittfeste Laufflächen sowie kurze Wege zum AMS sind zu empfehlen.
- Wenn die Tiere an den regelmäßigen Weidegang gewöhnt sind, sollten sie nicht darauf verzichten, da sich der Weidegang positiv auf den Organismus auswirkt und das Wohlbefinden der Tiere steigert. (Praktiker raten jedoch im ersten Jahr der Roboter-nutzung von einem Weidegang ab.)
- Regelmäßige Tierbeobachtungen und -kontrollen (z. B. Euter auf evtl. Zitzenverlet-zungen untersuchen) sollten durchgeführt werden.
- Die Klauengesundheit muss kontrolliert werden, denn lahme Kühe suchen das AMS weniger häufig auf.
- Computerdaten sind regelmäßig (mindestens zweimal pro Tag) zu kontrollieren, um Fehlmelkungen und zu lange Zwischenmelkzeiten zu erkennen.
- Bei Auffälligkeiten bei den Tieren ist Ursachenforschung angeraten (ist das Tier ran-gniedrig oder liegt evtl. eine Erkrankung vor usw.) unterstützt durch den Datenab-gleich mit früheren Daten des Tieres, falls möglich.
- Eine regelmäßige Reinigung (Hygienemanagement) und Wartung des AMS sowie Kontrolle der Selektionstore usw. ist durchzuführen.
- Kraftfutter sollte nicht ausschließlich im AMS gefüttert werden und nur den melkbe-rechtigten Kühen angeboten werden, um eine Blockierung der Anlage zu vermeiden.
- Tränken müssen kontrolliert und gesäubert werden.

13 Literaturverzeichnis

- A&D (2008): High-Tech am Euter. A&D-Heft, April
- AEL (1995): Vergleich zwischen Direktkühlung und Eiswasserkühlung von Milch. AEL-Merkblatt
- Alberta (2012): Handling Cattle. Agriculture Food and Rural Development of Alberta. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/eng1741](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/eng1741), Zugriff am 16.08.2012
- Benninger, D.; Hartmann, W.; Vogelauer, R.; Nosal, D. (2002): KTBL-Arbeitsblatt 1109. Milchlagerraum. Landtechnik 57(1), Darmstadt
- Bockisch, F.-J. et al. (2006): Laufflächen für Milchkühe. Ausführung und Sanierung. KTBL-Heft 60. Darmstadt, KTBL
- Bohnenkemper, O. et al. (2008): Wasserversorgung in der Rinderhaltung. Wasserbedarf – Technik – Management. KTBL-Heft 81. Darmstadt, KTBL
- Bonsels, T. (2011): Melkroboter: Woran es immer wieder hapert. top agrar, Ausgabe 1, S. R8-R13
- Bonsels, T. (2010): Die Daten filtern! Land & Forst, S. 42-43
- Bundesgesetzblatt (2007): Verordnung zur Durchführung von Vorschriften des gemeinschaftlichen Lebensmittelhygienerechts. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2007, Teil I Nr. 39 – Kapitel I – Anforderungen an Vorzugsmilch. 14. August 2007
- de Koning, K.; Verstappen-Boerekamp, J.; Schuiling, E. (2002): Milk cooling systems for automatic milking. In: Robotic Milking, Chapter V. Wageningen, pp. 25-35
- de Mol, R.M.; Woldt, W.E. (2001): Application of Fuzzy Logic in Automated Cow Status Monitoring. Journal of Dairy Science 84(2), pp. 400-410
- DIN 18908 (1992): Fußböden für Stallanlagen; Spaltenböden aus Stahlbetonfertigteilen oder aus Holz; Maße, Lastannahmen, Bemessung, Einbau. Berlin, Beuth-Verlag
- DIN EN 13732 (2009): Nahrungsmittelmaschinen – Behälter, Milchkühlanlagen für Milch-erzeugerbetriebe - Anforderungen an Leistung, Sicherheit und Hygiene. Berlin, Beuth-Verlag
- DIN ISO 20966 (2005): Automatische Melkeinrichtungen – Anforderungen und Prüfung. Berlin, Beuth-Verlag
- DLG (2010): 100 Fragen und Antworten zum automatischen Melksystem. Frankfurt am Main, DLG-Verlag
- DLG (2005): Preventa-Euterhaarentferner. DLG-Prüfbericht 5560 F
- Döhring, J. (2010): Persönliche Mitteilung
- Eilers, U. (2009): Anordnung des Melksystems im Stall – Melkstand oder Melkroboter. ALB-Fachtagung Moderne Milchviehhaltung vom 12. März 2009 in Hohenheim
- FAT; FAM (2002): Empfehlungen für den Bau und die Einrichtung von Milchammer und Milchlagerräumen, Liebefeld, Schweiz
- Fricke, J.D. (2010): Persönliche Mitteilung
- Fübbeker, A.; Kowalewsky, H.-H. (2005): Praxiserfahrungen mit automatischen Melksystemen. Darmstadt, KTBL

- Grant, R. J.; Albright, J. L. (2001): Effect of Animal Grouping on Feeding Behavior and Intake of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 84 (E. Suppl.), pp. E156-E163
- Grothmann, A.; Nydegger, F. (2010): Automatisierte Fütterungstechnik im Alpenraum. ART-Schriftenreihe 12, Mai 2010
- Halachmi, I. (2009): Simulating the hierarchical order and cow queue length in an automatic milking system. *Biosystems Engineering* 102(4), pp. 453-460
- Halm, H. (2003): Zum Einfluss eines automatischen Melkverfahrens auf Milchmengenleistung und Milch Inhaltsstoffe hochleistender DH-Kühe unter Berücksichtigung von Laktationsstadium und Eutergesundheit. Hannover, Tierärztliche Hochschule
- Hamann, J. (1988): Zitengewebereaktionen und maschineller Milchentzug – ein Beitrag zum Infektionsrisiko in der Zwischenmelkzeit. *Milchwissenschaft* 143, S. 8-13
- Hamann, J.; Zecconi, A. (1998): Evaluation of the electrical conductivity of milk as a mastitis indicator. *Bulletin of the International Dairy Federation*, pp. 5-22
- Harms, J. (2010): Ermittlung des Investitionsbedarfs und der Kosten von automatischen Melksystemen (AMS). Unveröffentlichter Endbericht zum KTBL-Arbeitsprogramm Kalkulationsunterlagen
- Harms, J. (2009): Automatisches Melken – Stand der Technik und Entwicklungstendenzen. In: 2. Tänniker Melktechniktagung: Tiergerechtes Melken – Menschengerechte Arbeit – Wirtschaftliche Milchproduktion, S. 105-113. Ettenhausen, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tännikon ART
- Harms, J.; Pettersson, G.; Wendl, G. (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. *Proc. 2nd European Conference of Precision Livestock Farming (ECPLF)*, pp. 179-186
- Harms, J.; Simon, J.; Moser, P. (2008): Automatische Melksysteme II – Umtriebsformen und Planungsgrundlagen. ALB-Arbeitsblatt 02.15.04
- Hartl, J. (2005): Sensortechnik beim Melken. Wolfpassing, Lebensmitteltechnologisches Zentrum
- Hogeveen, H. (1999): Bessere Eutergesundheit mit dem Roboter. *top Agrar extra: Melkroboter für ihren Betrieb*, S. 44-45
- Hömberg, D.; Hoffmann, H. (2003): Wirtschaftlichkeit automatischer und konventioneller Melksysteme im Vergleich. *Berichte über Landwirtschaft*, S. 254-268
- Hulsen, J. (2008): Melken mit dem Roboter. Zutphen (NL), Roodbont Uitgeverij
- Jago, J.; Bright, K.; Dela Rue, B. (2009): Development of a method for managing cow traffic in a pastoral automatic milking system. *Proc. 4th European Conference of Precision Livestock Farming (ECPLF)*, pp. 169-174
- Jensen, M. L. (2009): Power and water consumption with AMS. *FarmTestCattle*
- Kanswohl, N.; Brenning, G.; Dittmann, L. (2011): Schlüsselement Selektionstor. *Neue Landwirtschaft* 5, S. 72-74
- Ketelaar de Lauwere, C. C.; Devir, S.; Metz, J. H. M. (1996): The influence of social hierarchy on the tim budget of cows and their visits to an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science* 49, pp. 199-211

- Kleinschmidt, D. (2007): Zu Wirkungsmechanismus und Aussagefähigkeit des California Mastitis Tests unter besonderer Berücksichtigung der Eutergesundheitsbeurteilung von Auktionstieren. Dissertation, Hannover, Tierärztliche Hochschule
- Köhler, S. (2002): Nutzung von Prozessparametern automatischer Melksysteme für die Erkennung von Eutererkrankungen unter Verwendung der Fuzzy Logic. Dissertation, Humboldt-Universität Berlin
- Kowalewsky, H.H.; Fübbeker, A. (2003): Umfrage zu Praxiserfahrungen mit automatischen Melksystemen. KTBL-Schrift 424, Darmstadt, KTBL
- Kowalewsky, H.-H. ; Fübbeker, A. (1998): Ermittlung der Melkleistung, der Kosten und des Arbeitszeitbedarfs bei automatischen Melksystemen. Darmstadt, KTBL
- KTBL (2005): Baukost. www.ktbl.de
- KTBL (2012): Baukost. www.ktbl.de
- KTBL (2009): Faustzahlen für die Landwirtschaft. Darmstadt, KTBL, S. 717-718
- KTBL (2012): KTBL-Datensammlung Betriebsplanung 2012/13. Darmstadt, KTBL, S. 575-582
- LELF (2009): Datensammlung für die Betriebsplanung und die betriebswirtschaftliche Bewertung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren im Land Brandenburg. Herausgeber: Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, Potsdam
- Lexer, D.; Hagen, K.; Vosika, B.; Troxler, J.; Waiblinger, S. (2004): Einfluss eines automatischen Melksystems auf Verhalten, Physiologie und Gesundheit von Milchkühen. Ländlicher Raum, S. 23-25
- Liste, P. (2010): Meine Abenteuer mit acht Melkrobotern. top agrar, Ausgabe 2, S. R 32-35
- Litzllachner, C.; Hartl, J.; Wolkersdorfer, F.; Schweifer, R.; Schütz, R. (2009): Automatische Melksysteme – AMS (Melkroboter). Der Fortschrittliche Landwirt 2, S. 55-64
- Melin, M.; Hermans, G. G. N.; Pettersson, G.; Wiktorsson, H. (2006): Cow traffic in relation to social rank and motivation of cows in an automatic milking system with control gates and open waiting area. Applied Animal Behaviour Science 96(3-4), pp. 201-214
- Milch-Güteverordnung (1980): Verordnung über die Güteprüfung und Bezahlung der Anlieferungsmilch (Milch-Güteverordnung) vom 9. Juli 1980. BGBl. I S. 878, 1081. 1980.
- Moriz, C. (2002): Arbeitszeitbedarf und Arbeitsorganisation auf Betrieben mit automatischen Melksystemen. Unveröffentlichter Abschlussbericht. CH-Ettenhausen, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
- Nydegger, F.; Grothmann, A. (2009): Automatische Fütterung von Rindvieh – Ergebnisse einer Erhebung zum Stand der Technik. ART-Bericht Nr. 710. CH-Ettenhausen, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
- Ordolff, D. (2004): Sicherung der Milchqualität. In Melktechnik und Melkverfahren II. RKL-Schrift 4.2.1.1, S. 672-686
- Over, R.; Sauter, G.; Gegenbauer, C.; Harsch, M. (2004): Melktechnik für Milchviehställe – Vergleich von Melksystemen. LEL, S. 24
- Prescott, N.B.; Mottram, T. T.; Webster, A.J.F. (1998): Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. Applied Animal Behaviour Science 57(1) pp. 23-33
- Rasmussen, M.D.; Blom, J.Y.; Nielsen, L.A.H.; Justesen, P. (2001): Udder health of cows milked automatically. Livestock Production Science 72, pp. 147-156

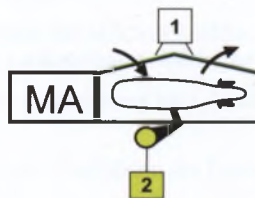
- Reichel, A.; Wandel, H. (2008): Modernisierung von Milchviehställen in kleinen Beständen. KTBL-Schrift 429. Darmstadt, KTBL
- Reinecke, F. (2002): Untersuchungen zu Zellgehalt und N-Acetyl- β -D-GLUCOSAMINIDASE-Aktivität (NAGase) in Viertelanfängsgemelken sowie zur Leistungsentwicklung von Kühen bei Anwendung eines konventionellen oder eines automatischen Melkverfahrens. http://elib.tiho-hannover.de/dissertations/reinickef_2002.pdf, Zugriff am 12.12.2012
- Richtlinie 98/8/EG (1998): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Februar 1998 über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 123/1
- Rodenburg, J. (2009): Melkroboter: Beim Stalllayout umdenken! Elite 2, S. 56-59
- Schick, M. (2000): Arbeitszeitbedarf verschiedener Melkverfahren. FAT-Bericht 544. CH-Ettenhausen
- Schlag, M. (2011): Zeit sparen und flexibel sein. Landwirtschaftliches Wochenblatt Ausgabe 9, S. 10-11
- Schneider, N. (2009): Reparatur- und Wartungskosten von automatischen Melkssystemen. Diplomarbeit an der Fachhochschule Weihenstephan
- Schön, H. (2000): Automatische Melksysteme. KTBL-Schrift 395. Darmstadt, KTBL
- Schridde, M. (2006): Vergleichende Untersuchung des Zitzengewebestatus von Kühen nach Einsatz eines konventionellen oder eines automatischen Melkverfahrens unter Berücksichtigung der Eutergesundheit. Dissertation, Tierärztliche Hochschule, Hannover
- Sheldrake, R. F.; McGregor, G. D.; Hoare, R. J. T. (1983): Somatic cell count, electrical conductivity and serum albumin concentration for detecting bovine Mastitis. J. Dairy Sci. 66, pp. 548-555
- Simon, J.; Kränsel, E.; Kupke, S.; Schön, W.; Stötzel, P.; Zahner J. (2009): Bauliche Lösungen für wachsende Milchviehbetriebe. LfL-Schriftenreihe Nr. 14, in: Strategien für zukunftsorientierte Milchviehbetriebe in Bayern, Landtechnische-bauliche Jahrestagung am 25. November 2009 in Triesdorf, S. 55-96
- Simon, J.; Zahner, J. (2012): Investitionsbedarf für Milchviehställe. Unveröffentlichter Endbericht zum KTBL-Arbeitsprogramm Kalkulationsunterlagen
- Steidle, E.; Mattern, P. (2005): Milchräume – Einrichtung und Zuordnung. ALB-Arbeitsblatt 02.15.01, S. 4
- Steiner, B.; Zähler M. (2010): Liegeflächen und Stallböden im Boxenlaufstall. Schweizer Landtechnik, Ausgabe 2, S. 4-8
- Stoffers, I. (2006): Anforderungen des automatischen Melkens an die Milchkühlung und deren technischen Lösungen. In: VDI-Berichte Nr. 1935. Düsseldorf, VDI Verlag
- Taute, H. (2008): Praxisbericht zu FeedFirst und ungelenktem Kuhverkehr. Fachtag Bau und Technik „Investitionsalternative – Automatische Melkssysteme“ am 27.11.2008 in Köllitsch
- TrinkwV. (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001), 21.05.2001
- Umstätter, C. (2002): Tier-Technik-Beziehung bei der automatischen Milchgewinnung. Dissertation, Humboldt-Universität Berlin

- Verordnung (EG) Nr. 178 (2002): Verordnung (EG) des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit. Amtsblatt der Europäischen Union L 31 vom 1. Februar 2002
- Verordnung (EG) Nr. 852 (2004): Verordnung (EG) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene. Amtsblatt der Europäischen Union L 139 vom 30. April 2004
- Verordnung (EG) Nr. 853 (2004): Verordnung (EG) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs. Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 226 vom 25. Juni 2004
- Wangler, A. (2004): Praxiserfahrungen zur Klauengesundheit. Nutztierpraxis Aktuell, Ausgabe 9
- Wenzel, C. (1999): Untersuchungen zum Verhalten und zur Belastung von Milchrindern beim Melken in einem Automatischen Melksystem. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München, München
- Wendl, G. (2011): Entwicklungstendenzen in der Haltungstechnik für die Milchviehhaltung. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Hrsg.), Tierhaltung in Bayern – Quo vadis? LfL-Schrift 7/2011, Freising-Weihenstephan, S. 23–42
- Wiedemann, M. (2004): Überwachung der Eutergesundheit bei Milchkühen durch Kombination verschiedener chemisch-physikalischer Messwerte. http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=973384131&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=973384131.pdf, Zugriff am 12.12.2012
- Wolters, G.; Verstappen-Boerekamp, J.; Minderman, J.; Hogeveen, H (2000): Cooling and storage requirements for automatic milking. In: Robotic Milking, p. 47-55, Wageningen
- Zähner, M. (2009): ART-Baumerkblätter – Bereich Rindvieh. Ettenhausen, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Anhang 1 – Begriffsdefinitionen

Begriff	Definition
Melken	
Melkroboter (gebräuchliche Abkürzung AMS) (<i>milking robot</i>)	Funktionelle Einheit, die ein automatisches Melken ermöglicht, bestehend aus Ansetzautomat, Zitzenortungssystem, Melkbox, Melktechnik und weiteren Vorrichtungen, die der elektronischen Steuerung, der Fütterung und dem Ausrichten der Tiere, der Erfassung von Tierdaten sowie der Reinigung, Desinfektion oder Nachbehandlung von Melkbox, Melktechnik, Ansetztechnik und Zitzen dienen. Die Begriffe automatisches Melksystem (AMS) und automatisches Melkverfahren (AMV) werden synonym verwendet.
Ansetzautomat, Ansetzroboter (<i>robot for attaching</i>)	Technische Einrichtung mit Zitzenortungssystem zum automatischen Ansetzen von Vorbereitungs- und Melkbechern am Euter der Kuh.
Zitzenortungssystem (<i>teat detection unit</i>)	Sensorenbasiertes System zur automatischen Auffindung der Einzelzitze.
Melkbox (<i>milking box</i>)	Standraum der Kuh beim automatischen Melken mit seitlichem Ein- und Auslass.
Einboxanlage (<i>single box system</i>)	Automatisches Melksystem basierend auf einer Melkbox, die jeweils für sich eine funktionelle Einheit bildet und mit einem eigenen Ansetzautomaten ausgerüstet ist.

- 1 Ein- bzw. Ausgangstor
- 2 Ansetzautomat/Handhabungsautomat
- MA = Melkanlage



(Grafik: Wendl, verändert)

Begriff	Definition
<p>Mehrboxenanlage (<i>multi box system</i>)</p>	<p>Automatisches Melksystem mit mehreren Melkboxen, die mit einem gemeinsamen Ansetzautomaten und Zitzenortungssystem bedient werden und parallel oder hintereinander angeordnet sind. Jede Melkbox ist autonom mit Melktechnik ausgerüstet.</p> <div data-bbox="491 399 961 958" style="text-align: center;"> <p>1 Ein- bzw. Ausgangstor 2 Ansetzautomat/Handhabungsautomat MA = Melkanlage</p> </div> <p>(Grafik: Wendl, verändert)</p>
Funktionsbereiche	
<p>Fressbereich (<i>feeding area</i>)</p>	<p>Bereich des Zugangs zum Futtertisch mit Grundfutter oder Mischration.</p>
<p>Liegebereich (<i>lying area</i>)</p>	<p>Liegeboxen sowie weitere Liegeflächen und die zugehörigen Zugangsbereiche.</p>
<p>Umtriebssystem (<i>moving system</i>)</p>	<p>Regelung des Tierverkehrs zwischen den Funktionsbereichen Liegen, Melken und Fressen.</p>
Technisch-bauliche Einrichtungen	
<p>Vorselektion (<i>pre-selection</i>)</p>	<p>Selektionseinrichtung zur Regelung des Zutritts zum Vorwarter-, Fress- oder Liegebereich in Abhängigkeit von der Melkberechtigung.</p>
<p>Vorwarteraum (<i>waiting area</i>)</p>	<p>Bereich vor dem Melkroboter für wartende Kühe. Der Vorwarteraum kann offen oder durch bauliche Einrichtungen abgegrenzt und mit Selektionstoren kombiniert sein; vergleichbar mit dem Warteraum bei konventionellen Melksystemen.</p>
<p>Nachselektion (<i>post-selection</i>)</p>	<p>Selektionseinrichtung zur Regelung des Zutritts in die den Melkboxen nachgelagerten Funktionsbereiche (z. B. Separationsbucht, Fressbereich).</p>
<p>Nachwarteraum (<i>waiting area</i>)</p>	<p>Bereich nach dem Melkroboter für austretende Kühe, häufig durch Einwegtore und Selektionstore vom übrigen Stall abgetrennt.</p>

Begriff	Definition
Separationsbucht (<i>separation box</i>)	Aufenthaltsbereich, zu dem die Kuh nach gewissen Auswahlkriterien mittels Nachselektion zugewiesen wird und aus dem sie nur manuell wieder entlassen werden kann. In der Regel handelt es sich um Kühe mit Behandlungsbedarf (tierärztliche Eingriffe, Besamung).
Nachselektionsraum (<i>separation area</i>)	= Separationsbucht
Einwegtor (<i>one-way gate</i>)	Bewegliche Absperrvorrichtung, die den Durchgang nur in einer Richtung zulässt.
Rücklaufsperr (<i>return lock</i>)	= Einwegtor
Selektionstor (<i>selection gate</i>)	Mechanisches Tor, das die Kühe in zwei oder drei Richtungen lenkt. Für eine automatische Selektion ist eine elektronische Tiererkennung Voraussetzung.
Melktechnische Kennziffern	
Herdengröße (<i>herd size</i>)	Anzahl der insgesamt für die Milchproduktion eines Betriebes zur Verfügung stehenden Kühe (d. h. zu melkende Kühe, Trockensteher, Färsen in Herdeneinführung).
Zu melkende Kühe (<i>milking cows</i>)	Anzahl laktierender Kühe in der Herde, d. h. Kühe die gemolken werden.
Melkung (<i>milking</i>)	Besuch der Melkbox mit vollständigem oder teilweisem Milchentzug.
Besuch mit erfolgreicher Melkung (<i>visit with successful milking</i>)	Besuch der Melkbox mit erfolgreichem Ansetzen aller Melkbecher und vollständigem Milchentzug.
Besuch ohne Melkberechtigung (<i>visit without for milking permission</i>)	Besuch der Melkbox, bei dem keine Melkung ausgeführt wurde, weil noch keine Melkberechtigung vorlag.
Besuch mit erfolglosem Ansetzvorgang (<i>visit with unsuccessful attachment</i>)	Besuch der Melkbox mit Melkberechtigung, aber erfolglosem Ansetzversuch und anschließender Entlassung aus der Melkbox.
Besuch mit unvollständiger Melkung (<i>incomplete milking</i>)	Besuch der Melkbox mit teilweisem Milchentzug, aber deutlicher Unterschreitung der erwarteten Milchmenge.
Mislungene Melkung (<i>incomplete milking</i>)	= Besuch mit unvollständiger Melkung
Melkfrequenz (<i>milking frequency</i>)	Anzahl Melkungen je Kuh und Tag.
Gemelksmenge (<i>yield per milking</i>)	Während eines Melkvorgangs ermolkene Milchmenge.
Erwartete Milchmenge (<i>expected milk yield</i>)	Aus der tierindividuellen Milchproduktionsrate errechneter Erwartungswert für die aktuelle Melkung.
Melkberechtigung (<i>milking permission</i>)	Anrecht auf Melken, da Schwellenwert (z. B. erwartete Milchmenge und/ oder Zwischenmelkzeit) für das Melken erreicht ist.

Begriff	Definition
Zwischenmelkzeit (<i>milking interval</i>)	Zeitdauer zwischen zwei Melkungen.
Besuchsfrequenz (<i>visiting frequency</i>)	Anzahl aller Besuche in der Melkbox je Kuh und Tag (Besuche mit und ohne Melkung).
Ansetzquote (<i>share of successful attachment</i>)	Besuche mit erfolgreichen Ansetzvorgängen im Verhältnis zu allen Besuchen mit Ansetzversuchen.
Anlagekapazität (<i>unit capacity</i>)	Kapazität, ausgedrückt in Milchmenge, Kuhzahl oder Melkungen, die von einem automatischen Melksystem unter bestimmten Voraussetzungen (Herdenmilchleistung, Milchfluss, technische Funktion des Systems, Eignung der Euter usw.) pro Zeiteinheit erreicht werden kann.
Freie Zeit (<i>idle time</i>)	Zeitraum, in der die Melkbox weder durch Kuhbesuche belegt noch durch die Reinigung blockiert ist.
Milchlagerung und Reinigung	
Milchlagerraum (<i>milk storage room</i>)	Standort des Milchlagertanks, in der Regel kombiniert mit weiteren, der Melkhygiene dienenden Einrichtungen (Waschtrog, Warmwasser-aufbereitung, Reinigungsinstallationen usw.).
Technikraum (<i>machine room</i>)	Separater Raum zur Aufnahme der nötigen Technik rund um den Melkroboter (Vakuumversorgung, Reinigungsinstallationen usw.), falls diese nicht schon in der Melkbox integriert ist.
Haupttank (<i>main tank</i>)	Kühlbarer Lagerbehälter, dimensioniert für die Melkmenge innerhalb der Abfuhrfrequenz.
Puffertank (<i>buffer tank</i>)	Separater Milchtank zur Zwischenlagerung der Milch, d. h. zur Überbrückung der Entleerungs- und Reinigungszeit des Haupttanks.
Hauptreinigung (<i>main cleaning</i>)	Kompletter Reinigungs- und Desinfektionsvorgang aller Milch führender Teile, meist zu festgelegten Zeiten.
Zwischenreinigung (<i>interim cleaning</i>)	Reinigungsvorgang der Milch führenden Teile außerhalb der Hauptreinigungszeiten.
Sonderreinigung (<i>special cleaning</i>)	= Zwischenreinigung
Spülung (<i>rinsing</i>)	Im Gegensatz zur Reinigung werden die Milch führenden Teile lediglich mit Wasser durchgespült.
Zwischendesinfektion (<i>intermediate disinfection</i>)	Desinfektion der Milch führenden Teile außerhalb der Hauptreinigungszeiten. Kann mit Heißdampf, Kochendwasser oder Desinfektionsmittel erfolgen und führt gemäß Definition zu einer Keimreduktion um mindestens fünf Zehnerpotenzen (Faktor 10^{-5}).

Anhang 2 – DIN ISO 20966:2008-04 Automatische Melksysteme – Anforderungen und Prüfung

B) Auszug aus DIN ISO 20966, Anhang B: „Zitzenreinigung“

Es muss sichergestellt sein, dass die Zitzen und die Teile des Euters, die in Kontakt mit den Zitzengummis kommen, gereinigt werden, ohne das Tier zu verletzen.

Die Sauberkeit der Zitzen und der Euterteile, die mit dem Zitzengummi in Kontakt kommen, kann von Sachkundigen wie folgt eingestuft werden:

1. vollständig sauber (< 1 % der Zitzenoberfläche ist sichtbar kontaminiert);
2. leicht verschmutzt (1 % bis 10 % der Zitzenoberfläche ist/sind sichtbar kontaminiert);
3. teilweise verschmutzt (11 % bis 25 % der Zitzenoberfläche sind sichtbar kontaminiert);
4. stark verschmutzt (> 25 % der Zitzenoberfläche sind sichtbar kontaminiert).

Die Prüfung sollte in drei Herden, während des normalen Betriebes der automatischen Melkeinrichtung durchgeführt werden. In jeder Herde werden willkürlich eine vordere und eine hintere Zitze von jedem Tier aus einer Anzahl von Tieren vor der automatischen Zitzenreinigung beurteilt, bis mindestens 50 Zitzen entweder in 2 oder 3 eingestuft sind. Tiere mit einer oder mehr Zitzen in der Stufe 4 vor der Reinigung sind von der Prüfung ausgeschlossen. Ein Maximum von 50 % der Zitzen zeigt Stufe 1 bevor die automatische Reinigung in Betrieb genommen werden kann.

Mindestens 75 % der Zitzen müssen nach der automatischen Reinigung die Stufe 1 aufweisen und von den Tieren mit mindestens einer Zitze in der Stufe 2 oder 3 vor der Reinigung sollten mindestens 50 % der Zitzen nach der Reinigung die Stufe 1 aufweisen.

Wenn eine visuelle Begutachtung der Zitzen nicht unmittelbar nach der automatischen Reinigung möglich ist, müssen Gesamtgemelksproben während des Melkvorgangs der Tiere gezogen werden, ... Der Probennehmer, der üblicherweise für die Milchmengenerfassung verwendet wird, kann für diesen Zweck verwendet werden. Die Probenahme in saubere Probenröhrchen muss unmittelbar nach einer Maschinenreinigung beginnen. Milchproben müssen bis zur bakteriologischen Prüfung kalt gelagert werden. Milchproben müssen wegen der coliformen Keime nach IDF-Standard analysiert werden. Mindestens 75 % der Milchproben müssen im Test negativ für Coliforme < 10 KbE/ml abschneiden. Weniger als 5 % der Proben dürfen mehr als 100 KbE/ml aufweisen.

C) Auszug aus Anhang C DIN ISO 20966

Milch muss bei jedem Melkvorgang durch ein Verfahren zur Erkennung abnormer Milch unter Einbeziehung der Anforderungen nach Anhang C DIN ISO 20966 geprüft werden

...

- ...Die Sensitivität von Geräten zur Erkennung abnormaler Milch sollte bei $> 70\%$ liegen. Mindestens 16 von 20 Melkvorgängen mit abnormaler Milch sollten erkannt werden, was einer Mindestsensitivität von 69% für ein Vertrauensintervall von 80% garantiert.
- Die Spezifität von Geräten zur Erkennung abnormaler Milch sollte bei $> 99\%$ liegen, dies bedeutet, dass maximal 2 von 200 Tiermelkvorgängen mit normaler Milch automatisch ausgeschlossen werden...
- Das Vertrauensintervall für eine erwartete Spezifität von 99% beträgt 98% bis 100% für 200 Tiermelkvorgänge mit normaler Milch. Minimal 199 von 200 Tiermelkvorgängen mit normaler Milch sollten durch das Erkennungssystem als normale Milch ausgewiesen werden.

Anhang 3 – Maßnahmenkatalog

Bundesanzeiger, Datum: 2012.09.12

Bekanntmachung

zur Durchführung von Artikel 3 Abs. 1 in Verbindung mit Anhang III Abschnitt IX Kapitel I der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs (ABl. L 226 vom 25.6.2004, S. 22) hinsichtlich der Anwendung bestimmter Maßnahmen in Milcherzeugungsbetrieben mit automatischen Melkverfahren
Vom 4. September 2012

[...]

Maßnahmenkatalog

Sicherstellung der Eutersauberkeit vor dem Melken

1. Zweimal am Tag sollte eine Begehung des Stalles mit gezielter Beobachtung der Sauberkeit der Tiere erfolgen.
2. Flankierende, zur Sauberhaltung der Euter geeignete Maßnahmen sollten vorgenommen werden, z. B. das mindestens tägliche Reinigen der Liegeboxen und der Laufwege sowie das Enthaaren der Euter. Stark verschmutzte Euter sollten manuell gereinigt werden.

Überwachung der Eutergesundheit

3. Bei Installation eines AMV in einem landwirtschaftlichen Betrieb sollten die Eutergesundheit rechtzeitig – möglichst sechs Monate vor der geplanten Inbetriebnahme des Systems und nochmals 1–2 Wochen vor Einbringen der Herde durch eine zytobakteriologische Untersuchung der Viertelanfangsgemelke aller laktierenden Tiere – überprüft werden. Alternativ zur Durchführung dieser Maßnahmen kann der Eutergesundheitsstatus der Herde auch durch Hinzuziehung eines Eutergesundheitsdienstes oder durch den bestandsbetreuenden Tierarzt festgestellt und gegenüber dem zuständigen Veterinäramt attestiert werden. Die Eutergesundheit von zugekauften Tieren sollte beim Einbringen in die Herde überprüft werden. Die zuständigen Behörden sollten über die Ergebnisse der Untersuchungen sowie ggf. eingeleitete Sanierungsmaßnahmen informiert werden.

4. AMV-Betriebe sollten an einer Prüfung in Anlehnung an die Milchleistungsprüfung teilnehmen. Im Verlauf eines Jahres sollten gleichmäßig über die Zeit verteilt elf Mal die Gesamtgemelke (GM) mindestens auf die Anzahl der somatischen Zellen und die Tagesleistung der Kühe hin geprüft werden. Beim aktuellen Probemelken soll der Anteil an Kühen mit Zellgehalten über 250 000 Zellen/ml Milch im Gesamtgemelk nicht über 30 % aller laktierenden Kühe liegen. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, sollten alle Einzelgemelke einer Kuh über einen Zeitraum von 24 Stunden beprobt werden und die Zellzahlergebnisse entsprechend der Milchmenge der Gemelke zu einer Gesamtgemelkszellzahl verrechnet werden.
5. Wird der Zellgehalt von 400 000 Zellen/ml in einer Tankmilchprobe überschritten, sollten geeignete Maßnahmen zur Sicherstellung der Milchqualität eingeleitet werden (siehe Tabelle Nummer 6).
6. Im Falle einer Überschreitung der unter den Nummern 4 und 5 angeführten Richtwerte sollten folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

Kategorie	Anteil an Kühen in % über 250 000 Zellen/ml im GM (Nr. 4 des Katalogs)	Tankmilchprobe (Nr. 5 des Katalogs)	Maßnahmen
I	unter 30 %	Keine Werte > 400 000 Zellen/ml	nicht erforderlich
II	unter 30 %	Werte > 400 000 Zellen/ml	Kontrolle aller verdächtigen Kühe (u. a. GM > 250 000 Zellen/ml Sekretbeurteilung) mittels Schalm-Mastitis-Test
III	über 30 %	Keine Werte > 400 000 Zellen/ml	Kontrolle aller verdächtigen Kühe und zyto-bakteriologische Untersuchung dieser Kühe
IV	über 30 %	Werte > 400 000 Zellen/ml	Kontrolle aller Kühe der Herde und zyto-bakteriologische Untersuchung

Bei Erreichen der Kategorie III oder IV sollten ferner das Herdenmanagement (u. a. Fütterung) und die Melktechnik überprüft werden, um nachteilige Einflüsse auf die Eutergesundheit zu erkennen und abzustellen. Alternativ zur Durchführung der Maßnahmen in Kategorie III und IV kann der Eutergesundheitsstatus der Herde auch durch Hinzuziehung eines Eutergesundheitsdienstes oder durch den bestandsbetreuenden Tierarzt festgestellt werden. Auf der Grundlage der Befunde und nach ggf. Korrekturen im Bereich des Herdenmanagements und der Melktechnik sollten geeignete Sanierungsprogramme zur Verbesserung der Eutergesundheit durchgeführt werden.

7. Zweimal täglich sollte eine Begehung des Stalles mit gezielter Beobachtung der Gesundheit der Tiere insbesondere der Euter (Entzündungen, Wunden) erfolgen.
8. Mindestens zweimal täglich sollte eine Kontrolle der beim AMV automatisch erfassten Daten (Warnliste) vorgenommen werden, um Hinweise auf Gesundheitsstörungen zu erhalten, z. B. aus Daten über Zwischenmelkzeiten, über Milchmengen, über die elektrische Leitfähigkeit der Milch, über Tieraktivitäten, über misslungene Melkungen und über den Kraftfutterabruf.
9. Tiere, bei denen sich Hinweise auf Gesundheitsstörungen ergeben, sollten unverzüglich auf das Vorliegen von Erkrankungen untersucht bzw. bis zur Überprüfung von der Milchlieferrung ausgeschlossen werden.

Eine Dokumentation der unter den Nummern 3 bis 6 und 9 aufgeführten Maßnahmen inklusive Markierung bzw. gesonderter Angabe auffälliger Befunde und daraus abgeleiteter Maßnahmen im Betrieb sollte durchgeführt werden. Insbesondere sollten Erkrankungen der Tiere, Behandlungen und Ausschluss von der Milchlieferrung festgehalten werden. Vorhandene Dokumentationen, z. B. Milchgeldabrechnung, die Ergebnisse der Milchleistungsprüfung, Bestandsbuch, können hierzu verwendet werden. Die Nachweise sollten mindestens 24 Monate aufbewahrt und der zuständigen Behörde auf Verlangen vorgelegt werden.

Rechtsgrundlagen:

Verordnung (EG) Nr. 852/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene (ABl. L 139 vom 30.4.2004, S. 1, L 226 vom 25.6.2004, S. 3, L 204 vom 4.8.2007, S. 26, L 46 vom 21.2.2008, S. 51, L 58 vom 3.3.2009, S. 3).

Verordnung (EG) Nr. 853/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs (ABl. L 139 vom 30.4.2004, S. 55, L 226 vom 25.6.2004, S. 22, L 204 vom 4.8.2007, S. 26, L 119 vom 13.5.2010, S. 26), die durch die Verordnung (EG) Nr. 1662/2006 (ABl. L 320 vom 18.11.2006, S. 1, L 77 vom 24.3.2010, S. 59) geändert worden ist.

DIN ISO 20966:2008-04 – Automatische Melksysteme – Anforderungen und Prüfung (ISO 20966:2007).

Die Bekanntmachung vom 28. September 2006 (BAnz. S. 6669) zur Durchführung von Artikel 3 Absatz 1 in Verbindung mit Anhang III Abschnitt IX Kapitel I der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs (ABl. L 226 vom 25.6.2004, S. 22) hinsichtlich der Anwendung bestimmter Maßnahmen in Milcherzeugungsbetrieben mit automatischen Melkverfahren wird aufgehoben.

Bonn, den 4. September 2012
323 - 22504/0005

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
Im Auftrag
Dr. Kobelt

Anhang 4 – Formular für die Anzeige der Installation eines AMV¹⁾

Anzeige der Installation eines automatischen Melkverfahren (AMV)

Landratsamt	Name, Vorname
	Straße
	PLZ, Ort
	Telefonnummer

Rechtsgrundlage:
Bekanntmachung zur Durchführung von Artikel 3 Abs. 1 in Verbindung mit Anhang III Abschnitt IX Kapitel I der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs (ABl. EU Nr. L 226 S. 22) hinsichtlich der Anwendung bestimmter Maßnahmen in Milcherzeugungsbetrieben mit automatischen Melkverfahren Vom 29. September 2006 (BAnz. S. 6669 vom 11.10.2006)

Zeitpunkt der Installation eines AMV: _____

AMV-Typ: _____

Anzahl der Module: _____

Anzahl der Milchkühe: _____

Voraussichtliche Inbetriebnahme am: _____

Hiermit verpflichte ich mich, das zuständige Veterinäramt über die Ergebnisse der zyto-bakteriologischen Untersuchung¹ sowie ggf. eingeleiteten Sanierungsmaßnahmen² zu informieren.

Ich habe den

Eutergesundheitsdienst

Betreuungstierarzt

zur Weiterleitung der Ergebnisse der zyto-bakteriologischen Untersuchung sowie ggf. eingeleitete Sanierungsmaßnahmen an das zuständige Veterinäramt beauftragt.

Ort, Datum	Unterschrift
------------	--------------

¹ Bei Installation eines AMV in einem landwirtschaftlichen Betrieb ist die Eutergesundheit 4-6 Wochen vor der geplanten Inbetriebnahme des Systems und nochmals 1-2 Wochen vor Einbringen der Herde durch eine zyto-bakteriologische Untersuchung der Viertelanfangsgemelke zu überprüfen. Abweichend hiervon kann die Attestierung der Eutergesundheit auch durch ein gleichwertiges aber individuell auf den Betrieb zugeschnittenes Konzept durch den Eutergesundheitsdienst erfolgen. Weitere Informationen unter www.milchpruefung.de, www.tsk-bw.de/Tiergesundheitsdienste/egd.php und www.lazbw.de

² Beim Nachweis von insbesondere Streptococcus agalactiae, G-Streptokokken, Streptococcus dysgalactiae, Staphylococcus aureus, Mykoplasmen sind unter Einbeziehung des betreuenden Tierarztes und/oder eines Eutergesundheitsdienstes geeignete Sanierungsmaßnahmen zu treffen.

¹⁾ AMV oder AMS; die Begriffe werden synonym verwendet.

http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/serviet/PB//show/1248609/LAZBW11_Meldeformular%20AMV_Landwirt%20endg%2011%2005%2009.pdf

Anschriften der Autoren

Werner Achilles
 Kuratorium für Technik und Bauwesen
 in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)
 Bartningstr. 49
 64289 Darmstadt

Prof. Dr. Clemens Fuchs
 Hochschule Neubrandenburg
 Brodaer Str. 2
 17033 Neubrandenburg

Alfons Fübbecke
 Landwirtschaftskammer Niedersachsen
 Mars-la-Tour-Str. 1-13
 26121 Oldenburg

Dr. Jan Harms
 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
 (LfL)
 Prof.-Dürrwaechter-Platz 2
 85586 Poing-Grub

Dr. Wilfried Hartmann
 Kuratorium für Technik und Bauwesen
 in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)
 Bartningstr. 49
 64289 Darmstadt

Dr. Angelika Häußermann
 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
 Max-Eyth-Str. 6
 24118 Kiel

Robert Kaufmann
 Forschungsanstalt Agroscope
 Reckenholz-Tänikon ART
 8356 Ettenhausen (CH)

Dr. med. vet. Friederike Reinecke
 Landwirtschaftskammer Niedersachsen
 Sedanstr. 4
 26121 Oldenburg

Dr. Sandra Rose-Meierhöfer
 Leibniz-Institut für Agrartechnik
 Potsdam-Bornim e. V. (ATB)
 Max-Eyth-Allee 100
 14469 Potsdam-Bornim

Dr. Wilfried Wolter
 Regierungspräsidium Gießen
 Schanzenfeldstr. 8
 35578 Wetzlar

Dr. Michael Zähler
 Forschungsanstalt Agroscope
 Reckenholz-Tänikon ART
 8356 Ettenhausen (CH)

Schnell und einfach

**Kalkulationsdaten
online abrufen
und berechnen**



www.ktbl.de

**Testen Sie jetzt die
kostenlosen Demoversionen!**

KTBL-Veröffentlichungen

**Betriebsplanung Landwirtschaft 2012/13**

Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft
2012, 23. Auflage, 824 S., 26 €, ISBN 978-3-941583-64-1
(Best.-Nr. 19510)

Maschinenkosten kalkulieren, Arbeitseinsätze planen oder Produktionsverfahren bewerten – das KTBL-Standardwerk bietet, ergänzt durch eine Online-Anwendung, zu jedem Anlass der betrieblichen Planung umfassende Informationen zu Tierhaltung, Pflanzenproduktion und Energiegewinnung.

**Gläserne Ställe**

Verbesserung der Akzeptanz landwirtschaftlicher Nutztierhaltung. Ergebnisse des BMELV-Bundeswettbewerbes „Landwirtschaftliches Bauen 2011/2012“

2012, 52 S., 9 €, ISBN 978-3-941583-72-6
(Best.-Nr. 40098)

Das Heft zum Bundeswettbewerb „Landwirtschaftliches Bauen 2011/12“ zeigt prämierte Beispiele zukunftsweisender landwirtschaftlicher Nutztierhaltungen, die Besuchern, Kunden, Verbrauchern, Nachbarn und der interessierten Öffentlichkeit einen unverfälschten Blick in ihre Tierhaltung ermöglichen.

**Gemeinsam stark**

Vorbildliche Milchviehkooperationen in Deutschland und der Schweiz

2010, 64 S., 9 €, ISBN 978-3-941583-40-5
(Best.-Nr. 40090)

Eine Kooperation in der Milchviehhaltung senkt die Arbeitsbelastung und ermöglicht Betriebsleitern wettbewerbsfähig zu wirtschaften. Das Heft zum Bundeswettbewerb „Landwirtschaftliches Bauen 2009/2010“ zeigt preisgekrönte Beispiele erfolgreicher Kooperationen.

**Elektronische Tieridentifizierung in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung**

KTBL-Tagung vom 2. bis 3. November 2011 in Fulda

2011, 136 S., 24 €, ISBN 978-3-941583-57-3
(Best.-Nr. 11490)

Elektronische Tieridentifizierung ist ein wesentlicher Baustein für die Rückverfolgbarkeit in der Produktion tierischer Lebensmittel und der Seuchenbekämpfung sowie im Betriebsmanagement. Gefragt sind Systeme, die effizient und sicher sind. Der Tagungsband stellt in 14 Beiträgen den aktuellen Stand der Technik und der eingesetzten Systeme vor.



Schroers, J. O.; Sauer, N.

Die Leistungs-Kostenrechnung in der landwirtschaftlichen Betriebsplanung
2011, 96 S., 24 €, ISBN 978-3-941583-50-4
(Best.-Nr. 11486)

Landwirte müssen Investitionen planen und Entscheidungen treffen. Die Schrift bietet das Rüstzeug für die richtigen Entscheidungen. Konkrete Fragestellungen werden in praxisnahen Beispielen beantwortet.



Pferdehaltung
Planen und kalkulieren - mit Online-Anwendung
2012, 200 S., 25 €, ISBN 978-3-941583-66-5
(Best.-Nr. 19509)

Die Datensammlung bietet Informationen für die Planung und Bewertung einer professionellen Pferdehaltung vom Fohlen bis zum erwachsenen Pferd. Planungsbeispiele, ergänzt durch eine Online-Anwendung, ermöglichen Verfahrensvergleiche und können als Grundlage für eigene Berechnungen genutzt werden.



Energiepflanzen
Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus
- mit Online-Anwendung
2012, 2. Auflage, 368 S., 25 €, ISBN 978-3-941583-65-8
(Best.-Nr. 19508)

Der Anbau von Energiepflanzen ist für viele landwirtschaftliche Unternehmer ein wichtiger Betriebszweig. Die Datensammlung, ergänzt durch eine Online-Anwendung, liefert sowohl für überschlägige Betrachtungen als auch für komplexe Planungsrechnungen zuverlässige Informationen.



Faustzahlen für die Landwirtschaft
2009, 14. Auflage, 1180 S., 30 €, ISBN 978-3-939371-91-5
(Best.-Nr. 19494)

Auf über 1000 Seiten beinhaltet das Buch die wichtigsten Daten und Fakten zur landwirtschaftlichen Erzeugung, zum Freilandgartenbau, zu erneuerbaren Energien und zur Betriebswirtschaft. Es ist das Standardwerk für alle, die sich mit Landwirtschaft befassen.



Was ist ein Tierplatz?

Definition von Tierplätzen nach 4. BImSchV und UVPG
2009, 64 S., 20 €, ISBN 978-3-939371-84-7
(Best.-Nr. 11475)

Das Buch liefert für alle relevanten Haltungskategorien Standardwerte zur Bemessung von Tierplätzen, um Genehmigungsverfahren zu vereinfachen. Es ist eine wichtige Entscheidungshilfe für Vertreter von Bau-, Immissionsschutz- und Landwirtschaftsbehörden, Fachberater, Sachverständige und Juristen.



Wasserversorgung in der Rinderhaltung

Wasserbedarf - Technik - Management
2008, 60 S., 9 €, ISBN 978-3-939371-74-8
(Best.-Nr. 40081)

Unabhängig von Alter und Nutzung müssen alle Rinder optimal mit Wasser versorgt werden. Der Leitfaden für Landwirte, Berater und Veterinäre informiert über Wasserbedarf und -qualität und gibt zahlreiche Hinweise zu Bau, Wartung und Management der Tränkeanlagen.



Kleine Windenergieanlagen

Technik - Recht - Wirtschaftlichkeit
2012, 52 S., 9 €, ISBN 978-3-941583-61-0
(Best.-Nr. 40092)

Der Einsatz kleiner Windenergieanlagen dient der Deckung des eigenen Strombedarfs und der Einspeisung in das Verbundnetz. Das Heft beschreibt die Anlagentechnik, die Kriterien der Standortwahl und bietet Unterstützung bei der Abschätzung der Energieerträge. Neben den rechtlichen Rahmenbedingungen werden Details zum Anlagenbetrieb und zur Wirtschaftlichkeitsberechnung erläutert, insbesondere im Leistungsbereich von 7,5 bis 25 kW.

Bestellhinweise

Versandkosten werden gesondert in Rechnung gestellt. Preisänderungen vorbehalten.
Wir freuen uns auf Ihre Bestellung. Senden Sie diese bitte an

KTBL, Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt | Tel.: +49 6151 7001-189 |
Fax: +49 6151 7001-123 | E-Mail: vertrieb@ktbl.de | www.ktbl.de

Besuchen Sie auch unseren Internet-Shop www.ktbl.de

aid-Veröffentlichungen

**Milchkuhfütterung**

Heft Print, DIN A5, 84 Seiten, Bestell-Nr. 5-1089,
ISBN 978-3-8308-1020-9, 3. Auflage

Eine optimale Fütterung versorgt Milchkühe leistungs- und wiederkäuergerecht, ohne ihre Gesundheit oder Fruchtbarkeit zu gefährden. Das Heft erklärt, wie Milchviehhalter Rationen kostenorientiert planen, umsetzen und kontrollieren können. Dabei gilt es, Unter- oder Überversorgungen in den verschiedenen Laktationsphasen zu vermeiden. Wie kann die Futteraufnahme und der Kraftfuttereinsatz optimiert werden? Was ist bei einer Total-Misch-Ration zu berücksichtigen? Welche Maßnahmen helfen gegen Fütterungskrankheiten? Das sind nur einige Fragen, die der praxisorientierte Ratgeber beantwortet.

**Eutergesundheit - Grundlage der Qualitätsmilcherzeugung**

Heft Print, DIN A5, 100 Seiten, Bestell-Nr. 5-1275,
ISBN 978-3-8308-1053-7, 6. Auflage

Probleme mit der Eutergesundheit sind neben Fruchtbarkeitsstörungen die zweithäufigste Abgangsursache. Euterentzündungen sind die häufigsten und teuersten Erkrankungen in der Milchkuhhaltung. Heutige Milchkühe mit ihren hohen Leistungen sind sehr leichtmelkig und haben kürzere Strichkanäle, sodass Krankheitserreger leichter in das Euter eindringen können. Faktoren wie Haltungsbedingungen, Melkhygiene und -technik und die körpereigene Abwehr der Kuh können zur Erkrankung beitragen. Das Heft zeigt auf, wie die Eutergesundheit einer Herde erhalten oder wiederhergestellt werden kann. In der Neuauflage ist ein Kapitel über die erregerspezifische Behandlung hinzugekommen, auch der Mitte September 2012 veröffentlichte neue Maßnahmenkatalog für Betriebe mit automatischen Melksystemen ist integriert.

Bestellungen an

aid infodienst e. V. – Vertrieb
Postfach 1627, 53006 Bonn
oder 0180 3 849900* (Tel.)
0228 84 99-200 (Fax)
bestellung@aid.de

Mehr Infos auf

www.aid.de
www.aid-medienshop.de
www.landschaftt.info

* Kosten 9 Cent pro Minute aus dem deutschen Festnetz. Für den Mobilfunk können abweichende Tarife gelten.

Das automatische Melken von Milchkühen ist eine ausgereifte Technik. Sie flexibilisiert die Arbeitszeit und ist vor allem aus diesem Grund für viele Milchviehhalter eine interessante Alternative zu herkömmlichen Melkverfahren. Bei Stallneubauten oder der Erneuerung alter Melktechnik wird sie immer häufiger eingesetzt.

Bevor die Entscheidung für ein automatisches Melksystem getroffen wird, muss sich der Milchviehhalter einen Überblick über die am Markt angebotenen Modelle verschaffen. Er muss den Investitionsbedarf und die laufenden Kosten ermitteln. Die Auswirkungen auf den Arbeitszeitbedarf und die betrieblichen Abläufe müssen von ihm abgeschätzt werden, um die Gesamtwirtschaftlichkeit dieser Technik zu bestimmen.

Bei dem Kauf automatischer Melktechnik geht es aber um mehr. Die Technik kann nur effektiv eingesetzt werden, wenn der gesamte Stall und Betriebsablauf auf sie abgestimmt sind.

Verfahrenstechniker, Ökonomen und Veterinäre haben in einer KTBL-Arbeitsgruppe den Stand des Wissens aus Forschung und Praxis zusammengetragen. Sie zeigen Chancen und Grenzen der automatischen Melksysteme auf und bieten Milchviehhaltern, Beratern, Veterinären und allen, die sich für diese innovative Technik interessieren, umfassende Informationen und wichtige Entscheidungshilfen.

www.ktbl.de € 24 [D]
ISBN 978-3-941583-78-8



9 783941 583788