

3 Automatisch melken und Weidegang – Herausforderungen und Lösungen

Uwe Eilers

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW), Atzenberger Weg 99, D- 88339 Aulendorf, uwe.eilers@lazbw.bwl.de

Abstract

Vor dem Hintergrund des Zieles einer hohen Auslastung des automatischen Melksystems erscheint die Kombination mit Weidegang der Kühe schwierig umsetzbar. Allerdings finden sich in der Praxis immer mehr Betriebe, die die Vorteile beider Verfahren nutzen wollen. Die Vielfalt an Systemkomponenten ermöglicht Milchviehhaltern entsprechend der jeweiligen Zielsetzungen und sonstigen betrieblichen Gegebenheiten eine betriebspezifische und erfolgreiche Umsetzung. Folgende Grundvoraussetzungen und förderliche Maßnahmen sichern grundsätzlich den Erfolg des Systems: Weidefläche mit direktem Anschluss an den Stall, Weideflächenwechsel / Portionsweide (Lyons et al. 2013), intakte, tiergerechte Verbindungswege zwischen Weide und Stall, selektive Steuerung des Zugangs zur Weide, freier Zugang von der Weide in den Stall mit Rücklaufsperre, attraktives Kraftfutter als Lockfutter im AMS, täglich regelmäßig attraktives Futter am Trog, keine Zufütterung auf der Weide, Anpassung der Besatzstärke und täglichen Weidezeit an die vorhandene Weidefläche/das verfügbare Weidegrasangebot. Die meisten der untersuchten Betriebe erreichen aufgrund relativ niedriger Bestandsgröße und Milchleistung keine volle Auslastung des AMS, was häufig jedoch auch nicht angestrebt wird. Auch wurde festgestellt, dass die Weidesaison oft keinen negativen Einfluss auf die Auslastung des Melksystems und tägliche Milchmenge hat. Betriebswirtschaftliche Kalkulationen haben ergeben, dass es einzelnen Betrieben gelingen kann mit den Kostenvorteilen des Weideganges die Mehrkosten für ein AMS zu decken. Auswertungen zu Tieridentifikationen (Besuchen) am Melksystem und dezentralen Weide-Selektionstor lassen eine Tagesrhythmik und Abhängigkeit von Alter und Laktationsstadium der Kühe zum Weidegangverhalten erkennen.

L'objectif avec un système automatique de traite (AMS) est d'exploiter au maximum le potentiel de celui-ci, ce qui semble difficile à combiner avec la pâture des vaches. On trouve toutefois, dans la pratique, toujours plus d'exploitations désireuses de profiter des avantages de ces deux procédés. Ces systèmes présentant une diversité importante, ils permettent aux éleveurs laitiers de mettre en œuvre une solution spécifique à leur exploitation, en fonction de leurs objectifs personnels et de leurs conditions particulières. Les conditions et les mesures suivantes assurent généralement le succès du système : surface de pâture avec accès direct à l'étable, rotation des surfaces de pâture / pâture rationnée (Lyons et al. 2013), voies de communication entre le pâturage et l'étable intactes et adaptées aux animaux, contrôle sélectif de l'accès au pâturage, accès libre du pâturage à l'étable avec dispositif anti-retour, aliment concentré attractif dans l'AMS pour y attirer les vaches, fourrage attractif proposé tous les jours à la crèche, pas de distribution de fourrage sur le pâturage, adaptation de la charge en bétail et de la durée quotidienne de pâture à la surface de pâture disponible / l'herbe disponible sur le pâturage. En raison d'un cheptel et d'une production laitière relativement faibles, la plupart des exploitations étudiées n'atteignent pas la capacité maximale de l'AMS, ce qui n'est cependant souvent pas non plus recherché. Il a également été constaté que la saison de pâture n'avait souvent pas d'effet négatif sur le taux d'utilisation du système de traite ni sur la quantité journalière de lait. Des calculs économiques indiquent que certaines exploitations parviennent à couvrir les coûts supplémentaires de l'AMS grâce aux économies réalisées avec la pâture.

L'évaluation des données des animaux identifiés (passages) au système de traite et à la porte de tri décentralisée pour la pâture met en lumière un rythme journalier ainsi qu'un lien entre l'âge et le stade de lactation des vaches et le comportement de pâture.

It seems difficult to combine the goal of high capacity utilization for automatic milking installations with outdoor grazing. In practice, however, ever more farms want to exploit the advantages of both procedures. The wide variety of system components enables dairy farmers to successfully deploy farm-specific installations depending on goals set and other operating constraints. In principle, the following basic conditions and beneficial measures ensure system success: grazing areas directly linked to stalls, grazing area changes / strip-grazing (Lyons et al. 2013), intact, animal-friendly paths between pasture and stall, selective control of pasture access, free access from pasture to stall with non-return devices, attractive concentrated feed as fodder bait in the AMI, attractive concentrated feed on a daily basis, no supplementary feeding in the pasture, adjustment of stocking rate and daily grazing time to existing grazing area/availability of pasture grass. Owing to relatively low stock size and milk yield, most of the dairy farms surveyed do not fully utilize their AMI, which however is frequently not the objective. It was also noted that the grazing period often has no negative effect on milking system utilization and daily milk quantities. Economic calculations have shown that individual farms manage to offset the additional cost of an AMI by the cost benefits of grazing. Evaluations of animal identification (visits) at the milking system and decentralized pasture selection gates indicate a daily rhythm and dependency by age and lactation stage of the cows in grazing behaviour.

Eine steigende Zahl von Milcherzeugern versucht automatisches Melken und Weidegang miteinander zu kombinieren, um die Vorteile beider Verfahren nutzen zu können. Bei ausgedehntem Weidegang liegt die Herausforderung darin, Anreize zu schaffen, damit die Kühe freiwillig in den Stall kommen, um die angestrebten Melkungen je Kuh und Tag zu realisieren. Darüber hinaus gibt es weitere Rahmenbedingungen und Maßnahmen, die die Kombination von automatischem Melksystem (AMS) und Weidegang unterstützen.

Im Rahmen des Projektes „Optimierung des Systems Weidegang und automatisches Melken im ökologischen Landbau“ des Landwirtschaftlichen Zentrums Baden-Württemberg (LAZBW) wurden im Jahr 2016 27 baden-württembergische und bayerische Milcherzeuger bezüglich ihrer aktuellen praktischen Umsetzung untersucht. Zwei Betriebe in Baden-Württemberg wirtschaften konventionell, alle anderen nach den Vorgaben des ökologischen Landbaues. (Tab. 1 enthält verschiedene Charakteristika der Weide-AMS-Systeme dieser Betriebe.) Erstaunlicherweise wirkte sich die Weidesaison im Vergleich zur Stallsaison positiv auf die Milchmenge je Melkstation und Tag sowie auf die Milchmenge je Kuh und Tag aus (Tab. 2).

Tab. 1: Kennzeichen der Weide-AMS-Systeme in den untersuchten Milchviehbetrieben (n=25)

Systemkomponente	Anzahl Betriebe
<u>AMS-Kuhverkehr</u>	
Frei	19 ¹
Gelenkt	6
<u>Tägliche Zugangsdauer zur Weide</u>	
Max. 5 Stunden	12
>5 bis 12 Stunden	4
>12 Stunden	9
<u>Steuerung Weidezugang</u>	
Frei	14 ²
Selektiv (automatisiert)	8
Geblockt ³	5
<u>Weide-Flächenwechsel</u>	
Nein	11
Ja	14
<u>Regelmäßige Kraftfuttermahlzeit am Futtertisch</u>	
Nein	8
Ja	17

¹ davon einer mit Vorselektion

² zwei Betriebe mit freiem und geblocktem Weidezugang, je nach genutztem Weideteilstück

³ Aussperren der gesamten Herde auf die Weide, da vom jeweiligen Weideteilstück aufgrund eines Hindernisses (z.B. öffentlicher Weg, Straße) keine direkte Verbindung zum Stall besteht.

Quelle: Eilers et al., 2017

Tab. 2: Saisoneffekt ausgewählter AMS-Parameter über alle Betriebe (n=25)

Parameter	Weisesaison	Stallsaison	Differenz Weide-Stall (%)
Milchmenge/Box und Tag, kg	1.036	1.010	+ 2,49
Technische Auslastung, %	61	64	-3,98
Melkungen/Kuh und Tag, Anzahl	2,46	2,5	- 1,6
Milchmenge/Kuh und Tag, kg	21,3	20,7	+ 3,1

Quelle: Merz, 2016

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es den meisten der untersuchten Betriebe nicht gelingt, das AMS nach konventionellen Gesichtspunkten auszulasten. Die Ursachen dafür liegen in einem geringeren Milchleistungsniveau sowie einem kleineren Milchkuhbestand. Der Weidegang an sich führt in diesen Betrieben im Mittel zwar zu einer geringfügig geringeren technischen Auslastung, allerdings erhöht sich die Milchleistung und somit die Menge an ermolkenen Milch je Melkstation und Tag gegenüber der Stallperiode. Ursache dafür könnte grundsätzlich eine Aufwertung des Grundfutters durch das Weidegras oder auch ein saisonal bedingter Unterschied im Laktationsstadium sein. Der Weidegang trägt unter den betrachteten Rahmenbedingungen nicht zu ökonomischen Nachteilen im Mittel der Betriebe bei. Die kalkulatorisch festgestellten ökonomischen Vorteile eines hohen Weidegrasanteiles in der Futtermischung wurden konkret unter den Bedingungen eines stallbasierten AMS durch eine französische Studie bestätigt (Brocard et al., 2014). Als „Best Practice“-Beispiele eignen sich am ehesten Systeme, die das Potenzial haben, gleichermaßen die Ziele des ökologischen Landbaues und der Ökonomie zu erfüllen. Folgende Eckpunkte lassen sich unter dieser Vorgabe aus aktuell praktizierten Systemen ableiten:

- Milchleistung 7.000 kg
- Durchschnittliches Tagesgemelk 23 kg
- Laktationsspitze max. 30 kg
- Max. 10 dt Kraftfutter je Kuh und Jahr
- Max. 7 kg Kraftfutter je Kuh und Tag
- Aktive Tierselektion nach dem Melken auf die Weide
- Mind. 5, besser mind. 8 bis 10 Stunden tägliche Weidedauer
- Mind. 0,06, besser mind. 0,12 ha Weidefläche je Kuh
- Portionsweide/rotierende Standweide (möglichst täglich neue Parzelle/Portion)
- Zufütterung entsprechend des Weideanteiles in der Ration in festem Tagesrhythmus.

Als einzig unabdingbare betriebsstrukturelle Bedingung für die Umsetzbarkeit von Weidegang und automatischem Melksystem ist das Vorhandensein von Weidefläche in AMS- bzw. Stallnähe, möglichst mit direktem Verbindungsweg zwischen Weide und Stall zu nennen. Eine kurze Entfernung zwischen Melksystem und Weidefläche ist grundsätzlich positiv. In schwedischen Untersuchungen wurden bei einer Entfernung von 260 m im Vergleich zu 50 m zwischen Stall und Weide negative Auswirkungen auf Milchleistung, Melkintervall und mit fortschreitender Saison auf die Weidezeit festgestellt (Spörndly und Wredle, 2004). Bei weiteren Strecken als etwa 300 Meter kann es entsprechend zu erhöhtem Nachtreibeaufwand kommen. Allerdings hängen diese Effekte stark vom sonstigen Management ab.

Die Größe der verfügbaren und geeigneten Weidefläche für die Milchkühe bestimmt maßgeblich, welche Strategien sich im Einzelbetrieb umsetzen lassen. Folgende grundsätzliche Strategien und Zielsetzungen lassen sich unterscheiden und in ihrer Umsetzung wie folgt beschreiben:

Weidepriorität

- Ziele: hohe Weidefutteraufnahme (mind. 80% der täglichen Trockenmasse (TM)) bei guter Auslastung des AMS (70%)
- Systemkomponenten: mind. 0,2 ha Weidefläche je Kuh, mind. 10 Stunden täglich Weidegang, selektiv-gesteuerter Zugang zur Weide nach Melkanrecht, aktive (zentrale) Selektion auf die Weide, Kurzrasen-, Portions- oder Umtriebsweide mit Weideflächenwechsel, idealerweise Vollweide (ständiger Weidezugang, höherer Weideflächenbedarf!), Kraftfutterfütterung im AMS, Bestandsgröße 60 (bis70) Kühe je Melkstation, hoher Stallkomfort.

Melkpriorität

- Ziele: niedrige Weidefutteraufnahme (bis 10% der täglichen TM), maximaler Milchertrag, hohe Auslastung des AMS (80%)
- Systemkomponenten: Gelenkter Kuhverkehr, mind. 0,06 bis 0,1 ha Weidefläche je Kuh, mind. 5 Stunden täglich Weidegang, selektiv-gesteuerter Zugang zur Weide nach Melkanrecht, Jogging-, Stand- oder Umtriebsweide, intensive Zufütterung am Trog (Mischration), leistungsabhängige Kraftfutterfütterung in AMS und ggf. KF-Station, Bestandsgröße mind. 70 Kühe je Melkstation, hoher Stallkomfort.

Diese Systembeschreibungen sind nicht absolut zu sehen. Es gibt je nach betrieblichen Rahmenbedingungen Mischformen oder auch andere Schwerpunkte. Bestimmte Zieleetzungen lassen sich bei Abweichungen vom idealen System auch durch entsprechendes Management verfolgen.

Wie im normalen AMS-Betrieb ohne Weidegang erfolgt in der Regel täglich zwei Mal eine Routinekontrolle der Herde. Diese lässt sich am besten mit dem Nachtreiben zum Melken fälliger Kühe verbinden. Das Nachtreiben wird bei einer hohen Weideauslastung selbst bei optimalem Management nie komplett entfallen, ebenso wie bei reiner Stallhaltung. Tab. 3 enthält Faktoren, die die Nutzung der Weide bzw. die Rückkehr in den Stall positiv beeinflussen. Die fett gedruckten Punkte können als grundlegende Erfolgsfaktoren für AMS und Weidegang bezeichnet werden, weil sie für beide Aspekte (Verbesserung der Weidenutzung und Reduzierung des Nachtreibeaufwandes) von Bedeutung sind und deren gleichzeitige Verfolgung unterstützen.

Tab. 3: Faktoren zur Verbesserung der Weidenutzung und Reduktion des Nachtreibeaufwandes

Verbesserung der Weidenutzung	Reduzierung des Nachtreibeaufwandes
gesteuerter Weidezugang (tierindividuell)	gesteuerter Weidezugang (tierindividuell)
kurze Wege auf die Weide	Zeitpunkt der Zufütterung im Stall
Zeitpunkt der Zufütterung im Stall	Komforteinrichtungen im Stall (z.B. Bürsten)
befestigte Triebwege	befestigte Triebwege
guter, schmackhafter Weideaufwuchs	schmackhaftes Lockfutter am AMS
Wechsel der Weidefläche nach AMS-Besuch	hochwertiges Futter am Trog
Schattenplätze auf der Weide	kühler Stall bei hohen Außentemperaturen
Parasitenmanagement	an Rhythmus der Kühe angepasste Routinen
gute Klauengesundheit	gute Klauengesundheit
Wasserversorgung auf der Weide	Wasserversorgung im Stall

Quelle: Eilers et al., 2017

Da Vollweidesysteme in unseren Breiten eher selten anzutreffen sind, erfolgt meistens Zufütterung von Grundfutter im Stall. Dafür gibt es unterschiedliche Strategien für die Futtermvorlage: Entweder wird das Futter über 24 h vorgelegt und steht den Tieren ständig zur Verfügung oder es wird zu bewusst ausgewählten Zeitpunkten Futter vorgelegt.

Ersteres ermöglicht keine gezielte Steuerung der Tiere und kann dazu führen, dass die Kühe nicht ausreichend auf der Weide grasen. Der Anteil des Weidegrases an der täglichen Ration ist eher gering (Vgl. Strategie „Melkpriorität“). Die Vorlage einer begrenzten Menge Futter kann dagegen strategisch eingesetzt werden. Die Vorlagezeitpunkte sollten im Tagesablauf für die Kühe einen Impuls darstellen, um den Stall und dann auch das AMS aufzusuchen (Abb. 1). Voraussetzung dafür ist ein entsprechend attraktives Futter am Trog (z.B. Grünfutter, Mischration mit Kraftfutter oder auch nur Kraftfutter). Damit der Impuls wirkt, muss in weidegrasbasierten Strategien der Futtertisch zwischenzeitlich leer sein (Vgl. Strategie „Weidepriorität“). Die Futtermvorlage ist idealerweise der Start der zweimal täglichen Stallroutine (Füttern, Tierkontrolle, Maßnahmen am Tier, Nachtreiben) und erleichtert so die Arbeitsabläufe. In Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass durch eine unbegrenzte Vorlage von Grassilage es zu keiner Erhöhung der Milchleistung gegenüber einer rationierten Futtermenge von drei kg TM gekommen ist. Die Melkfrequenz sank sogar (Spörndly und Wredle, 2004). Dies muss jedoch immer in Abhängigkeit des verfügbaren Weidefutters gesehen werden.

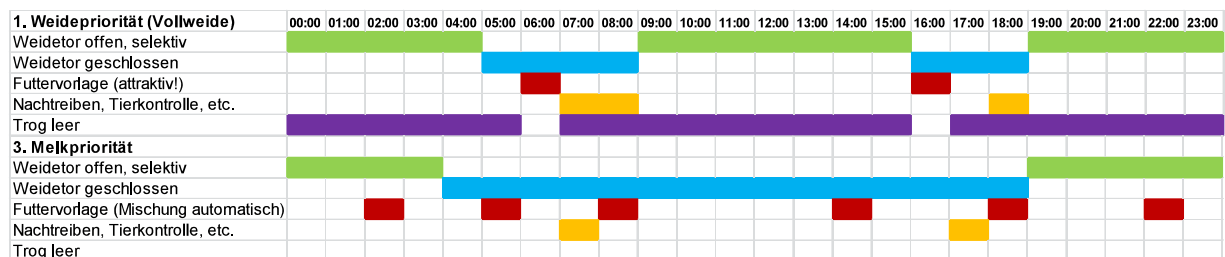


Abb. 1: Maßnahmen im Tagesablauf für unterschiedliche Strategien in Weide-AMS-Betrieben.

Das zwingend notwendige Lockfutter am AMS sollte im Sinne der Ökologie, der Tiergesundheit und der effektiven Weidausnutzung auf ein nötiges Minimum reduziert werden. Es gibt Untersuchungen, die klar zeigen, dass ein mehr an Kraftfutter (3 vs. 8 kg bzw. 2 vs. 4 kg am AMS) keine deutliche Reduktion des Nachtreibeaufwandes nach sich zog bzw. die Melkfrequenz nicht sank (Bach et al., 2007, Lessire, 2017). Davon abweichend können höhere Kraftfuttergaben (2 vs. 4 kg) jedoch insbesondere bei erstlaktierenden Kühen die Melkfrequenz erhöhen. Auch reagieren sie mit einer stärkeren Leistungssteigerung als ältere Kühe (Lessire, 2017). Die Schmackhaftigkeit des Lockfutters am AMS ist entscheidend für die Attraktivität des AMS. In milchleistungsorientierten Systemen kann die Kraftfuttergabe leistungsabhängig im AMS aufgestockt werden. Gegebenenfalls kann über eine Kraftfutterstation zusätzliche Kraftfutterfütterung individuell erfolgen, da je Gabe maximal 2 kg Kraftfutter zugeteilt werden sollen. Um eine Lockwirkung am AMS zu erzielen ist eine Mindestmenge von 0,5 kg je Gabe notwendig.

Grundsätzlich sollte die Weide für die Herde 24 Stunden am Tag zur Verfügung stehen. Es empfiehlt sich aber den Zugang tierindividuell zu regeln, um eine gute Melkroboterauslastung und einen geringen Weide-Nachtreibeaufwand zu erreichen. Praktisch lässt sich dies am besten umsetzen, wenn nur frisch gemolkene Kühe über das AMS bzw. ein Selektionstor Weidezugang bekommen. Die Zeit bis zum nächsten Melkanrecht (wenn die Kuh das AMS betritt würde sie gemolken werden) ist das entscheidende Kriterium. Hat eine Kuh z.B. in weniger als zwei bis vier Stunden wieder Melkanrecht, dann sollte sie im Stall bleiben, um nach dem Melken auf die Weide gehen zu dürfen. Alternativ kann das Kriterium z.B. mindestens 70% ausstehende Zwischenmelkzeit für den Zugang zur Weide lauten. Wird dies nicht so oder so ähnlich praktiziert (Zwischenmelkzeiten können ja nach Leistungsstand und Wunsch des Betriebsleiters leicht variieren), steigen die Zwischenmelkzeiten und der Nachtreibeaufwand. Das Zugangstor in den Stall wird als Einwegtor konzipiert. Die Kühe können frei den Stall betreten, ihn aber nicht wieder frei verlassen. Im Tagesverlauf kann eine gezielte Weidesperrzeit den Arbeitsaufwand reduzieren. Diese könnte morgens und abends zu den Stallzeiten jeweils für drei bis vier Stunden eingerichtet werden, um die Tierkontrolle und das Nachtreiben zu erleichtern. Eine Sperre am Abend und während der Nacht ist nicht zu empfehlen, da die Tiere grundsätzlich und insbesondere bei Hitze gerne abends und nachts auf die Weide gehen (Kismul et al., 2019, Smid et al., 2018). Eigene Untersuchungen zu Tieridentifikationen an einem dezentralen Weideselektionstor im AMS-Betrieb bestätigen dies. Im Zeitraum zwischen 19 Uhr und 2 Uhr wurden im Frühsommer die meisten Torpassagen auf die Weide im Tagesverlauf gemessen. Die höchste Frequenz am Weidetor (Passagen und Ablehnungen) erfolgte zwischen 19 und 22 Uhr. Höherleistende Kühe (> 25 kg Milch täglich) zeigen die höchste Weideaktivität (Saur, 2018). Über einen längeren Zeitraum hinweg konnten bisher keine Einflüsse von Laktationszahl und -stadium auf die Weidefrequenz (Anzahl Torpassagen) nachgewiesen werden. Allerdings zeigt sich ein Zusammenhang zwischen geringerer Weidefrequenz und längerem Zeitintervall Torpassage-AMS-Besuch, was auf längere Aufenthaltsdauern auf der Weide hindeutet (Beigel, 2020).

Im Frühjahr und Herbst kann es Sinn machen, in Abhängigkeit der zu erwartenden unterschiedlichen Witterungsverhältnisse sowie Weidegrasangebote die tägliche Weidezugangsdauer zu reduzieren. Durch eine solche Beschränkung werden sehr ausgedehnte Weideaufenthalte vermieden, der Nachtreibeaufwand sinkt.

Literatur

- Bach, L., Iglesias, C., Calsamiglia, S., Devant, M. (2007): Effect of Amount of Concentrate Offered in Automatic Milking Systems on Milking Frequency, Feeding Behavior, and Milk Production of Dairy Cattle Consuming High Amounts of Corn Silage. *Journal of Dairy Science* 90, 5049–5055.
- Beigel, S. (2020): Verhalten von Kühen bei Einsatz eines dezentralen Weide-Selektionstors im AMS-Betrieb. Bachelorarbeit Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Triesdorf.
- Brocard, V., Huneau T., Huchon J-C., Dehedin M. (2014): Combining robotic milking and grazing. *Grassland Science in Europe*, Vol. 19, 559-562.
- Eilers, U., Landwehr, M., Bühler, M., Merz, L., Krause, M., Adrion, F., Bernhardt, H. (2017): Weidegang und stallbasiertes automatisches Melken im ökologischen Landbau. 13. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2017. Universität Hohenheim, Stuttgart. KTBL-Tagungsband, 17-22.
- Eilers, U., Landwehr, M., Bühler, M., Merz, L., Krause, M., Adrion, F., Bernhardt, H., Steinwidder, A., Plesch, G., Albrecht, B. (2017): Voraussetzungen und Empfehlungen zum Einsatz von automatischen Melksystemen (AMS) auf Bio-Betrieben mit Weidegang. Österreichische Fachtagung Biologische Landwirtschaft, 9. November 2017, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2017.
- Eilers, U., Plesch, G., Albrecht, B., Harsch, M., Maier, K., Sturm, M. Steinwidder, A. (2017): Bio-Weidehaltung und AMS – So funktioniert es! ÖAG-Info 6/2017. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG) Irndning-Donnersbachtal, 24 Seiten.
- Kismul, H., Spröndly, E., Höglind, M., Eriksson, T. (2019): Nighttime pasture access: Comparing the effect of production pasture and exercise paddock on milk production and cow behavior in an automatic milking system. *Journal of Dairy Science* 102, 10423-10438.
- Lessire, F., Froidmont, E., Shortall, J., Hornick, J.L., Dufrasne, I. (2017): The effect of concentrate allocation on traffic and milk production of pasture-based cows milked by an automatic milking system. *Animal* (2017) 11, 2061-2069.
- Lyons, N.A.; Kerrisk, K.L.; Garcia, S.C. (2013): Comparison of 2 Systems of pasture allocation on milking intervals and total daily milk yield of dairy cows in a pasture-based automatic milking system. *Journal of Dairy Science* 96, 4494-4504.
- Merz, L. (2016): Bewertung des Systems Weidegang und automatisches Melken im ökologischen Landbau. Master-Arbeit Universität Hohenheim, Stuttgart.
- Saur, H. (2018): Weidenutzung von Kühen beim Einsatz eines dezentralen Weideselektionstores in einem AMS-Betrieb. Master-Arbeit Universität Hohenheim, Stuttgart.
- Smid, A.-M. C., Weary, D.M., Costa, J.H.C., von Keyserlingk, M.A.G. (2018): Dairy cow preference for different types of outdoor access. *Journal of Dairy Science* 101, 1448-1455.
- Spöndly, E.; Wredle, E. (2004): Automatic Milking and Grazing—Effects of Distance to Pasture and Level of Supplements on Milk Yield and Cow Behavior. *Journal of Dairy Sciences* 87, 1702-1712.