

# Automatische Melksysteme

Aspekte der Tiergerechtigkeit

## Autorinnen und Autoren

Beat Wechsler, Isabelle Neuffer, Simone Helmreich, Lorenz Gygax, Rudolf Hauser, Bundesamt für Veterinärwesen, Zentrum für tiergerechte Haltung; Wiederkäufer und Schweine, ART

## Impressum

Herausgeber:  
Forschungsanstalt Agroscope  
Reckenholz-Tänikon ART  
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen,  
Redaktion: Etel Keller, ART

Die ART-Berichte/Rapports ART erscheinen in rund 20 Nummern pro Jahr. Jahresabonnement Fr. 60.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: ART, Bibliothek, 8356 Ettenhausen  
T +41 (0)52 368 31 31  
F +41 (0)52 365 11 90  
doku@art.admin.ch  
Downloads: www.agroscope.ch

ISSN 1661-7568



Abb. 1: Auf rund 200 Schweizer Betrieben sind Automatische Melksysteme AMS im Einsatz (Fotos: ART).

**Auf Schweizer Milchviehbetrieben werden zunehmend automatische Melksysteme (AMS) eingesetzt. Neben ökonomischen und arbeitswirtschaftlichen Aspekten ist bei dieser Melktechnik auch das Tierwohl von Bedeutung. Im Rahmen des Prüf- und Bewilligungsverfahrens für serienmässig hergestellte Stalleinrichtungen wurden am Zentrum für tiergerechte Haltung des Bundesamtes für Veterinärwesen BVET in zwei Projekten die Funktionssicherheit von AMS sowie das Verhalten und die Stressbelastung der Kühe untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass AMS grundsätzlich als tiergerecht bezeichnet werden können. Bisher wurden vom BVET zwei AMS-Modelle bewilligt. Die Bewilligungen sind mit Auflagen verbunden, die sicherstellen sollen, dass die Anpassungsfähigkeit der Kühe beim Einsatz von AMS nicht überfordert wird.**

**In zahlreichen Untersuchungen wurden in den vergangenen 20 Jahren weltweit weitere Fragestellungen bearbeitet, die für das Tierwohl auf Betrieben mit AMS wichtig sind. Wie wirkt sich die Steuerung des Kuhverkehrs mit Hilfe von Selektionstoren auf das Verhalten der Tiere aus? Können AMS in Kombination mit Weidehaltung eingesetzt werden? Welche Massnahmen tragen zur Eutergesundheit auf Betrieben mit AMS bei? Ergänzend zu den Ergebnissen der an ART durchgeführten Untersuchungen werden die wichtigsten Ergebnisse dieser Studien zusammenfassend erörtert. Die Schlussfolgerungen machen deutlich, dass das Tierwohl nicht nur durch technische Aspekte, sondern auch durch die Qualität der Managementmassnahmen und der Tierbetreuung entscheidend beeinflusst wird.**



Automatische Melksysteme (AMS) finden in der Schweiz zunehmend Verbreitung. Während Kaufmann et al. (2001) von einer Anzahl von 20 Betrieben mit AMS ausgingen, sind es heute rund 200. Weltweit wird diese Melktechnik auf mehr als 8000 Betrieben eingesetzt (de Koning 2010). Parallel zur Einführung der AMS in die landwirtschaftliche Praxis wurden in verschiedenen Ländern Forschungsprojekte durchgeführt, um die Auswirkungen dieses Melksystems auf das Verhalten, die Tiergesundheit und die Leistung der Milchkuhe zu untersuchen. In der Schweiz wurden AMS im Rahmen des Prüf- und Bewilligungsverfahrens für serienmässig hergestellte Stalleinrichtungen und Aufstallungssysteme (BVET 2009, Wechsler 2005), das in Artikel 7 Absatz 2 des Tierschutzgesetzes verankert ist, auf Tiergerechtigkeit geprüft. Aufgrund der Ergebnisse dieser Prüfung wurden 2005 zwei AMS-Modelle vom BVET bewilligt. Die Bewilligungen sind mit Auflagen verbunden, die den tiergerechten Einsatz von AMS sicherstellen sollen (Hauser und Wechsler 2005).

Im vorliegenden ART-Bericht werden die Ergebnisse der vom Zentrum für tiergerechte Haltung an ART durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen zu AMS zusammenfassend dargestellt und im Hinblick auf die Tiergerechtigkeit diskutiert. Zudem wird anhand von Angaben aus der Fachliteratur auf die Aspekte bauliche Gestaltung von Ställen mit AMS, Kuhverkehr, Weidehaltung in Kombination mit AMS, Betreuung der Herde und Tiergesundheit eingegangen. Ziel des Berichtes ist, den aktuellen Stand des Wissens zu AMS unter dem Gesichtspunkt der Tiergerechtigkeit aufzuzeigen und daraus Schlussfolgerungen für die landwirtschaftliche Beratung sowie die Tierhaltenden abzuleiten.

## Forschungsprojekte an ART

Im Rahmen einer Dissertation untersuchte Isabelle Neuffer auf insgesamt 12 Praxisbetrieben Melkvorgänge in zwei verschiedenen AMS-Modellen (AMS-1: Lely Astronaut®, AMS-2: De-Laval Voluntary Milking System VMS®) und verglich diese mit Melkvorgängen in Auto-Tandem-Melkständen (ATD; Neuffer et al. 2005a, 2005b). Ziel dieser Studie war die Schaffung einer Datengrundlage für die Entscheidung, ob und unter welchen Auflagen AMS im Rahmen des Schweizer Prüf- und Bewilligungsverfahrens für serienmässig hergestellte Stalleinrichtungen zugelassen werden können. Um die Qualität der Arbeit der AMS unter normalen Bedingungen beurteilen zu können, wurden für die Verhaltensbeobachtungen in dieser Untersuchung in Absprache mit der Landwirtin oder dem Landwirten nur Tiere ausgesucht, die gesund waren und beim Melken nicht durch unruhiges Verhalten auffielen. Problemtiere (Krankheit, Lahmheit, schwierige Euterformen, schwieriges Verhalten) waren ausgeschlossen. In einer zweiten Dissertation konzentrierte sich daher Simone Helmreich auf Kühe, die möglicherweise Schwierigkeiten in einem Stall mit AMS haben (Helmreich et al. 2010, 2011). Bei der Analyse ihrer Daten richtete sie ein besonderes Augenmerk auf Kühe, die lange Zwischenmelkzeiten und/oder einen hohen Anteil Nachtmelkungen aufwiesen.

## Funktionssicherheit und Tierverhalten bei verschiedenen AMS

In die Untersuchung von Isabelle Neuffer wurden pro Melksystem (AMS-1, AMS-2, ATD) vier Betriebe einbezogen, auf denen dieses seit mindestens sechs Monaten im Einsatz war. Die durchschnittliche Herdengrösse betrug auf den Betrieben mit AMS-1 und AMS-2 je 46 Kühe und auf den Betrieben mit ATD 28 Kühe. Pro Betrieb wählte sie 20 Fokustiere für die Verhaltensbeobachtungen aus. Zehn dieser Tiere wurden mit einem Brustgurt zur Messung der Herzfrequenz und der Herzratenvariabilität für die Beurteilung der Stressbelastung ausgestattet. Die Auswertung basierte auf 2323 Melkvorgängen von 234 Kühen (Gygax et al. 2008).

Pro Betrieb wurden an drei aufeinanderfolgenden Tagen alle Melkvorgänge auf Video aufgezeichnet. Ein (AMS) bis vier (ATD) Kameras waren jeweils so installiert, dass an allen Melkplätzen Euter und Hinterbeine der Kühe sichtbar waren. Die Auswertung der Videoaufnahmen fokussierte auf die Verhaltensweisen Trippeln, Fussheben und Treten. Das Verhalten wurde für den gesamten Melkvorgang gezählt und anschliessend in eine Frequenz pro Minute umgerechnet.

Die Analyse der Herzfrequenz- und Herzratenvariabilitätsparameter basierte auf dem Vergleich von Messungen während der Melkphase mit Messungen während Ruhephasen (Liegen in einer Liegebox). Für jedes Fokustier lagen Messwerte aus beiden Phasen vor, so dass dessen Belastung durch den Melkvorgang auf seine Referenzwerte während des Ruhens bezogen werden konnte. Neben der mittleren Herzfrequenz wurde die Herzratenvariabilität anhand des Parameters rMSSD (root mean square successive differences) untersucht. Belastungen führen dazu, dass das Herz schneller und regelmässiger schlägt (d. h. die Herzratenvariabilität wird kleiner; von Borell et al. 2007).

Die statistische Analyse der Daten erfolgte mit linearen Gemischte Effekte Modellen. Als erklärende Variablen gingen das Melksystem, der Zellzahlmedian (Milchproben der einzelnen Kühe), die Anzahl Laktationen und die mittlere Tagesmilchleistung im Versuchszeitraum in die Modelle ein. Bei den Daten zur Herzfrequenz und zur rMSSD berücksichtigten wir zusätzlich die Phase (Ruhephase oder Melkphase) sowie die Interaktion zwischen Melksystem und Phase.

Anhand der Videoaufnahmen der Melkvorgänge wurde auch die Funktionssicherheit bei den beiden AMS-Modellen ermittelt. Hierfür berechneten wir den Anteil erfolgreicher Melkvorgänge an allen Melkungen der Fokustiere im Versuchszeitraum. Als erfolgreich galt ein Melkvorgang, wenn es dem AMS gelang, alle vier Melkbecher an den vier Zitzen anzusetzen. Analysiert wurden 1550 Melkvorgänge von 225 Kühen (Gygax et al. 2007).

## Belastung von Kühen mit langen Zwischenmelkzeiten und vielen Nachtmelkungen

In einer weiteren Dissertation untersuchte Simone Helmreich das Liegeverhalten der Kühe (8 Betriebe) und deren Nutzung der verschiedenen Stallbereiche (4 Betriebe). Die durchschnittliche Herdengrösse betrug 53 (min. 30, max. 66) Kühe. Auf je vier Betrieben war AMS-1 oder AMS-2 im Einsatz (Helmreich et al. 2010, 2011). Das Liegeverhalten (Daten von 115 Tieren) erfassten wir über einen Zeitraum von sieben Tagen mit Datenloggern (MSR Electronics



Abb. 2: Ein Beschleunigungsmesser, der am Bein der Kühe angebracht war, registrierte kontinuierlich, ob das Tier lag oder stand.



Abb. 3: Die Transponder auf dem Nacken der Kühe erlauben es, deren Position im Stall mit Hilfe eines radarbasierten Ortungssystems kontinuierlich aufzuzeichnen und daraus die Nutzung der verschiedenen Stallbereiche zu ermitteln.



Abb. 4: Mit einer Pipette und einer Handpumpe wurden Speichelproben zur Bestimmung der Cortisol- und Melatoninkonzentration entnommen.

GmbH, Schweiz), die am linken Hinterbein der Kühe befestigt waren (Abb. 2). Die Aufenthaltsdauer der Kühe in den verschiedenen Stallbereichen (Fressbereich, Liegebereich, Wartebereich vor dem AMS) ermittelten wir mit Hilfe eines radarbasierten Ortungssystems (ABATEC Electronic AG, Österreich). Dazu wurde das System mit 12 bis 14 Basisstationen und einem Referenztransponder im Stall montiert und den Kühen Halsbänder mit Transpondern umgelegt (Abb. 3). Über einen Zeitraum von 48 Stunden registrierte das Ortungssystem für jedes Tier drei bis vier Positionswerte pro Minute (Daten von 138 Kühen).

Um die Belastung der Kühe in Ställen mit AMS zu beurteilen, wurden pro Betrieb 16 Fokustiere ausgewählt, von denen jeweils die Hälfte eine hohe oder eine tiefe Melkhäufigkeit (basierend auf Daten des AMS über einen Zeitraum von 14 Tagen) relativ zum Mittelwert der Herde aufwies. Diese Auswahl erfolgte, um ein möglichst breites Spektrum der Melkhäufigkeit abzudecken, wobei Kühe mit einer hohen Melkhäufigkeit im Schnitt auch eine höhere Milchleistung aufwiesen und in einem früheren Laktationsstadium waren. Spätlaktierende Tiere mit mehr als 200 Laktationstagen wurden aber nicht berücksichtigt. Bei den Fokustieren entnahmen wir an zwei Tagen zu verschiedenen Zeitpunkten insgesamt 1232 Speichelproben (Abb. 4). Im Labor wurden in den Proben die Konzentrationen des Stresshormons Cortisol und des Schlafhormons Melatonin bestimmt. Die statistische Analyse der Daten erfolgte mit linearen Gemischte Effekte Modellen.

## Beurteilung der Tiergerechtigkeit von AMS

Anhand des Verhaltens der Kühe während der Melkvorgänge, deren Herzaktivität beim Melken und in Ruhephasen sowie der Funktionssicherheit der AMS beurteilten Neuffer et al. (2005a, 2005b) und Gygax et al. (2007, 2008) die Tiergerechtigkeit der beiden in der Schweiz zur Prüfung angemeldeten AMS-Modelle im Vergleich zu ATD.

### Verhalten während des Melkvorgangs

Die Verhaltensweise Trippeln trat bei allen Kühen auf, während Fussheben und Treten nur bei einem Teil der Tiere beobachtet wurden (Tab. 1). Wird das Verhalten für die gesamte Melkdauer betrachtet, so war in AMS-2 (Median 1,41 Mal pro Minute) eine höhere Trippelfrequenz als in den ATD (Median 0,94) und in AMS-1 (Median 0,95) zu beobachten ( $p = 0,014$ ; Abb. 5). Zusätzlich konnte ein Ansteigen der Trippelfrequenz bei zunehmender Laktationszahl ( $p = 0,029$ ) und höherem Zellzahlmedian ( $p = 0,049$ ) festgestellt werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass Fussheben auftrat, war in AMS-2 signifikant ( $p = 0,003$ ) und in AMS-1 tendenziell ( $p = 0,068$ ) grösser als in ATD. Treten trat in allen Melksystemen selten auf und konnte daher statistisch nicht analysiert werden.

Die absoluten Unterschiede von etwa 0,5 Trippelschritten pro Minute zwischen den Melksystemen weisen nicht auf eine ernsthafte Einschränkung des Wohlbefindens der Kühe hin. Bei früheren Vergleichen der Trippelfrequenz zwischen AMS-1 und ATD fanden Wenzel et al. (2003) ein höhere Anzahl Trippelschritte pro Melkvorgang im AMS und Hopster et al. (2002) keinen Unterschied. Hagen et al.

Tab. 1: Anteil an allen Fokustieren auf den Betrieben (Minimum-Maximum pro Betrieb) mit den beiden Automatischen Melksystemen (AMS-1, AMS-2) und den Auto-Tandem-Melkständen (ATD), bei denen die Verhaltensweisen mindestens einmal während eines Melkvorganges beobachtet wurden.

Melksystem	Trippeln	Fussheben	Treten
AMS-1	100 %	76 % (75–80 %)	18 % (10–30 %)
AMS-2	100 %	88 % (69–100 %)	40 % (22–70 %)
ATD	100 %	46 % (15–80 %)	28 % (0–56 %)

Tab. 2: Mediane der mittleren Herzfrequenz (Schläge pro Minute) sowie der Herzratenvariabilität (rMSSD; Angabe in Millisekunden) in der Ruhephase (R) und in der Melkphase (M) in den beiden Automatischen Melksystemen (AMS-1, AMS-2) und in Auto-Tandem-Melkständen (ATD). Werte in Klammern geben die Differenz zwischen dem unteren und dem oberen Quartil an.

Melksystem	Herzfrequenz		rMSSD	
	R	M	R	M
AMS-1	72,5 (8,4)	77,1 (10,2)	9,7 (6,5)	9,4 (4,2)
AMS-2	69,9 (9,6)	79,2 (7,5)	16,0 (12,9)	8,5 (5,0)
ATD	69,1 (7,3)	74,2 (11,6)	16,9 (15,5)	8,8 (5,4)

(2004) hingegen beobachteten in AMS-1 eine niedrigere Trippelfrequenz als in einem Fischgrätenmelkstand. Treten gegen das Melkaggregat während der Melkvorgänge im AMS trat bei Hopster et al. (2002) überhaupt nicht auf und bei Wenzel et al. (2003) wie in unserer Untersuchung nur selten. Hagen et al. (2004) stellten im Fischgrätenmelkstand eine höhere Tretfrequenz fest als in AMS-1.

### Herzfrequenz und Herzratenvariabilität

In allen drei Systemen war die Herzfrequenz beim Melken höher als beim Ruhen, wobei die Differenz in AMS-2 am grössten war (Interaktion Melksystem x Phase,  $p = 0,002$ ; Tab. 2). Auch bei der Herzratenvariabilität (rMSSD) war der Unterschied zwischen den Werten der Melk- und der Ruhephase abhängig vom Melksystem. Während die rMSSD-Werte bei AMS-2 und ATD in den Ruhephasen im Vergleich zum Melkvorgang deutlich erhöht waren, bestand bei AMS-1 kaum ein Unterschied (Interaktion Melksystem: Phase,  $p < 0,001$ ; Tab. 2). Im Weiteren zeigte die Auswertung, dass höhere Tagesmilchleistungen zu tieferen rMSSD-Werten führten ( $p = 0,011$ ).

Die Unterschiede in der Herzfrequenz und der Herzratenvariabilität zwischen Ruhen und Melken waren aufgrund der höheren Belastung des Organismus beim Melken zu erwarten. Auffällig war das niedrige Niveau der Herzratenvariabilität beim Ruhen bei AMS-1, was bedeuten könnte, dass die Kühe während des Ruhens weniger entspannt waren. Da aber neben dem Melksystem noch andere betriebstypische Faktoren (z.B. Tierverkehr, Management, Anzahl Kühe pro AMS) einen Einfluss auf die Herzratenvariabilität beim Ruhen haben können, kann eine allfällig erhöhte Belastung nicht auf das AMS zurückgeführt werden.

### Anteil erfolgreicher Melkvorgänge

Basierend auf den Ergebnissen der Videobeobachtungen war der Prozentsatz der erfolgreichen Melkvorgänge bei AMS-1 mit 97,8 % (Einzelbetriebe: 96,2–99,5 %) höher als bei AMS-2 mit 93,5 % (Einzelbetriebe: 91,5–95,2 %; Neuffer et al. 2005b). Ein solcher Unterschied bestand auch bei

den Prozentsätzen, welche die Software der AMS als Anteil erfolgreicher Melkvorgänge berechnete (AMS-1: 97,5 %, AMS-2: 89,7 %; Gygax et al. 2007). In anderen, älteren Studien zur Ansetzsicherheit waren ähnliche Werte festgestellt worden (AMS-1: 95–97 %, Huschke und Klimetschek 2000; AMS-2: 95 %, Olofsson et al. 2001). Bei der Interpretation der Werte aus unseren Videobeobachtungen ist zu berücksichtigen, dass sie von ausgewählten Fokuskühen stammten, die gesund waren und dem Landwirt beim Melken nicht durch unruhiges Verhalten aufgefallen wären. Es handelt sich somit um Prozentsätze, die unter optimalen Bedingungen erzielt werden konnten. Die oben aufgeführten Werte unserer Untersuchung zur Ansetzsicherheit basieren auf Datenerhebungen, die in

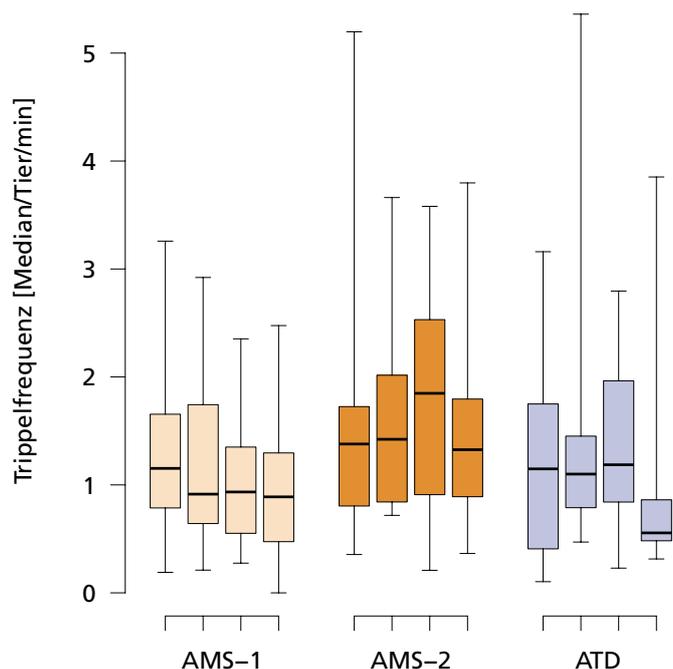


Abb. 5: Häufigkeit von Trippeln während Melkvorgängen in den beiden Automatischen Melksystemen (AMS-1, AMS-2) und in Auto-Tandem-Melkständen (ATD).

den Jahren 2001 bis 2003 erfolgten. Anhand von neueren Videoaufnahmen von vier Betrieben pro AMS-Modell, die aus den Jahren 2007 bis 2009 stammten und mit der von Neuffer et al. (2005b) verwendeten Methode ausgewertet wurden, konnte für AMS-1 ein Anteil von 98,8 % (Einzelbetriebe: 97–100 %) und für AMS-2 ein Anteil von 96,2 % (Einzelbetriebe: 95–98 %) erfolgreicher Melkvorgänge festgestellt werden. Die Verbesserung der Ansetzsicherheit im Laufe der Zeit dürfte auf technische Weiterentwicklungen zurückzuführen sein.

Mit dem Ziel, die Ansetzsicherheit auf einem möglichst hohem Niveau zu garantieren, sind die Bewilligungen für AMS in der Schweiz mit folgender Auflage verbunden: AMS müssen so eingerichtet und betrieben werden, dass im Bezug auf die Tiergerechtigkeit die technisch mögliche Funktionsfähigkeit und -sicherheit ausgeschöpft wird. Eine hohe Ansetzsicherheit ist auch aus wirtschaftlicher Sicht vorteilhaft, da erfolgloses Ansetzen der Melkbecher mit einer Reduktion der Milchleistung verbunden ist (Bach und Busto 2005). Im Anschluss an gestörte Melkvorgänge beobachteten Persson Waller et al. (2003), dass Laufenlassen der Milch (milk leakage) gehäuft auftrat, was das Risiko für Eutererkrankungen erhöht.

Zusammenfassend waren die in unserer Studie gefundenen Unterschiede im Verhalten und in der Herzaktivität der Kühe zwischen den Melksystemen in ihrer absoluten Grösse gering, so dass sich damit keine Unterschiede in der Tiergerechtigkeit zwischen AMS und ATD oder zwischen den beiden getesteten AMS belegen lassen. Unterstützt wird diese Schlussfolgerung durch die Tatsache, dass bei den von uns untersuchten Melksystemen auch kein signifikanter Unterschied in den Konzentrationen von Cortisol in der Milch von Kühen auf Betrieben mit AMS oder ATD festgestellt werden konnte (Gygax et al. 2006).

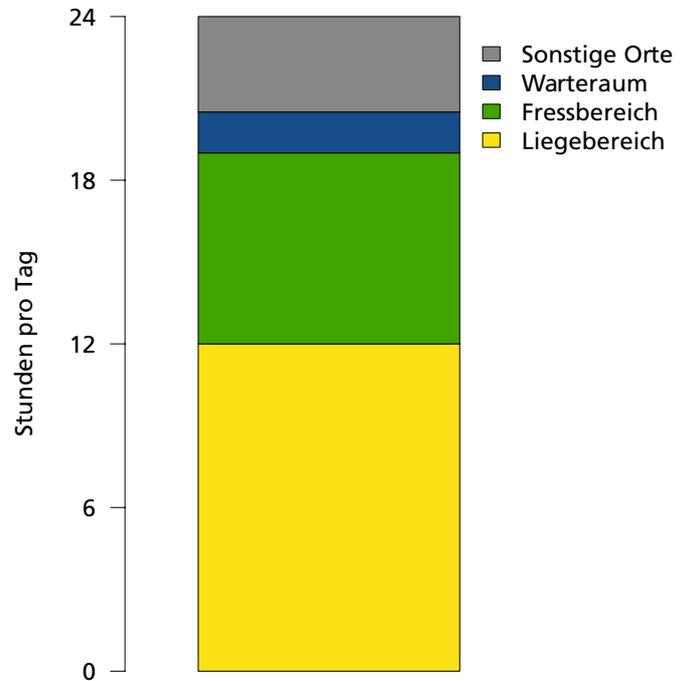


Abb. 6: Durchschnittliche Aufenthaltszeiten aller untersuchten Kühe in unterschiedlichen Stallbereichen über 24 Stunden.

**Nutzung der Stallbereiche und Liegezeiten**

Die Auswertung der Positionsdaten auf vier Betrieben mit AMS ergab, dass sich die Kühe pro Tag im Durchschnitt 12 Stunden im Liegebereich, 7 Stunden im Fressbereich und 1,5 Stunden im Warteraum vor der Melkstation aufhielten. Sonstige Aufenthaltsorte wie Gänge und Laufhöfe nutzten sie täglich während durchschnittlich 3,5 Stunden (Abb. 6). Mit steigender Melkhäufigkeit war die Zeitdauer der einzelnen Besuche im Fressbereich am Tag ( $p = 0,007$ ) und der

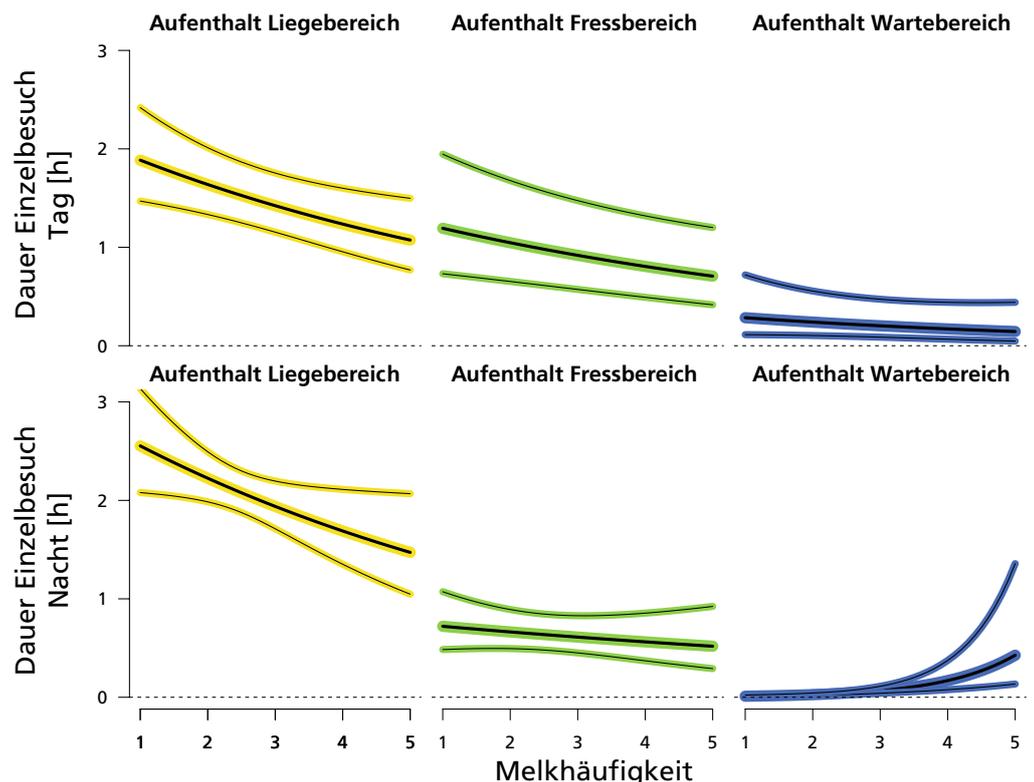


Abb. 7: Dauer des Aufenthalts in verschiedenen Stallbereichen am Tag (5–22 Uhr) und in der Nacht (22–5 Uhr) in Abhängigkeit von der Melkhäufigkeit (pro Tag). Dargestellt sind Modellschätzungen (dicke Linien) mit 95% Konfidenzintervallen (dünne Linien).

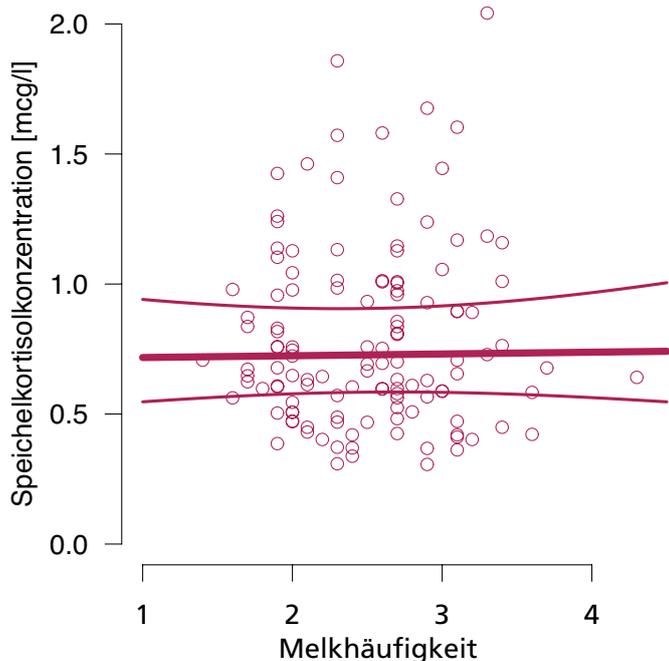


Abb. 8: Cortisolkonzentrationen (mcg/l) im Speichel in Abhängigkeit von der Melkhäufigkeit (pro Tag). Dargestellt sind Modellgeschätzungen (dicke Linien) mit 95% Konfidenzintervallen (dünne Linien). Die Punkte entsprechen Mittelwerten pro Kuh und basieren auf Messreihen von 2 Tagen. Die Melkhäufigkeit wurde über einen Zeitraum von 7 Tagen ermittelt.

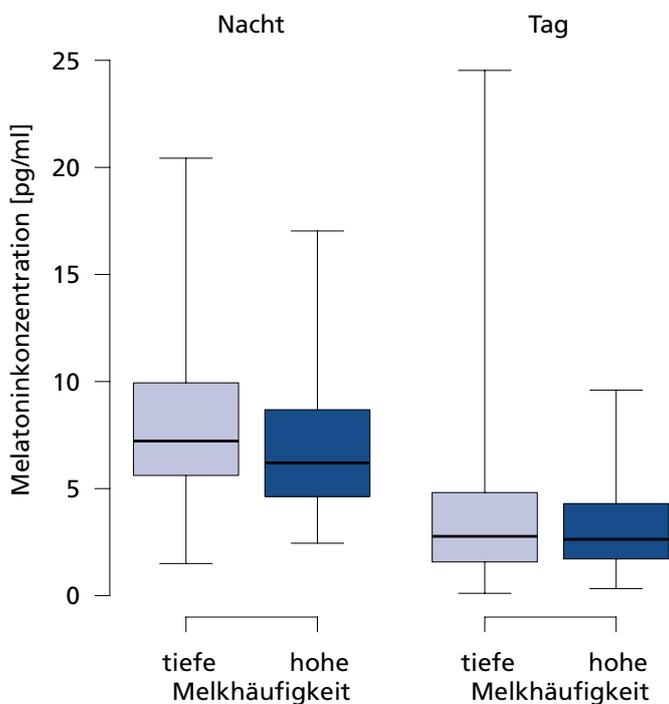


Abb. 9: Melatoninkonzentrationen (pg/ml) in der Nacht und am Tag von Kühen mit einer tiefen oder hohen Melkhäufigkeit. Die Boxplots zeigen das untere Quartil, den Median und das obere Quartil (Box) sowie den Datenrange (Spanne zwischen Minimal- und Maximalwert).

Besuche im Liegebereich sowohl am Tag ( $p = 0,008$ ) als auch in der Nacht ( $p = 0,032$ ) kürzer (Abb. 7). Auf die gesamte Aufenthaltsdauer im Liege- und Fressbereich sowie auf die tatsächliche Liegezeit hatte die Melkhäufigkeit jedoch keinen Einfluss. Die Dauer der einzelnen Liegeperioden am Tag nahm hingegen mit steigender Melkhäufigkeit ab ( $p = 0,04$ ). Zudem verbrachten Kühe mit einer höheren Melkhäufigkeit insgesamt mehr Zeit im Wartebereich vor dem AMS ( $p < 0,001$ ) und ihre Besuche in diesem Bereich dauerten in der Nacht länger ( $p < 0,001$ ; Abb. 7). Die beobachteten Muster zur Zeitdauer der Besuche in den verschiedenen Stallbereichen machen deutlich, dass Kühe mit einer hohen Melkhäufigkeit einen Stall mit AMS anders nutzen als Kühe mit einer tiefen Melkhäufigkeit. Schwer zu beurteilen ist, ob es für Tiere mit einer hohen Melkhäufigkeit belastend ist, wenn sie sich pro Besuch weniger lang im Liegebereich und am Tag auch weniger lang im Fressbereich aufhalten sowie mehr Zeit im Wartebereich vor dem AMS verbringen. Hierzu sind weitere Untersuchungen notwendig.

### Konzentration von Cortisol und Melatonin im Speichel

Bei der Analyse der Konzentration von Cortisol im Speichel prüften wir, ob die Melkhäufigkeit und die Anzahl Nachtmelkungen einen Einfluss auf die Stressbelastung der Kühe haben. Wir vermuteten, dass Kühe mit einer geringen Melkhäufigkeit oder einer relativ hohen Anzahl Nachtmelkungen Schwierigkeiten beim Zugang zum AMS und somit höhere Cortisolwerte aufweisen könnten. Ein solcher Zusammenhang konnte jedoch nicht gefunden werden, wie Abbildung 8 für die Melkhäufigkeit veranschaulicht. Anhand der Melatoninkonzentrationen im Speichel testeten wir, ob Kühe, die eine höhere Anzahl Nachtmelkungen haben und sich somit während der Nacht längere Zeit im beleuchteten Wartebereich des AMS aufhalten, weniger von diesem Schlafhormon produzieren. Tatsächlich waren die nächtlichen Melatoninwerte bei Kühen mit vermehrten Nachtmelkungen reduziert ( $p = 0,013$ ; Abb. 9), was die Ergebnisse von Lawson und Kennedy (2001) bestätigt. Bei den am Tag gesammelten Speichelproben war jedoch kein signifikanter Einfluss der Anzahl Nachtmelkungen festzustellen. In weiteren Untersuchungen muss geklärt werden, ob reduzierte nächtliche Melatoninwerte das Wohlbefinden oder die Gesundheit der Kühe beeinträchtigen und ob der beobachtete Effekt erst ab einer bestimmten Lichtintensität auftritt.

### Einfluss des Haltungssystems auf das Verhalten der Kühe

Durch den Einsatz eines AMS haben Kühe die Freiheit, die Melkzeiten und somit den individuellen Tagesrhythmus selbst zu bestimmen. Verschiedene Varianten des Kuhverkehrs, der den Zutritt der Tiere zu den verschiedenen Stallbereichen regelt, können diese Freiheit jedoch einschränken und den Tagesrhythmus sowie den Zugang der Kühe zu bestimmten Ressourcen wie Futter oder Liegeboxen beeinflussen. Die Umstellung eines Betriebs von einer konventionellen Melktechnik auf AMS betrifft somit mehr als nur die Melkvorgänge. Das AMS kann weitreichende Kon-

sequenzen für das Zeitbudget der Kühe und deren Nutzung der Stallbereiche haben, was für das Wohlbefinden der Tiere von entscheidender Bedeutung ist.

### Varianten des Kuhverkehrs

Um regelmässige und häufige Melkungen der Kühe zu erzielen, werden in Ställen mit AMS verschiedene Varianten des Tierumtriebs eingesetzt (Harms 2005). Beim freien Kuhverkehr haben die Tiere jederzeit Zutritt zu den verschiedenen Stallbereichen und zur Melkeinheit. Sie werden jedoch nicht gemolken, wenn die vom AMS vorgegebene minimale Zwischenmelkzeit unterschritten wird. Der Wartebereich vor dem AMS kann offen gestaltet werden, und die Bewegungsfreiheit der Kühe wird nicht durch Einwegtore eingeschränkt. Beim gelenkten Kuhverkehr müssen die Kühe zwingend die Melkeinheit passieren, wenn sie vom Liegebereich in den Fressbereich, oder bei der Variante «Feed First» vom Fressbereich in den Liegebereich wechseln wollen. Um die Auslastung der Melkeinheit zu optimieren, wird häufig ein selektiv gelenkter Kuhverkehr eingerichtet, bei dem der Tierverkehr zwischen den verschiedenen Bereichen durch Selektionstore gesteuert wird (Abb. 10). Dabei werden Kühe, die schon länger nicht mehr gemolken wurden, selektiv dem AMS zugeführt. Tiere, die vor Kurzem im AMS waren, sollen hingegen die Melkeinheit nicht aufsuchen und frei zwischen dem Liege- und dem Fressbereich wechseln können. Praxiserfahrungen zeigen, dass bei allen Varianten des Kuhverkehrs ein gewisser Anteil der Kühe das AMS während längerer Zeit nicht aufsuchen. Diese müssen geholt und in den Wartebereich vor dem AMS geführt werden.

Es kann keine Aussage darüber gemacht werden, welche Variante des Kuhverkehrs aus der Sicht der Tiergerechtigkeit grundsätzlich von Vorteil ist, und auch die Melkhäufigkeit kann bei freiem und gelenktem Kuhverkehr gleich hoch sein (Munksgaard et al. 2011). Grundsätzlich muss durch die Überwachung der Zwischenmelkzeiten immer sichergestellt werden, dass jede Kuh die Melkeinheit in angemessenen Abständen aufsucht. Beim (selektiv) gelenkten Kuhverkehr kann es problematisch sein, wenn sich einzelne Kühe allzu lange im Fressbereich oder im Liegebereich aufhalten und dadurch reduzierten Zugang zu den Liegeboxen beziehungsweise zum Futter haben (Hermans et al. 2003, Bach et al. 2009). Häufig besteht das Problem bei gelenktem Kuhverkehr darin, dass rangtiefe Kühe in der Herde Mühe haben, sich Zugang zum AMS und damit auch zu den anderen Stallbereichen zu verschaffen, da sie im Wartebereich vor dem AMS von ranghöheren Tieren verdrängt werden (Harms und Wendl 2005; Abb. 11).

Kritisch für das Wohlbefinden der Kühe ist es, wenn sie den Wartebereich bei (selektiv) gelenktem Kuhverkehr während langer Zeit nicht über die Melkeinheit verlassen können. Diese Situation tritt ein, wenn wiederholt ranghöhere Tiere den Wartebereich betreten und sich rangtiefere, die schon länger dort warten, beim Zutritt zum AMS nicht durchsetzen können. Dadurch kann die Aufenthaltsdauer rangtiefer Kühe im Wartebereich erhöht sein (Melin et al. 2006).

### Gestaltung der Stallbereiche

Angesichts der Rangauseinandersetzungen beim Zugang zum AMS ist es entscheidend, wie gross der Wartebereich angelegt und wie der Zutritt zu diesem in Ställen mit



Abb. 10: Mit Hilfe von Selektionstoren wird beim gelenkten Kuhverkehr der Zutritt der Tiere zu den verschiedenen Stallbereichen gesteuert.

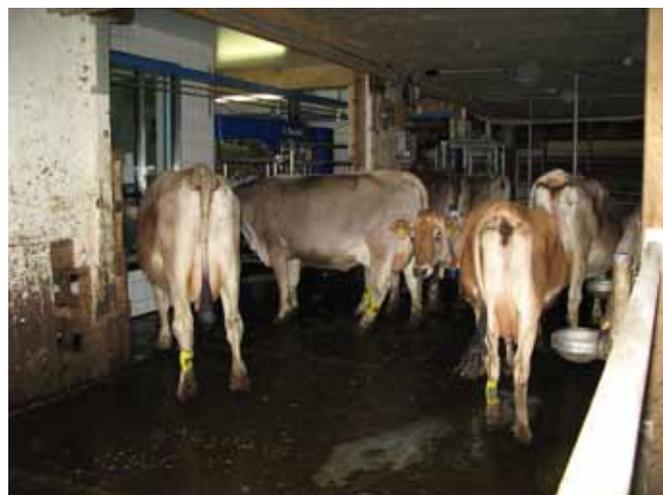


Abb. 11: Wenn mehrere Kühe das AMS aufsuchen wollen, kann es im Wartebereich zu Rangauseinandersetzungen kommen.



Abb. 12: Der Zutritt zum Wartebereich vor dem AMS soll so gesteuert sein, dass sich nicht zu viele Kühe gleichzeitig darin aufhalten, damit rangtiefe Tiere bei Auseinandersetzungen ausweichen können.



Abb. 13: Eine offene Gestaltung der Bereiche vor und nach den Selektionstoren ermöglicht es den Kühen, einander auszuweichen.

(selektiv) gelenktem Kuhverkehr geregelt ist. Er sollte so bemessen und gestaltet sein, dass die Kühe einander ausweichen können (Abb. 12). Sofern der Zutritt zum Wartebereich über ein Selektionstor erfolgt, muss dieser so geregelt sein, dass sich nicht zu viele Tiere gleichzeitig in diesen Bereich begeben können.

Neben dem Wartebereich vor dem AMS sind auch andere Bereiche im Stall so zu gestalten und zu dimensionieren, dass rangtiefe Kühe nicht zu stark aggressiven Interaktionen ausgesetzt sind. Auf Betrieben mit AMS betrifft das insbesondere die Bereiche vor und nach den Selektionstoren und beim Austritt aus dem AMS. Optimal sind dort grosszügig bemessene und offen gestaltete Flächen, die Platz zum Ausweichen bieten (Abb. 13). Unbedingt zu vermeiden sind Sackgassen oder enge Stellen.

### Weidegang

Im Zusammenhang mit AMS wird auch immer wieder diskutiert, ob und bei welchen Bedingungen eine Kombination mit Weidegang möglich ist. In experimentellen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass die Melkhäufigkeit und damit die Milchleistung bei grösseren Distanzen zwischen der Weide und dem Stall abnehmen können (Spörndly und Wredle 2004). Dabei spielt auch das Futterangebot auf der Weide eine Rolle: Je mehr Gras dort vorhanden ist, desto seltener wird der Stall und damit das AMS aufgesucht (Ketelaar-de Lauwere et al. 2000). Vorteilhaft für das Wohlbefinden der Kühe ist der Weidegang wegen des damit verbundenen natürlichen Futteraufnahmeverhaltens, der Fortbewegung auf einem geeigneten Untergrund, des Kontakts mit dem Aussenklima sowie der

Möglichkeit, auf der Weide zu ruhen (Ketelaar-de Lauwere et al. 1999). In Australien wurde eine umfangreiche Informationsbroschüre zur Kombination von AMS mit Weidegang erarbeitet, die auf wissenschaftlichen Untersuchungen und Praxiserfahrungen beruht und bei Weiden bis zu einer Distanz von 1 km ein ausreichendes freiwilliges Aufsuchen des AMS gewährleistet sieht (Kerrisk 2010). Seit Kurzem sind auch mobile AMS im Einsatz.

### Anzahl Kühe pro AMS

Es ist im Interesse der Landwirtin und des Landwirts, die Kapazität des AMS so stark wie möglich auszulasten, damit pro Zeiteinheit möglichst viel Milch ermolken werden kann. Die verschiedenen Arten des Kuhverkehrs haben daher zum Ziel, die Kühe regelmässig und mehr als zweimal pro Tag der Melkeinheit zuzuführen. Zudem wird die Nutzung der Melkeinheit häufig so gesteuert, dass diese möglichst nicht von Tieren belegt wird, die keine Melkberechtigung haben, weil sie wenige Stunden zuvor schon gemolken wurden. Schliesslich wird die Tierzahl pro Melkeinheit nach Möglichkeit maximiert. Als Folge davon können vermehrt aggressive Interaktionen zwischen den Kühen auftreten, insbesondere im Wartebereich vor dem AMS sowie bei den Selektionstoren, die den Weg zu diesem Bereich freigeben. Dies kann dazu führen, dass Tiere, die aufgrund ihrer Rangposition in der Herde während des Tages Schwierigkeiten beim Zugang zum AMS haben, die Nachtstunden nutzen müssen, um gemolken zu werden. Die Auflagen zur Bewilligung verschiedener AMS-Modelle in der Schweiz beinhalten keine exakte Angabe betreffend Anzahl Kühe pro Melkeinheit. Stattdessen ist die maximale Auslastung über die Belegung des AMS in der Nacht geregelt: Es dürfen nur so viele Tiere von einer AMS-Einheit bedient werden, dass alle Tiere ungestört und zu regelmässigen Zeiten gemolken werden können. Der Anteil an Melkungen in der Nacht (22:00–06:00) darf 30 % nicht übersteigen.

Im Hinblick auf eine maximale Auslastung des AMS wurden Modelle entwickelt, die eine stromführende Austreibehilfe enthalten, damit die Kuh die Melkeinheit nach abgeschlossener Melkung möglichst schnell verlässt und den Zugang für die nachfolgende Kuh freigibt. In der Schweiz dürfen AMS keine stromführende Austreibehilfe haben. Ebenso ist es nicht zulässig, den gelenkten Kuhverkehr so einzurichten, dass die Tiere durch die Melkeinheit müssen, um zu Trinkwasser zu gelangen. Diese Art des Anreizes für den Besuch des AMS ist für laktierende Tiere äusserst problematisch. Trinkwasser muss jederzeit ohne AMS-Passage erreichbar sein.

### Managementaspekte

Neben den technischen Eigenschaften der AMS, der Wahl des Kuhverkehrs und der Gestaltung der verschiedenen Stallbereiche haben auch Managementaspekte eine grosse Bedeutung für das Tierwohl.

### Überwachung der Tiere

Da der regelmässige Kontakt des Menschen mit den Kühen während der Melkzeiten auf Betrieben mit AMS entfällt,

ist es sehr wichtig, ausreichend Zeit in die Beobachtung und Überwachung der Herde und der Einzeltiere zu investieren. Dabei gilt es, kranke und insbesondere lahrende Tiere frühzeitig zu erkennen und bei Bedarf in einem besonderen Abteil unterzubringen. Aufgrund der Wege, die in einem Stall mit AMS zurückgelegt werden müssen, um die Melkeinheit sowie die Liegeboxen und den Futtertisch aufzusuchen, kann die Melkhäufigkeit und die Futteraufnahme bei lahmen Kühen reduziert sein (Bach et al. 2007). Es ist für das Wohlergehen dieser Tiere entscheidend, dass die kritische Situation durch geeignete Managementmassnahmen entschärft wird.

### Informationen des AMS

Die Software der AMS erfasst und analysiert laufend Daten zum Melkprozess und zu Eigenschaften der Kühe, wie zum Beispiel zu den Zwischenmelkzeiten und zur Milchleistung. Neben der Beobachtung der Tiere hat die Landwirtin oder der Landwirt damit ein weiteres Instrument, um die Herde zu überwachen und auffällige Einzeltiere zu erkennen. Unerlässlich für das Tierwohl ist, dass diese Informationen regelmässig abgerufen und beurteilt werden. Auf entsprechende Meldungen und Alarme des AMS muss umgehend reagiert werden. In ihrer Zusammenstellung der Vor- und Nachteile von AMS hoben Svennersten-Sjaunja und Pettersson (2008) wiederholt die Bedeutung der Managementqualitäten des Tierhaltenden für den optimalen und tiergerechten Einsatz von AMS hervor.

### Hygiene und Eutergesundheit

Die Ergebnisse der Studien von Rasmussen et al. (2001) und Hovinen et al. (2009) mit Daten von 69 dänischen beziehungsweise 88 finnischen Betrieben mit AMS zeigen auf, dass sich die Eutergesundheit mit der Umstellung auf AMS verschlechtern kann. Managementmassnahmen zur Förderung der Hygiene im Stall, die Wartung des AMS sowie die Überwachung der Eutergesundheit müssen daher regelmässig und mit grosser Sorgfalt erfolgen. In einer breit angelegten Studie auf 151 AMS-Betrieben in Holland stellten Dohmen et al. (2010) folgende Risikofaktoren für erhöhte Zellzahlen fest: Anteil der Kühe mit verschmutzten Zitzen vor dem Melken und Anteil der Kühe mit schmutzigen Schenkeln. Es lohnt sich daher, Zeit in die Pflege der Liegeboxen zu investieren. In ihrem Übersichtsartikel zum Thema Eutergesundheit auf Betrieben mit AMS betonten Hovinen und Pyörälä (2011) zudem, wie wichtig das aufmerksame Beobachten der Tiere sowie das Reagieren auf die vom AMS zur Verfügung gestellten Daten zur Mastitiserkennung sind.

### Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen unserer experimentellen Untersuchungen sowie aus Praxiserfahrungen und Erkenntnissen aus der Fachliteratur können folgende Schlussfolgerungen zum Tierwohl auf Betrieben mit AMS abgeleitet werden:

- Die Tiergerechtigkeit ist beim Einsatz von AMS grundsätzlich gewährleistet. Beim Vergleich mit anderen Melksystemen ist nicht von einer höheren Belastung der Kühe während der Melkung auszugehen.

- Die Ansetzsicherheit der AMS wird aufgrund technischer Weiterentwicklungen laufend verbessert. Entscheidend ist, dass neben den technischen Möglichkeiten auch alle Managementmassnahmen ergriffen werden, um eine optimale Funktionssicherheit zu erreichen.
- Beim Einsatz von Selektionstoren zur Steuerung des Kuhverkehrs ist darauf zu achten, dass alle Tiere, insbesondere auch rangtiefe Kühe, regelmässig und ausreichend Zugang zum Fressbereich, zu Tränken, zum Liegebereich und zum AMS haben.
- Um den Kühen das Ausweichen bei Rangauseinandersetzungen zu ermöglichen, sollen die Bereiche vor und nach den Selektionstoren offen und grosszügig gestaltet sein. Dies gilt insbesondere auch für den Wartebereich vor dem AMS.
- Da der regelmässige Kontakt des Menschen während der Melkung beim Einsatz von AMS entfällt, muss ausreichend Zeit in die Beobachtung und Überwachung der Herde und der Einzeltiere investiert werden.
- Kranke und lahme Kühe können in Ställen mit AMS schnell an die Grenzen ihrer Anpassungsfähigkeit stossen. Diese Gefahr muss frühzeitig erkannt und die Belastung der betroffenen Tiere unverzüglich durch geeignete Massnahmen reduziert werden.
- Die vom AMS zur Verfügung gestellten Informationen müssen regelmässig abgerufen und im Hinblick auf das Tierwohl beurteilt werden.
- Die Tiergerechtigkeit von AMS wird entscheidend durch die Qualität der Managementmassnahmen beeinflusst. Dort, wo die Technik an Grenzen stösst, muss der Mensch für das Wohl der Tiere sorgen.

### Literatur

- Bach A. u. Busto I., 2005. Effects on milk yield of milking interval regularity and teat cup attachment failures with robotic milking systems. *Journal of Dairy Research* 72, 101–106.
- Bach A., Devant M., Igleasias C., Ferrer A., 2009. Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 92, 1272–1280.
- Bach A., Dinares M., Devant M., Carre X., 2007. Associations between lameness and production, feeding and milking attendance of Holstein cows milked with an automatic milking system. *Journal of Dairy Research* 74, 40–46.
- BVET, 2009. Das Prüf- und Bewilligungsverfahren für Stalleinrichtungen. Fachinformation Tierschutz Nr. 12.4, Bundesamt für Veterinärwesen, Bern (<http://www.bvet.admin.ch/themen/tierschutz/00744/00747/index.html?lang=de>).
- de Koning C.J.A.M., 2010. Automatic milking – Common practice on dairy farms. *Proceedings of the First North American Conference on Precision Dairy Management*, 2010, Toronto, S. 52–67.
- Dohmen W., Neijenhuis F., Hogeveen H., 2010. Relationship between udder health and hygiene on farms with an automatic milking system. *Journal of Dairy Science* 93, 4019–4033.

- Gygax L., Neuffer I., Kaufmann C., Hauser R., Wechsler B., 2006. Milk cortisol concentration in automatic milking systems compared with autotandem milking parlors. *Journal of Dairy Science* 89, 3447–3454.
- Gygax L., Neuffer I., Kaufmann C., Hauser R., Wechsler B., 2007. Comparison of functional aspects in two automatic milking systems and autotandem milking parlors. *Journal of Dairy Science* 90, 4265–4274.
- Gygax L., Neuffer I., Kaufmann C., Hauser R., Wechsler B., 2008. Restlessness behaviour, heart rate and heart rate variability of dairy cows milked in two types of automatic milking systems and autotandem milking parlours. *Applied Animal Behaviour Science* 109, 167–179.
- Hagen K., Lexer D., Palme R., Troxler J., Waiblinger S., 2004. Milking Brown Swiss and Austrian Simmental cows in a herringbone parlour or an automatic milking unit. *Applied Animal Behaviour Science* 88, 209–225.
- Harms J., 2005. Untersuchungen zum Einsatz verschiedener Varianten des Tierumtriebs bei automatischen Melksystemen (Einzelboxenanlagen). Dissertation, Technische Universität München.
- Harms J., Wendl G., 2005. Einfluss des sozialen Rangs auf das Tierverhalten bei verschiedenen Umtriebsformen beim automatischen Melken. *Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2005*, KTBL, Darmstadt, S. 481–486.
- Hauser R., Wechsler B., 2005. Auflagen zur Bewilligung der Automatischen Melksysteme. Bundesamt für Veterinärwesen, Bern (<http://www.bvet.admin.ch/themen/tierschutz/00744/00747/index.html?lang=de>).
- Helmreich S., Gygax L., Wechsler B., Hauser R., 2010. Auswirkung des automatischen Melksystems auf das Liegeverhalten von Milchkühen. 24. IGN-Tagung, Nachhaltigkeit in der Wiederkäuer- und Schweinehaltung, 2010, Tänikon, Agroscope ART, S. 87–89.
- Helmreich S., Gygax L., Wechsler B., Hauser R., 2011. Aktivität und Liegeverhalten von Milchkühen in Ställen mit Automatischem Melksystem (AMS). 3. Tänikoner Melktechniktagung, Optimierte Milchgewinnung, 2011, Tänikon, ART-Schriftenreihe Nr. 15, Agroscope ART, S. 49–53.
- Hermans G.G.N., Ipema A.H., Stefanowska J., Metz J.H.M., 2003. The effect of two traffic situations on the behavior and performance of cows in an automatic milking system. *Journal of Dairy Science* 86, 1997–2004.
- Hopster H., Bruckmaier R.M., Van der Werf J.T.N., Korte S.M., Macuhova J., Korte-Bouws G., Van Reenen C.G., 2002. Stress responses during milking: Comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows. *Journal of Dairy Science* 85, 3206–3216.
- Hovinen M., Rasmussen M.D., Pyorala S., 2009. Udder health of cows changing from tie stalls or free stalls with conventional milking to free stalls with either conventional or automatic milking. *Journal of Dairy Science* 92, 3696–3703.
- Hovinen M., Pyörälä S., 2011. Invited review: Udder health of dairy cows in automatic milking. *Journal of Dairy Science* 94, 547–562.
- Huschke W., Klimetschek H.-J., 2000. Melkroboter Lely Astronaut®. Prüfbericht 4916. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG), Groß-Umstadt.
- Kaufmann R., Ammann H., Hilty R., Nosal D., Schick M., 2001. Automatisches Melken – Systeme, Einsatzgrenzen, Wirtschaftlichkeit. FAT-Berichte Nr. 579, Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik FAT, Tänikon.
- Kerrisk K., 2010. Management guidelines for pasture-based AMS farms. FutureDairy project, AMS Research Farm, Camden, New South Wales.
- Ketelaar-de Lauwere C.C., Ipema A.H., van Ouwerkerk E.N.J., Hendriks M.M.W.B., Metz J.H.M., Noordhuizen J.P.T.M., Schouten W.G.P., 1999. Voluntary automatic milking in combination with grazing of dairy cows: Milking frequency and effects on behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 64, 91–109.
- Ketelaar-de Lauwere C.C., Ipema A.H., Metz J.H.M., Noordhuizen J.P.T.M., Schouten W.G.P., Smits A.C., 2000. Effects of sward height and distance between pasture and barn on cows' visits to an automatic milking system and other behaviour. *Livestock Production Science* 65, 131–142.
- Lawson T.J., Kennedy A.D., 2001. Inhibition of nighttime melatonin secretion in cattle: threshold light intensity for dairy heifers. *Canadian Journal of Animal Science* 81, 153–156.
- 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 an open waiting area. *Applied Animal Behaviour Science* 96, 201–214.
- Munksgaard L., Rushen J., de Passillé A.M., Krohn C.C., 2011. Forced versus free traffic in an automated milking system. *Livestock Science* 138, 244–250.
- Neuffer I., Hauser R., Gygax L., Kaufmann C., Wechsler B., 2005a. Verhalten von Kühen während der Melkung in verschiedenen Automatischen Melksystemen. Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 2004, KTBL-Schrift 437, KTBL, Darmstadt, S. 107–114.
- Neuffer I., Gygax L., Hauser R., Kaufmann C., Wechsler B., 2005b. Funktionssicherheit von Automatischen Melksystemen. *Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2005*, KTBL, Darmstadt, S. 499–504.
- Olofsson J., Pettersson G., Wiktorsson H., Ekman T., Sundberg M., 2001. Technical testing of DeLaval's automatic milking system (VMS™). Report 249, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management, Uppsala.
- Persson Waller K., Westermark T., Ekman T., Svennersten-Sjaunja K., 2003. Milk leakage – An increased risk in automatic milking systems. *Journal of Dairy Science* 86, 3488–3497.
- Rasmussen M.D., Blom J.Y., Nielsen L.A.H., Justesen P., 2001. Udder health of cows milked automatically. *Livestock Production Science* 72, 147–156.
- Spöndly E., Wredle E., 2004. Automatic milking and grazing – Effects of distance to pasture and level of supplements on milk yield and behavior. *Journal of Dairy Science* 87, 1702–1712.
- Svennersten-Sjaunja K.M., Pettersson G., 2008. Pros and cons of automatic milking in Europe. *Journal of Animal Science* 86, 37–46.

- von Borell E., Langbein J., Després G., Hansen S., Leterrier C., Marchant-Forde J., Marchant-Forde R., Minero M., Mohr E., Prunier A., Valance D., Veissier I., 2007. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals – A review. *Physiology and Behavior* 92, 293–316.
- Wechsler B., 2005. An authorisation procedure for mass-produced farm animal housing systems with regard to animal welfare. *Livestock Production Science* 94, 71–79.
- Wenzel C., Schönreiter-Fischer S., Unshelm J., 2003. Studies on step-kick behavior and stress of cows during milking in an automatic milking system. *Livestock Production Science* 83, 237–246.

Anfragen über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführte Beratung für Landtechnik zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte beziehen Sie direkt bei ART:  
Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, [doku@art.admin.ch](mailto:doku@art.admin.ch), [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

- ZH** Berger Stephan, Strickhof,  
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 52  
Blum Walter, Strickhof,  
8315 Lindau, Telefon 052 354 98 24  
Mayer Gerd, Strickhof,  
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 16
- BE** Marti Fritz, Inforama Rütli und Waldhof,  
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 52 10  
Hofmann Hans Ueli, Inforama Rütli und Waldhof,  
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 51 54
- LU** Moser Anton, BBZN Schüpfheim,  
6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00  
Walthert Lukas, BBZN Hohenrain, Sennweidstrasse,  
6276 Hohenrain, Telefon 041 914 30 77
- UR** Hörler Cyrill, LBBZ Seedorf,  
6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66
- SZ** Landolt Hugo, Landw. Beratung und Weiterbildung,  
8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22
- OW** Amgarten Martin, Amt für Landwirtschaft und  
Umwelt, 6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 15  
Müller Erwin, BWZ Obwalden,  
6074 Giswil, Telefon 041 675 16 16
- NW** Schlegel Sabrina, Amt für Landwirtschaft,  
Kreuzstr. 2, 6371 Stans, Telefon 041 618 40 01
- GL** Amt für Landwirtschaft, Postgasse 29,  
8750 Glarus, Telefon 055 646 66 40
- ZG** Gut Willi, LBBZ Schluechthof,  
6330 Cham, Telefon 041 784 50 54  
Villiger Albert, LBBZ Schluechthof,  
6330 Cham, Telefon 041 784 50 59
- FR** Zwahlen Fabian, Landw. Schule Grangeneuve  
1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
- SO** Ziörjen Fritz, Landw. Bildungszentrum Wallierhof,  
4533 Riedholz, Telefon 061 552 21 40
- BL** Ziörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain,  
4450 Sissach, Telefon 061 552 21 40
- SH** Hauser Peter, LBZ Charlottenfels,  
8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 20
- AI** Landw. Beratungsdienst AI, Gaiserstrasse 8,  
9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
- AR** Vuilleumier Marc, Landwirtschaftsamt AR,  
9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
- SG** Lehmann Ueli, Landw. Zentrum SG,  
9465 Salez, Telefon 058 228 24 19  
Schnider Walter, Landw. Zentrum SG,  
9465 Salez, Telefon 058 228 24 15
- GR** Merk Konrad, LBBZ Plantahof,  
7302 Landquart, Telefon 081 257 60 38
- AG** Furter Hansjörg, LBBZ Liebegg,  
5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27
- TG** Baumgartner Christof, BBZ Arenenberg,  
8268 Salenstein, Telefon 071 663 33 06  
Christian Eggenberger, BBZ Arenenberg,  
8570 Weinfelden, Telefon 071 626 10 58
- TI** Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola,  
6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53
- AGRIDEA**  
Abteilung Landtechnik,  
8315 Lindau, Telefon 052 354 97 00