

# Untersuchungen zum Verhalten von Milchkühen bei automatischer Fütterung in einem AMS-Betrieb

Rosemarie Oberschätzl-Kopp, Bernhard Haidn, Rudolf Peis, Klaus Reiter, Heinz Bernhardt

Eine mit wachsenden Betriebsgrößen einhergehende steigende Arbeitsbelastung in der Milchviehhaltung und leistungsbedingt zunehmende Ansprüche an die Fütterung der Tiere führen zu einer vermehrten Verbreitung automatischer Fütterungssysteme (AFS). Ferner möchten Landwirte eine gleichmäßige Nutzung des automatischen Melksystems (AMS) durch eine mehrmals tägliche Vorlage frisch gemischter Futtermischungen erreichen. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, den Einfluss einer täglich sechsmaligen Futtermischung im Vergleich zu einer zweimaligen mithilfe eines AFS auf das Verhalten von Milchkühen in einem Betrieb mit einem AMS zu erfassen. Mit 4,07 h/(Kuh × Tag) gegenüber 2,65 h/(Kuh × Tag) hielten sich die Tiere signifikant länger am Fressplatz auf, wenn ihnen täglich sechsmal Futter vorgelegt wurde. Bei einer Frequenz von zwei Fütterungen pro Tag wurde ein höherer Anteil der Tiere beobachtet, welcher ohne Futteraufnahme im Fressgang stand. Die Melkfrequenz der Kühe war bei einer häufigeren Futtermischung im AMS signifikant erhöht.

## Schlüsselwörter

Automatisches Fütterungssystem, Fütterungsfrequenz, automatisches Melksystem, Verhalten, Milchkühe

Strukturelle Veränderungen in der Milchviehhaltung hin zu größeren Betrieben führen zu einer zunehmenden Technisierung sowie Automatisierung verschiedener Arbeitsprozesse. Nach dem Melken sowie der Kälber- und Jungviehversorgung nimmt das Füttern mit einem Anteil von 16 % am Gesamt-arbeitszeitbedarf den drittichtigsten Arbeitsbereich in der Milchviehhaltung ein (HAIDN und MACUHOVA 2009). Somit birgt die Automatisierung der Fütterung nach dem Melken ein weiteres Potenzial, Arbeitszeit zu reduzieren. Der Einsatz von AFS gewinnt deshalb insbesondere unter dem Aspekt der Arbeitszeiteinsparung, -erleichterung und -flexibilisierung zunehmend an Bedeutung. Aber auch die Möglichkeit, auf die Leistungsgruppen bezogen mehrmals am Tag jeweils nur Teile der Gesamtration vorlegen zu können, stellt einen wichtigen Grund für Landwirte dar, in diese Technik zu investieren (DLG et al. 2014).

Eigenen Erhebungen zufolge arbeiten bayernweit 70 % der automatisch fütternden Milchviehhalter, zu welchen Informationen zum eingesetzten Melksystem vorliegen ( $n = 75$ ), auch mit einem AMS. Dies lässt die Tendenz erkennen, dass insbesondere Landwirte mit einem AMS auch den Fütterungsprozess automatisieren und dadurch ihr Melksystem gleichmäßig auslasten möchten.

Das Futteraufnahmeverhalten von Milchkühen ist durch einen circadianen Rhythmus mit mehreren Fressperioden über den Tag verteilt gekennzeichnet (ALBRIGHT 1993). Endogene und exogene Zeitgeber stellen dabei wesentliche Einflussfaktoren auf das Verhalten dar. Nach SAMBRAUS (1991) ist bei Kühen auch in Stallhaltung und ad-libitum-Fütterung ein deutlich biphasischer Rhythmus

der Futteraufnahme zu beobachten. Dabei wird betont, dass die Futtervorlage ein entscheidender Stimulus für das Verhalten von Milchkühen ist (DEVRIES und VON KEYSERLINGK 2005, MELIN et al. 2005). Eine häufigere Futtervorlage führt verschiedenen Autoren zufolge zu einer erhöhten täglichen Futteraufnahmezeit der Tiere und damit zu einem Anstieg des Anteils von Tieren einer Herde, die sich im Tagesverlauf mit der Futteraufnahme beschäftigen (DEVRIES et al. 2005, MÄNTYSAARI et al. 2006). MATTACHANI et al. (2015) können diese Erkenntnisse bestätigen. Denn gemäß ihren Untersuchungen waren die Aufenthalte am Fressplatz gleichmäßiger im Tagesverlauf verteilt, wenn die Tiere 11-mal im Vergleich zu sechsmal am Tag gefüttert wurden. Die tägliche Futteraufnahmezeit unterschied sich nicht, wohingegen die Futteraufnahmezeit in den ersten 60 min nach der Futtervorlage bei der niedrigeren Frequenz von sechs Fütterungen am Tag höher war und somit auch mehr Auseinandersetzungen in diesem Zeitraum auftreten konnten. GROTHMANN et al. (2014) beobachteten einen geringen Effekt der Fütterungsfrequenz auf das Futteraufnahmeverhalten von Milchkühen. Die tägliche Trockenmasseaufnahme erhöhte sich um 600 g/Kuh von 16,6 kg bei zwei Fütterungen am Tag auf 17,2 kg bei täglich acht Futtervorlagen. Eine verbreitete Methode, neben der Vorlage frischen Futters (DEVRIES und VON KEYSERLINGK 2005), Milchkühe zum Fressen zu animieren, stellt nach DEVRIES und VON KEYSERLINGK (2009) das Futternachschieben dar. Doch zeigt eine Studie von DEVRIES et al. (2003), dass bei täglich zwei Futtervorlagen zwei weitere Nachschiebezeiten in den Nachtstunden den Tagesrhythmus der Futteraufnahme nur wenig beeinflussen und die Fressaktivität nicht erhöhen. Zu diesem Ergebnis kamen auch NYDEGGER et al. (2005).

Neben dem Futteraufnahmeverhalten kann auch das Liegeverhalten durch eine veränderte Fütterungsfrequenz beeinflusst werden. Untersuchungen von DEVRIES et al. (2005) und MATTACHANI et al. (2015) zeigten, dass die Häufigkeit der Futtervorlage zwar keinen Effekt auf die tägliche Gesamtliegedauer, jedoch auf die Anzahl an Liegeperioden hatte. Bei den Untersuchungen von GROTHMANN et al. (2014) konnte eine tendenzielle Abnahme der Liegedauer mit ansteigender Fütterungsfrequenz beobachtet werden. Demgegenüber ermittelten POMPE et al. (2007) eine um 5 % erhöhte Aufenthaltsdauer im Liegebereich bei automatischer im Vergleich zu konventioneller Fütterung.

Bereits RODENBURG (2002) vermutete, dass die Vorlage frischen Futters mehrmals am Tag die freiwilligen Besuche im AMS insbesondere bei gelenktem Kuhverkehr erhöhen kann. Dies können BELLE et al. (2012) nicht bestätigen. Sie fanden in ihren Vergleichen von Betrieben mit konventionellen Fütterungs- und Melksystemen sowie automatischen Fütterungs- und Melksystemen keinen signifikanten Effekt eines AFS auf die Anzahl der Melkungen im AMS (konventionelles Füttern: 2,57 Melkungen/Tag, AFS: 2,61 Melkungen/Tag).

Die zu Beginn der Untersuchungen vorliegenden Studien zu den Effekten einer veränderten Fütterungsfrequenz auf das Verhalten von Milchkühen wurden überwiegend in Betrieben mit konventionellen Melksystemen und mit festen vom Tierhalter vorgegebenen Melkzeiten durchgeführt. Ziel der vorliegenden Erhebungen war es deshalb, den Einfluss einer höheren Fütterungsfrequenz eines AFS im Vergleich zum konventionellen Fütterungsmanagement mit zwei Fütterungen pro Tag auf das Verhalten von Milchkühen in einem Betrieb mit einem AMS zu erfassen. Zielgrößen waren dabei der Tagesverlauf der Anwesenheit der Herde im Fressbereich, die tierindividuelle Aufenthaltsdauer im Fressbereich und in den Liegeboxen sowie tierindividuelle Melkparameter wie die Melkfrequenz, Milchmenge und Zwischenmelkzeit.

## Tiere, Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden im Winter 2012/2013 im AMS-Stall der Landwirtschaftlichen Lehranstalten in Triesdorf über einen Zeitraum von 10 Wochen durchgeführt. Im Liegeboxenlaufstall wurden die ca. 60 Kühe mit einem automatischen Melksystem (MIOne, Firma GEA Farm Technologies GmbH, Bönen, Deutschland) bei freiem Kuhverkehr gemolken. Die Kühe hatten 24 h Zugang zum AMS, mit Ausnahme der beiden Systemreinigungen in den frühen Morgenstunden und nachmittags. Das minimale Zeitintervall zwischen zwei Melkungen und somit das Melkanrecht einer Kuh wurde nach der Milchmenge pro Kuh festgelegt. Die Fütterung im Untersuchungsbetrieb erfolgte über ein teilautomatisches Fütterungssystem (MixMeister 3000, Firma Wasserbauer GmbH, Waldneukirchen, Österreich).

Bestandteil der Fütterungsanlage waren vier Vorratsbehälter für Grassilage, Maissilage, Stroh und Heu, welche sich in einer traufseitig an das Stallgebäude angeordneten Futterhalle befanden. Täglich wurden die Komponenten mit einem Teleskoplader in den Behältern zwischengelagert. Kraft- und Mineralfutter wurden in Dosierbehältern und Kraftfuttersilos bevorratet. Je nach eingestellter Ration wurden die Komponenten aus den Vorratsbehältern auf ein Querförderband dosiert und über ein weiteres Zuführband in den Misch- und Verteilwagen (3 m<sup>3</sup> Füllvolumen) transportiert, welcher mit einer Wiegeeinrichtung und einer vertikalen Mischschnecke ausgestattet war. Zusätzlich wurden Kraft- und Mineralfutter eingefüllt. Nach dem Fertigstellen der Ration wurde sie der jeweiligen Tiergruppe vorgelegt. Der Misch- und Verteilwagen fuhr am Boden auf zwei Rädern und wurde über eine Schiene geführt. Die Energieversorgung erfolgte über eine zusätzliche Stromschiene (Abbildung 1).



Abbildung 1: Kraftfuttersilos, Mineralstoffdosierer und Zuführband mit Vorratsbehälter im Hintergrund in der Futterhalle, Misch- und Verteilwagen bei der AMS-Herde (Foto: R. Oberschätzl)

Mithilfe dieses Fütterungssystems wurden die Tiere mit einer aufgewerteten Mischration (20,4 MJ NEL/kg Trockenmasse (TM)) versorgt. Ausgleichskraftfutter wurde den Kühen im AMS und in einer Kraftfutterabrufstation vorgelegt. Die Mischration setzte sich aus folgenden Komponenten

zusammen (Anteil der TM-korrigierten Ration): Maissilage (39,7%), Grassilage (29,7%), Gerstenstroh (4,2%), Luzerneheu (4,2%), Rapsextraktionsschrot (10,8%), Kraftfuttermischung (10,8%) und Mineralfutter (0,6%). Die täglich vorgelegte Futtermenge betrug 16,5 kg TM/Kuh. Die Tiere wurden unter Praxisbedingungen sechsmal am Tag automatisch gefüttert. Zusätzlich zu den Fütterungszeiten wurde das Futter mit dem Misch- und Verteilwagen zwei- bzw. dreimal täglich nachgeschoben.

Die Liegeboxen waren als Tiefliegeboxen mit Kalk-Stroh-Einstreu gestaltet. Die Fressplätze waren im AMS-Bereich zum Futtertisch hin sowohl über ein Fangfressgitter als auch über Nackenrohre abgetrennt und als Fressstände mit seitlicher Begrenzung für jeweils zwei Plätze ausgeführt. Für die laktierende AMS-Herde standen 42 Fressplätze zur Verfügung. Die Tiere im Abkalbbereich hatten Zugang zu 11 Fressplätzen (Abbildung 2). Das Tier-Fressplatz-Verhältnis lag insgesamt bei etwa 1,1 : 1. Die durchschnittliche Milchleistung der Fleckviehherde betrug 8.100 kg mit 4,47% Fett und 3,78% Eiweiß. Im Versuchszeitraum waren insgesamt 66 Kühe mit unterschiedlichen Laktationszahlen in der Herde (1. Laktation: 35%; 2. Laktation: 27%; > 2. Laktation: 38%).

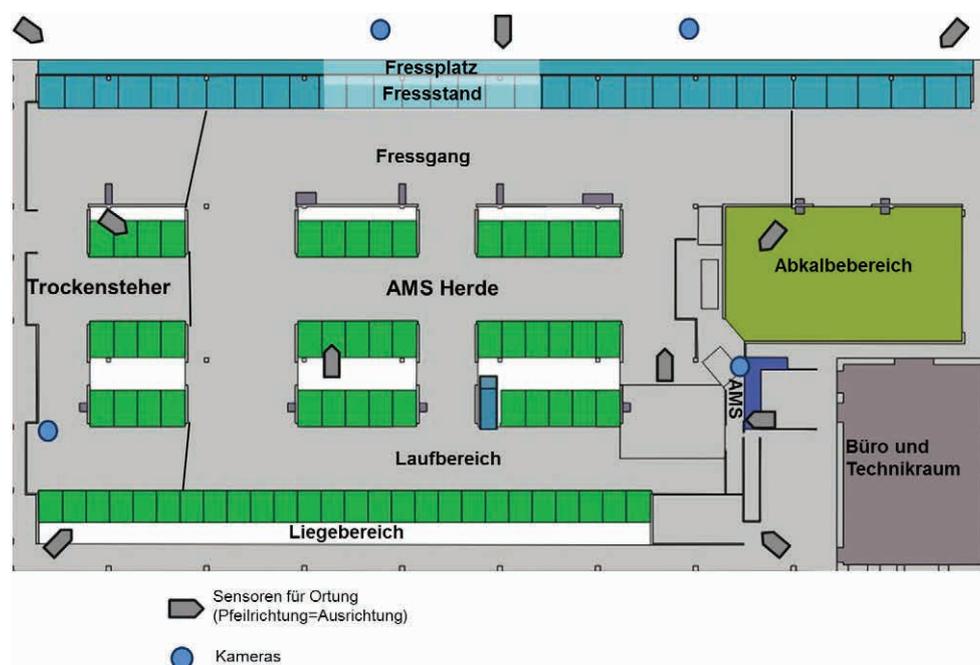


Abbildung 2: Aufbau des Liegeboxenlaufstalls im Untersuchungsbetrieb und Positionierung der Erfassungstechnik

Der Untersuchungszeitraum wurde in zwei Versuchsphasen mit sechs bzw. zwei Fütterungen pro Tag und eine Umstellungsphase gegliedert, um einen Vergleich hinsichtlich der Effekte zwischen täglich zwei- und sechsmaliger Futtervorlage (beim Einsatz eines AFS in der Praxis überwiegend gewählte Fütterungsfrequenz) vornehmen zu können (Tabelle 1). Da die AMS-Herde auch im Regelbetrieb sechsmal pro Tag gefüttert wurde, war vor der 1. Versuchsphase keine Eingewöhnungsphase erforderlich. In der 2. Versuchsphase konnte die Hälfte der Tagesfuttermenge aufgrund des maximalen Füllvolumens des Futtermisch- und Verteilwagens von 3 m<sup>3</sup> nicht in einer Rationserstellung und einer Fütterungsfahrt den Tieren vollständig vorgelegt werden. Deshalb wurden jeweils zwei Fütterungen je Futterzeit morgens und abends mit dem technisch minimal möglichen zeitlichen Abstand durchgeführt. Die durchschnittliche Tageslichtlänge lag in Versuchsphase 1 bei 8,4 h und in Versuchsphase 2 bei 9,2 h.

Tabelle 1: Versuchsphasen, Zeiträume, Fütterungsfrequenzen und Fütterungszeitpunkte der durchgeführten Untersuchungen

Versuchsphase	Zeitraum	Fütterungsfrequenz [n/d]	Fütterungszeitpunkte [h:mm]
Phase 1 (Regelbetrieb)	26.11.2012 bis 18.12.2012	6	2:00, 6:00, 10:30, 16:15, 19:00, 23:00
Umstellungsphase	19.12.2012 bis 15.01.2013	2	6:00 und 6:45, 16:15 und 16:45
Phase 2	16.01.2013 bis 05.02.2013	2	6:00 und 6:30, 15:45 und 16:30

Zur Positionsbestimmung der Tiere im Stall wurde das „Real Time Location System“ (RTLS) (Ubisense Series 7000, Firma Ubisense GmbH, Düsseldorf, Deutschland) installiert. Dabei wurden 10 Sensoren im Stall montiert und an jeder Kuh (Phase 1: 46 Kühe; Phase 2: 56 Kühe) ein Halsband mit einem in dorsaler Position befestigtem Transponder als Identifikationseinheit angebracht (Abbildung 3).

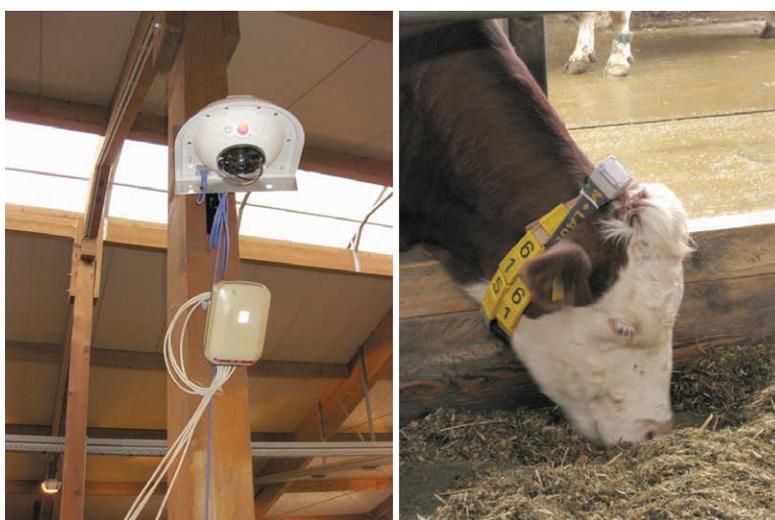


Abbildung 3: Im Stall montierte Kamera und darunter angebrachter Ubisense Series 7000 Sensor, Kuh mit Halsband und befestigtem Transponder einschließlich Kunststoffgehäuse (Fotos: R. Oberschätzl)

Die Kommunikation zwischen den Transpondern und den Sensoren erfolgte über Funksignale im Frequenzbereich von 6–8 GHz. Das Ortungssystem ermittelte aus den Einfallswinkeln und Laufzeitunterschieden der einzelnen Sensoren, welche in einem Netzwerk zusammengefasst waren, mittels Angulation und Lateration die Position des Transponders. Als Referenzsystem und zur Überwachung sowohl des Verhaltens der Tiere in den Funktionsbereichen als auch des Stallgeschehens wurden vier Videokameras (Mobotix D12 und D14) mit jeweils zwei Modulen im Stall montiert. Dabei erfassten zwei Kameras den Fressbereich und zwei weitere den Liege-, Lauf- und AMS-Bereich. Die Aufzeichnung erfolgte direkt auf Festplatten in einem Network-Attached-Storage (NAS) mit einer Aufzeichnungsrate von einem Bild pro Sekunde und einer Auflösung der Bilder beider Module je Kamera mit 2560 x 960 Pixel. Die Erfassungstechniken wurden mit einem Zeitserver synchronisiert. In Abbildung 2 ist der Grundriss des untersuchten Liegeboxenlaufstalls mit der Anordnung der installierten Technik dargestellt.

Die Informationen zum Melkverhalten wurden über eine regelmäßige Sicherung der AMS-Daten gewonnen. Außerdem wurden in Form von Tagesprotokollen tägliche Arbeitsroutinen und Betriebs-

geschehnisse dokumentiert. Mithilfe dieser Aufzeichnungen wurden vier Tage je Versuchsphase für die Auswertungen ausgewählt. Berücksichtigte Kriterien waren hierbei die Funktionssicherheit der Melk- und Fütterungstechnik, die Abwesenheit von Besuchergruppen im Stall, Stallarbeiten, sonstige außerordentliche Betriebsgeschehnisse und die Funktionssicherheit der eingesetzten Versuchstechnik sowie deren erfasste Datenqualität und -quantität.

Die Digitalisierung des über Videotechnik erfassten Bildmaterials des Fressbereichs erfolgte mit dem Programm Image J (Version IJ 1.45m, National Institutes of Health) nach dem Time-Sampling-Verfahren. Für die herdenbasierte Auswertung der Anwesenheit der Tiere am Fressplatz bzw. im Fressgang wurde ein 5-min-Raster gewählt (in Anlehnung an Hoy 2009). Basierend darauf wurde das arithmetische Mittel des relativen Anteils der Tiere am Fressplatz je 5-min-Intervall über drei der ausgewählten Versuchstage ermittelt.

Die Rohdaten des eingesetzten RTLS (Aufzeichnungszeitpunkt, Transpondernummer, x- und y-Koordinate) wurden in eine PostgreSQL-Datenbank für die weitere Verarbeitung importiert. Zunächst wurde der Stallgrundriss im Vektorformat erstellt und Bereiche (z. B. Fressplätze, Liegeboxen) für eine strukturierte Datenverarbeitung definiert. Die Positionsdaten wurden mithilfe eines programmierten Algorithmus aufbereitet. Hierbei wurden die Grenzparameter Zeit und Weg herangezogen. Überschritten die auf einen gewählten Datensatz folgenden Eintragungen die Grenze Zeit von 60 s oder die Grenze Weg von 1 m, wurden alle innerhalb dieses Grenzbereichs liegenden Datensätze zu einem Datensatz gruppiert, dessen Positionsangaben aus dem Median der enthaltenen Positionen bestehen und in dem Beginn und Ende des Aufenthalts an dieser Position enthalten sind. Anhand dieser aufbereiteten Positionsdaten wurde die Aufenthaltsdauer der Tiere in folgenden Stallbereichen ermittelt: Fressplatz, Fressstand, Fressgang, gesamter Fressbereich und Liegebereich (Liegeboxen). Fressstand und Fressplatz wurden dabei durch das Fressgitter voneinander getrennt. Wurden die Tiere am Fressplatz detektiert, konnten sie Futter aufnehmen, wohingegen eine Erkennung am Fressstand bedeutete, dass sich die Kuh lediglich am Fressstand aufhielt und ihren Kopf nicht im Fressgitter hatte. Eine Unterscheidung zwischen liegenden und stehenden Tieren in der Liegebox konnte mithilfe der Positionsdaten nicht erfolgen.

Aufgrund eines kältebedingt sehr hohen Energieverbrauchs der Transponder in der zweiten Versuchsphase liegen die Positionsdaten für diesen Zeitraum nicht von allen Tieren lückenlos vor. Für die Auswertungen der Aufenthaltsdauer in den Stallbereichen wurden deshalb 20 Kühe ausgewählt, welche in beiden Versuchsphasen der AMS-Herde zugeordnet waren. Es wurden sowohl primipare als auch multipare Kühe berücksichtigt (1. Laktation: 40 %; 2. Laktation: 25 %; 3. Laktation: 35 %). Die Melkparameter (Melkfrequenz ( $n/(\text{Kuh} \times \text{Tag})$ ), Milchmenge ( $\text{kg}/(\text{Kuh} \times \text{Tag})$ ) und Zwischenmelkzeit ( $\text{h}/(\text{Kuh} \times \text{Tag})$ ) wurden auf Grundlage aller Kühe ermittelt, da die Systemdaten des AMS vollständig für die gesamte Herde und die ausgewählten Versuchstage vorlagen.

Die statistische Auswertung erfolgte mit der Open-Source-Software „R“. Mithilfe des Shapiro-Wilk-Tests wurde eine Normalverteilung der Daten widerlegt. Für die Ermittlung der Unterschiede der Merkmale „Anteil der Tiere im Fressbereich“, „Aufenthaltsdauer in den Bereichen“, „Anzahl Melkungen“, „Milchmenge“ sowie „Zwischenmelkzeit“ der Tiere in den beiden Versuchsphasen wurde der Wilcoxon-Test für Paardifferenzen herangezogen (HEDDERICH und SACHS 2012). Die Schätzung der Effekte Fütterungsfrequenz und Tier sowie deren Interaktion auf die Merkmale erfolgte mithilfe des im R-Paket „npIntFactRep“ verfügbaren nicht parametrischen verbundenen Rangtests ( $p < 0,05$ ) (FEYS 2015).

## Ergebnisse und Diskussion

Der Verlauf der relativen Anteile der Tiere im Fressbereich über 24 Stunden (Abbildung 4) zeigt, dass sich in beiden Versuchsphasen der Anteil der Kühe am Fressplatz immer nach der Fütterung erhöhte.

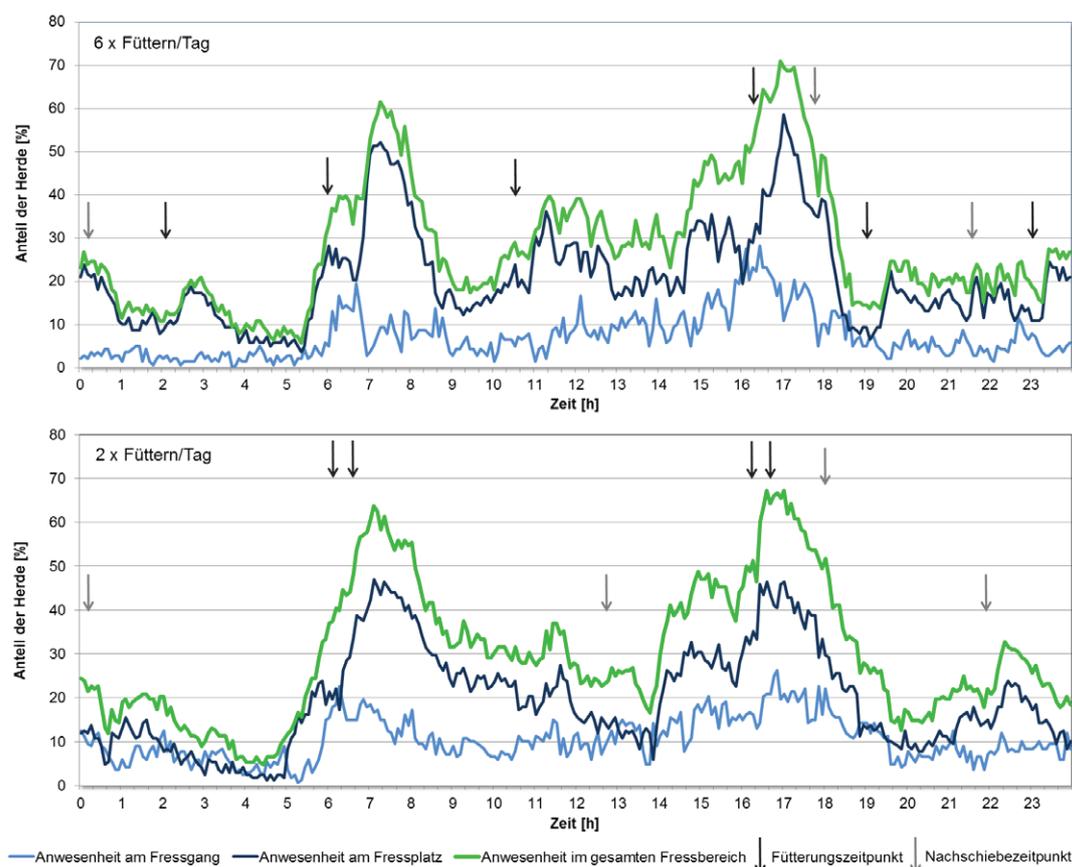


Abbildung 4: Relativer Anteil von Tieren im Fressbereich bei 6 x und 2 x Füttern nach Videoauswertungen (Versuchsphase 1: n = 46 Kühe; Versuchsphase 2: n = 56 Kühe; n = 3 Tage je Phase)

Dieser unterlag in beiden Versuchsphasen einem deutlichen biphasischen Rhythmus mit Maxima am Morgen und am Abend. Die zusätzlichen Fütterungen in den Nachtstunden und vormittags in Versuchsphase 1 lockten zusätzliche Tiere an den Fressplatz, allerdings mit einer deutlich geringeren Ausprägung (ca. 20% Herdenanteil am Fressplatz in den Nachtstunden um 2:45 Uhr). Im Vergleich dazu hielten sich bei zwei Fütterungen pro Tag zwischen 2:00 und 3:00 Uhr nur 5 bis 10 % der Tiere der Herde am Fressplatz auf. Das Maximum des Herdenanteils am Fressplatz lag bei der täglich sechsmaligen Fütterung mit 52% morgens und 58% abends auf einem höheren Niveau als in Versuchsphase 2 mit zweimaliger Fütterung und Maxima von 47%. Der Anteil von Tieren am Fressplatz war in den ersten 60 min nach der Futtermittelvorgabe im Mittel aller Fütterungen mit 38% in Versuchsphase 2 signifikant höher als in Versuchsphase 1 (24%). Insbesondere nach der morgendlichen Fütterung um 6:00 Uhr war der Herdenanteil am Fressplatz länger auf einem höheren Niveau, wenn die Tiere nur zweimal am Tag gefüttert wurden. Demgegenüber zogen sie sich nach den Fütterungen zügiger zurück, wenn die Tagesration in sechs Portionen vorgelegt wurde. Diese Erkenntnisse lassen sich durch die Aussagen von MATTACHANI et al. (2015) bestätigen.

Gemäß der Analyse der Positionsdaten der 20 Fokuskühe hielten sich diese mit 4,06 h signifikant länger am Fressplatz auf, wenn sie täglich sechsmal gefüttert wurden (Tabelle 2). Im Vergleich dazu betrug die tägliche Aufenthaltsdauer je Kuh am Fressplatz 2,65 h bei zwei Fütterungszeiten am Tag. Es wurde ein signifikanter Effekt der Fütterungsfrequenz auf diesen Parameter ermittelt. Auch die herdenbasierten Videoauswertungen ließen auf eine signifikant niedrigere Aufenthaltsdauer der Kühe in diesem Bereich in Versuchsphase 2 schließen. Bereits MÄNTYSAARI et al. (2006) stellten eine längere Futteraufnahmezeit pro Kuh bei einer täglich fünfmaligen im Vergleich zu einer einmaligen Fütterung fest.

Tabelle 2: Aufenthaltsdauer ausgewählter Kühe (n = 20) in den Funktionsbereichen (Fress- und Liegebereich) bei 6 x und 2 x Füttern nach Auswertungen der Positionsdaten (n = 4 Tage je Versuchsphase)

Parameter	Aufenthaltsdauer/(Kuh × Tag) [hh:mm]						Differenz Median <sup>1)</sup>
	Versuchsphase 1 (6 x Füttern/Tag)			Versuchsphase 2 (2 x Füttern/Tag)			
	Median	Min	Max	Median	Min	Max	
Fressplatz	04:04 <sup>a</sup>	01:18	05:53	02:39 <sup>b</sup>	01:30	04:59	01:25
Fressstand	01:27 <sup>a</sup>	00:46	02:43	02:14 <sup>b</sup>	00:39	07:35	-00:47
Fressgang	01:25 <sup>a</sup>	00:20	03:01	01:36 <sup>b</sup>	00:26	05:08	-00:11
Fressstand + Fressgang	03:03 <sup>a</sup>	01:15	04:46	04:06 <sup>b</sup>	00:39	09:34	-01:03
Gesamt Fressbereich	07:18 <sup>a</sup>	02:33	09:51	07:00 <sup>a</sup>	03:28	12:13	00:18
Liegebereich	14:23 <sup>a</sup>	06:37	18:10	14:19 <sup>a</sup>	06:55	17:07	00:04

a, b: Signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsphasen ( $p < 0,05$ )

<sup>1)</sup> Differenz aus Median in Versuchsphase 1 und Median in Versuchsphase 2.

Zwei Fütterungen am Tag erhöhten den Anteil belegter Fressplätze im Mittel des Tagesverlaufs signifikant (Versuchsphase 1: 23%; Versuchsphase 2: 26%), wobei sich die Maxima der Fressplatzbelegung in beiden Versuchsphasen mit 64 bzw. 63% auf einem ähnlichen Niveau bewegten. Ebenfalls war die Anwesenheit der Herde im Fressstand in Versuchsphase 2 bei geringerer Fütterungsfrequenz und einer höheren Tierzahl in der Herde signifikant höher und somit der Andrang in diesem Bereich deutlich stärker. Eine Kuh hielt sich mit durchschnittlich 1,45 h signifikant länger im Fressstand auf als bei einer täglich sechsmaligen Futtevorlage. Damit standen die Tiere im Mittel der Versuchstage um 63 min länger untätig und wartend im Fressgang und Fressstand, wenn ihnen nur zweimal am Tag Futter vorgelegt wurde. Diese Ergebnisse der Positionsdaten lassen sich durch die herdenbasierte Auswertung der Videodaten bestätigen, wonach die Kühe in Versuchsphase 2 um 42 min länger im Fressgang standen.

Hinsichtlich der Aufenthaltsdauer der Kühe in den Liegeboxen wurde kein signifikanter Effekt der Fütterungsfrequenz festgestellt. Wurde sechsmal am Tag gefüttert, lag der Median der Aufenthaltsdauer einer Kuh in der Liegebox bei 14,39 h und somit nur minimal höher als in Versuchspha-

se 2 (14,31 h). Die mittlere Aufenthaltsdauer unterschied sich jedoch um 27 min (Versuchsphase 1: 14,33 h; Versuchsphase 2: 13,88 h). Auch die maximale Aufenthaltsdauer im Liegebereich lag in der ersten Versuchsphase mit 18,10 h/(Kuh × Tag) auf einem deutlich höheren Niveau. DEVRIES et al. (2005) sowie MATTACHANI et al. (2015) beobachteten in ihren Untersuchungen jedoch ebenfalls keine signifikanten Veränderungen der Liegedauer mit variierender Fütterungsfrequenz. Dies bestätigt die Erkenntnisse von MUNKSGAARD et al. (2005), dass das Liegen eine höhere Priorität gegenüber anderen Verhaltensweisen hat. Die Autoren hatten Informationen über die tatsächlichen Liegeereignisse, wohingegen in der vorliegenden Untersuchung über die Positionsdaten lediglich der Aufenthalt und nicht die tatsächliche Liegedauer in der Liegebox angegeben werden kann.

Die Auswertung der Anzahl von Melkungen je Tier und Tag ergab eine signifikant höhere Melkfrequenz der Kühe bei täglich sechsmaliger Futtervorlage (Tabelle 3).

Tabelle 3: Übersicht der tierindividuellen Anzahl der Melkungen, der Milchmenge und der Zwischenmelkzeit aller Kühe bei 6 x und 2 x Füttern nach Auswertungen der AMS-Daten (Versuchsphase 1: n = 46 Kühe; Versuchsphase 2: n = 56 Kühe, n = 4 Tage je Versuchsphase)

Parameter	Versuchsphase 1 (6 x Füttern/Tag)			Versuchsphase 2 (2 x Füttern/Tag)			Differenz Median <sup>1)</sup>
	Median	Min	Max	Median	Min	Max	
Anzahl Melkungen/(Kuh × Tag) [n]	3 <sup>a</sup>	1	4	2 <sup>b</sup>	1	4	1
Milchmenge/(Kuh × Tag) [kg]	27,46 <sup>a</sup>	7,77	54,67	27,34 <sup>a</sup>	5,17	54,93	0,12
Zwischenmelkzeit/(Kuh × Tag) [hh:mm]	08:23 <sup>a</sup>	02:14	23:44	10:06 <sup>b</sup>	02:51	23:30	-01:43

a,b: signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsphasen ( $p < 0,05$ )

<sup>1)</sup> Differenz aus Median in Versuchsphase 1 und Median in Versuchsphase 2.

Der Median lag in Versuchsphase 1 bei 3 Melkungen/(Kuh × Tag), in Versuchsphase 2 bei 2 Melkungen/(Kuh × Tag). Die Ergebnisse von RODENBURG (2002) wurden damit bestätigt, dass die Vorlage frischen Futters mehrmals am Tag die freiwilligen Besuche im AMS erhöhen kann, wohingegen BELLE et al. (2012) keinen Effekt einer veränderten Fütterungsfrequenz auf die Anzahl der Melkungen im AMS feststellten. Die tägliche Milchmenge je Kuh unterschied sich mit 27,46 bzw. 27,34 kg in den beiden Versuchsphasen nicht signifikant voneinander, wobei einzeltierbezogene Unterschiede vorlagen. Dieser Effekt traf auch auf die Zwischenmelkzeit des Einzeltieres zu. Die Zwischenmelkzeiten erhöhten sich in der zweiten Versuchsperiode signifikant um 1,72 h. In beiden Versuchsphasen unterlag die Zwischenmelkzeit jedoch einer großen Spannweite von etwa 21 h. Der Anstieg der Zwischenmelkzeit ging mit der verringerten Melkfrequenz der Tiere in Versuchsphase 2 und auch mit längeren Wartezeiten im Fressgang sowie am Fressstand einher.

Die häufigere Futtervorlage durch ein AFS führte zu einer Entzerrung des Kuhverkehrs im Untersuchungsbetrieb. Die Tiere hatten die Möglichkeit, im Tagesverlauf gleichmäßig frisches Futter aufzunehmen und sich anschließend wieder in den Liegebereich zurückzuziehen bzw. das AMS aufzusuchen. Die Erhebungen machten deutlich, dass ein begrenzter Zugang zu der Ressource frisch ge-

mischtes und vorgelegtes Futter zu einem höheren Zeitaufwand für die Futteraufnahme führen kann. Dieser steigt vor allem wegen untätigen Stehens im Fressgang und Fressstand an und steht somit der Kuh wegen des begrenzten Tagesbudgets von 24 h nicht mehr für weitere Aktivitäten (z. B. Ruhen, Futteraufnahme) zur Verfügung. Insbesondere können dadurch rangniedere Kühe benachteiligt werden, wie bereits WIERENGA (1990) und OLOFSSON (1999) feststellten. Doch gilt es in weiteren Untersuchungen die Übertragbarkeit der Resultate auf andere Stallsysteme mit Herden unterschiedlicher Rassen und unter anderen jahreszeitlichen Einflüssen sowie über einen jeweils längeren Zeitraum je Versuchsphase zu prüfen.

### Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Untersuchung zum Tierverhalten bei einer täglich sechsmaligen gegenüber einer zweimaligen Vorlage einer frisch gemischten Futterration lassen den Schluss zu, dass dadurch der Kuhverkehr entzerrt wird, sodass eine gleichmäßigere Verteilung der Tiere einer Herde am Fressplatz und in der Folge auch am AMS zu beobachten ist. Außerdem können die Kühe zügiger an den Fressplatz gelangen. Sie müssen dadurch weniger lange auf die aktive Futteraufnahme am Fressplatz warten und werden dort weniger gestört. Die bei einer täglich mehrfachen Fütterung insgesamt kürzere Dauer, um an den Fressplatz zu kommen, kann positive Auswirkungen auf die Durchführung weiterer Tieraktivitäten haben (z. B. Aufenthalt in der Liegebox). Eine häufigere Vorlage frischer Futterrationen mit der einhergehenden permanenten Verfügbarkeit schmackhaften Futters kann damit zu einer Steigerung des Tierwohls beitragen.

### Literatur

- Albright, J. (1993): Feeding Behavior of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 76(2), pp. 485–498, [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77369-5](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77369-5)
- Belle, Z.; André, G.; Pompe, J.C.A.M. (2012): Effect of automatic feeding of total mixed rations on diurnal visiting pattern of dairy cows to an automatic milking system. *Biosystems Engineering* 2012(111), pp. 33–39, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2011.10.005>
- DeVries, T.; von Keyserlingk, M.A.G.; Beauchemin, K. (2003): Short communication: Diurnal feeding pattern of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86(12), pp. 4079–4082, [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74020-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74020-X)
- DeVries, T.; von Keyserlingk, M.A.G.; Beauchemin, K. (2005): Frequency of Feed Delivery Affects the Behavior of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 88(10), pp. 3553–3562, [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73040-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73040-X)
- DeVries, T.; von Keyserlingk, M.A.G. (2005): Time of Feed Delivery Affects the Feeding and Lying Patterns of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 88(2), pp. 625–631, [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72726-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72726-0)
- DeVries, T.; von Keyserlingk, M. A. G. (2009): Understanding feeding behavior to maximize the potential of dairy rations. In: *Proceedings Mid-South Ruminant Nutrition Conference*, Arlington, Texas, pp. 23–30
- DLG-Ausschuss für Technik in der tierischen Produktion; Oberschätzl, R.; Haidn, B. (2014): Automatische Fütterungssysteme für Rinder – Technik, Leistung, Planungshinweise. DLG-Merkblatt 398. DLG e.V., Frankfurt am Main, [http://2015.dlg.org/fileadmin/downloads/merkblaetter/dlg-merkblatt\\_398.pdf](http://2015.dlg.org/fileadmin/downloads/merkblaetter/dlg-merkblatt_398.pdf), Zugriff am 15.11.2015
- Feys, J. (2015): Package ‚nplntFactRep‘. <https://cran.r-project.org/web/packages/nplntFactRep/nplntFactRep.pdf>, Zugriff am 30.11.2015
- Grothmann, A.; Moser, L.; Nydegger, F.; Steiner, A.; Zähler, M. (2014): Influence of different feeding frequencies on the rumination and lying behaviour of dairy cows. In: *Proceedings International Conference of Agricultural Engineering 2014*, 6–10 July 2014, Zurich

- Haidn, B.; Macuhova, J. (2009): Arbeitsorganisation in bayerischen Milchviehbetrieben – Analyse und Entwicklung. In: Landtechnisch-bauliche Jahrestagung Strategien für zukunftsorientierte Milchviehbetriebe in Bayern, 25.11.2009, Triesdorf, LfL, S. 37–53
- Hedderich, J.; Sachs, L. (2012): Angewandte Statistik – Methodensammlung mit R. 14. Auflage, Berlin/Heidelberg, Springer-Verlag, S. 479, 496
- Hoy, S. (2009): Methoden der Nutztierethologie. In: Nutztierethologie. Hg. Hoy, S., Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, S. 39–40
- Mattachani, G.; Riva, E.; Pompe, J.; Provolo, G. (2015): Automatic monitoring of cow behaviour to assess the effects of variations in feeding delivery frequency. In: Proceedings Precision Livestock Farming 2015, 15–18 September 2015, Milano, pp 473–481
- Mäntysaari, P.; Khalili, H.; Sariola, J. (2006) Effect of Feeding Frequency of a Total Mixed Ration on the Performance of High-Yielding Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 89(11), pp. 4312–4320, [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72478-X](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72478-X)
- Melin, M.; Svennersten-Sjaunja, K.; Wiktorsson, H. (2005): Feeding Patterns and Performance of Cows in Controlled Cow Traffic in Automatic Milking Systems. *Journal of Dairy Science*, 88(11), pp. 3913–3922, [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73077-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73077-0)
- Munksgaard, L.; Jensen, M.; Pedersen, L.; Hansen, S.; Matthews, L. (2005): Quantifying behavioural priorities-effects of time constraints on behaviour of dairy cows, *Bos taurus*. In: *Applied Animal Behaviour Science* 92(1-2), pp. 3–14, <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2004.11.005>
- Nydegger, F.; Schick, M.; Ammann, H.; Steinmann, P. (2005): Futternachschieben im Rindviehstall. *FAT-Berichte* Nr. 648, Agroscope FAT Tänikon
- Olofsson, J. (1999): Competition for total mixed diets fed for ad libitum intake using one or four cows per feeding station. *Journal of Dairy Science*, 82(1), pp. 69–79, [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75210-0](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75210-0)
- Pompe, J.; Alders, D.; Heutinck, L.; Lokhorst, C. (2007): Automatic individual feeding systems for dairy cows: observations of facility utilization. In: *Precision livestock farming*, Wageningen, pp. 24–51
- Rodenburg, J. (2002): Robotic milkers: What, where, ... and how much!!!! In: *Proceedings Ohio Dairy Management Conference*, Ohio State University, Columbus, pp. 1–18
- Samraus, H. H. (1991): *Nutztierkunde. Biologie, Verhalten, Leistung und Tierschutz*. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, S. 181
- Wierenga, H. (1990): Social dominance in dairy cattle and the influences of housing and management. *Applied Animal Behaviour Science* 27, pp. 201–229, [http://dx.doi.org/10.1016/0168-1591\(90\)90057-K](http://dx.doi.org/10.1016/0168-1591(90)90057-K)

## Autoren

**M. Sc. Rosemarie Oberschätzl-Kopp** war wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Arbeitsgruppe „Rinder- und Pferdehaltung“, **Dr. agr. Bernhard Haidn** ist Arbeitsbereichsleiter für Tierhaltungsverfahren, **Dipl. Ing. agr. (FH) Rudolf Peis** ist Technischer Mitarbeiter und **Prof. Dr. Klaus Reiter** ist Leiter der Arbeitsgruppe „Tierverhalten und Tierschutz“ am Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Prof.-Dürrwaechter-Platz 2, 85586 Poing-Grub, E-Mail: [rosi.oberschaetzl@web.de](mailto:rosi.oberschaetzl@web.de)

**Prof. Dr. agr. habil. Heinz Bernhardt** ist Leiter des Lehrstuhls für Agrarsystemtechnik der Technischen Universität München, Am Staudengarten 2, 85354 Freising-Weihenstephan

## Danksagung

Die Autoren danken dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die Förderung des Forschungsvorhabens.