

Bio-Weidehaltung bei Verwendung von automatischen Melksystemen (AMS) - Ergebnisse von Praxisbetrieben in Österreich

Andreas Steinwider^{1*} und Michaela Sturm^{1,2}

Zusammenfassung

Die Kombination von Weidehaltung mit automatischen Melksystemen (AMS) stellt besondere Herausforderungen an das Betriebs-, Fütterungs- und Weidemanagement. In der vorliegenden Arbeit wurden Ergebnisse und Erfahrungen von 10 österreichischen Bio-AMS-Weidebetrieben erfasst. Der Kuhbestand der Betriebe war mit 36 Kühen gering, die AMS-Auslastung lag im Mittel bei nur 44 % (26 bis 60 %). Die Betriebe stockten den Kuhbestand nach Umstellung auf AMS auf und reduzierten das Weideangebot leicht (-12 %), jedoch wurden hier große Streuungen festgestellt (-50 bis + 60 %). Bei der Entscheidung auf das AMS umzustellen waren arbeitswirtschaftliche Überlegungen wichtiger als ökonomische Gesichtspunkte. Die Melkfrequenz lag mit 2,4 Melkungen pro Kuh und Tag während der Weideperiode signifikant niedriger als während der Stallperiode mit 2,6. Die Milchmenge pro Kuh und Tag war trotz der geringeren Melkfrequenz während der Weideperiode signifikant höher als während der Stallperiode (20,9 kg Milch zu 19,4 kg Milch), wobei jedoch Wechselwirkungen zwischen Betrieb und Periode bestanden. Die Weidesysteme und Weidestrategien auf den untersuchten Betrieben waren sehr unterschiedlich und wurden auch im Verlauf der Vegetationsperiode gewechselt. Weidezugang wurde den Kühen im Mittel während der Hauptperiode für 11 Stunden (3 bis 24) pro Tag gewährt. Im Frühling und Herbst lag die mögliche Weidezugangszeit im Mittel bei 8 bzw. 6,5 Stunden, die betrieblichen Unterschiede waren jedoch groß. Der Kuhverkehr zwischen Stall und Weide war bei 70 % der Betriebe über die gesamte Vegetation frei. Nur ein Betrieb setzte Selektionstore nach dem AMS bzw. ein Einwegtor beim Rückweg in den Stall ein. Vollweidehaltung wurde auf keinem Betrieb umgesetzt und von den Betriebsleiter/innen auch als nicht realisierbar eingestuft. Der Mehraufwand durch Weidehaltung wurde im Mittel als gering (+3 %) angesehen. Die sehr unterschiedlichen Weide-AMS-Lösungen weisen darauf hin, dass betriebsindividuelle Ansätze bei AMS-Weide-Kombinationen notwendig sind. Aus Ergebnissen vergleichbarer internationaler Studien sowie den vorliegenden Daten wurden Beratungsempfehlungen für biologisch wirtschaftende Betriebe mit AMS abgeleitet (Eilers et al., 2017b).

Schlagwörter: Melkroboter, Weide, AMS, biologisch, ökologisch, Milchkühe

Summary

The combination of automatic milking (AMS) and grazing of dairy cows brings special management challenges. In the work presented, results and experiences of ten organic dairy farms in Austria with AMS and grazing systems are shown. During the transition to the AMS, the amount of cows per farm increased and the feed intake on pasture per cow was reduced slightly (-12 %), although a large variability between farms occurred (-50 to + 60% pasture feed intake). The organic dairy farms studied kept 36 dairy cows, the AMS-utilization rate was low (average 44 %, 26 to 60 %). In the decision to switch to the AMS, labour considerations were more important than economic reasons. The milking frequency during the pasture period was significantly lower (2.4 milkings per cow and day) than during the barn feeding period (2.6). Despite the lower milking frequency, the average milk yield per cow was significantly higher during the pasture period in comparison to the barn feeding period (20.9 kg/cow and day and 19.4 kg, respectively), but there were interactions between farm and period. The implemented grazing-systems and -strategies differed considerably between the farms and were also changed during the respective vegetation period. The average access time to pasture was 11 hours per day during summer, and 8 to 6.5 hours during spring and autumn, respectively. 70 % of the farms implemented “free cow traffic” between the stable and the pasture areas. Only on one farm selection gates after the AMS and a one-way gate on the way back into the barn was installed. Full grazing strategies were not implemented on any of the farms. The farmers also classified full grazing systems not feasible in combination with AMS. The increase of workload due to the combination of grazing and AMS was classified as low (+3 %). The very different grazing and AMS solutions on the farms indicate the necessity of farm specific AMS-grazing solutions. Results from similar international studies as well as the data in hand were used as basic information for the development of recommendations for organic dairy AMS-farms (Eilers et al., 2017b).

Keywords: automatic milking, robotic milking, dairy cows, organic, grazing, pasture

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal bzw. Masterarbeit Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

* Ansprechpartner: PD Dr. Andreas Steinwider, andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at



1. Einleitung

Auf Grund der zeitlichen und physischen Belastung bei der Melktätigkeit setzen immer mehr Betriebe auf den Einsatz von automatischen Melkssystemen (AMS) (Alberti et al., 2010). Auch in Österreich nimmt in der Milchviehhaltung die Anzahl von AMS-Anlagen zu. Nach Horn (2017) setzten im Jahr 2016 bereits 563 Betriebe in Österreich ein AMS ein. Auch in der biologischen Landwirtschaft gewinnen automatische Melkssysteme an Bedeutung, wobei hier sowohl die Bio-Produktionsrichtlinien (Bio-EU-Verordnung, privatrechtliche Standards) bzw. Milch-Vermarktungsprogramme grundsätzlich Weidehaltung vorschreiben. Die Kombination von Weidehaltung mit AMS stellt besondere Herausforderungen an das Betriebs-, Fütterungs- und Weidemanagement (Brocard et al., 2014). Es stellt sich die Frage, wie der für die tiergemäße Rinderhaltung bedeutsame Weidegang mit dem AMS bestmöglich vereinbart werden kann. In der vorliegenden Arbeit wurden dazu Ergebnisse und Erfahrungen österreichischer Bio-AMS-Weidebetriebe erfasst. Darauf aufbauend sollen, in Zusammenarbeit mit Forschungs- und Beratungsstellen in Deutschland und Österreich, Beratungsempfehlungen für biologisch wirtschaftende Milchviehbetriebe abgeleitet werden.

2. Material und Methode

Die Suche der Bio-AMS-Weidebetriebe erfolgte in Zusammenarbeit mit Bio-Beratungskräften von Bio-Austria und den Landwirtschaftskammern. Es wurden dabei Bio-Betriebe erfasst, welche vor Projektbeginn zumindest 1 Jahr ein AMS verwendeten und Weidehaltung durchführten. Von den insgesamt 20 genannten Betrieben wurden jene Betriebe ausgeschlossen, welche nur im Herbst eine Weidehaltung durchführten bzw. räumlich im Rahmen der Masterarbeit von Michaela Sturm schwer erreichbar waren (Vorarlberg, Tirol, Südtirol). Es verblieben 10 Betriebe welche sich bereit erklärten an den Erhebungen teilzunehmen und die Auswahlkriterien erfüllten. Alle Projektbetriebe wurden im Jahr 2016 zweimal besucht (März - April bzw. Oktober - November) und es wurden vor Ort bzw. im Anschluss (Online) Leistungs- und Fütterungsdaten (LKV-Probemelkungsdaten, LKV-Betriebsvergleichsdaten, AMS-Daten) erfasst. Zusätzlich erfolgte auch eine Betriebsleiter/innen-Befragung mit Hilfe eines Fragebogens zu allgemeinen Betriebsdaten, zum Weidemanagement, zur Fütterung während der Stall- und Weideperiode, zu den AMS-Weideerfahrungen und Tipps sowie zu den persönlichen Einschätzungen hinsichtlich AMS- und Bio-Weidehaltung.

Die Versuchsdaten wurden mit MS Excel erfasst und statistisch mit SAS 9.4 ausgewertet. Alle Datensätze wurden mit der Prozedur univariate auf Normalverteilung getestet, die analysierten Herdendurchschnittszahlen waren diesbezüglich normalverteilt. Zum Vergleich saisonaler Effekte (Weidephase, Stallphase) wurden die Milchleistungsergebnisse in der Weide- und Stallphase (Saison) getrennt erfasst. Zur Auswertung der AMS-Umstellungseffekte wurden drei AMS-Perioden (vor AMS-Umstellung, AMS-Umstellungsjahr; nach AMS-Umstellung) gebildet. Die Daten wurden mit der Prozedur mixed mit drei unterschiedlichen Modellen ausgewertet. Der AMS-Datensatz (Leistungsdaten seit AMS Umstellung) beinhaltete die fixen Effekte Betrieb, Jahr und Saison sowie die Wechselwirkung Betrieb x Saison und

den Betrieb innerhalb des Jahres als wiederholte Messung. Der LKV-Probemelkungsdatensatz beinhaltete die fixen Effekte Betrieb, AMS-Periode (vor AMS-Umstellung; nach AMS-Umstellung) und Saison, die Wechselwirkung aus AMS-Periode x Saison, Betrieb x Saison und Betrieb x AMS-Periode sowie die Saison innerhalb Betrieb als wiederholte Messung. Die Betriebsvergleichsdaten beinhalteten die fixen Effekte Betrieb, Jahr und AMS-Periode sowie die Wechselwirkung Betrieb x AMS-Periode und den Betrieb innerhalb der AMS-Periode als wiederholte Messung. In den Ergebnistabellen sind dies Least Square Means (LS-Means), Residualstandardabweichungen (s_e) und P-Werte dargestellt. Das Signifikanzniveau wurde bei 0,05 angesetzt. Die Befragungsergebnisse werden größtenteils mittels Box-Plots dargestellt.

3. Ergebnisse

Die Betriebe lagen auf einer Seehöhe von 436 m bis 1.100 m. Die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche variierte zwischen 22 und 100 ha, wobei im Mittel 56 ha pro Betrieb bewirtschaftet wurden. Der Hauptteil der bewirtschafteten Fläche wurde als Grünland geführt. Die Grünlandfläche betrug zwischen 22 ha und 59 ha, wobei der Anteil von Grünland-Pachtflächen bei 0 % bis 67 % der Flächen lag. Weitere Struktur- und Weidedaten der untersuchten Betriebe gehen aus den Tabellen 1 und 2 hervor.

3.1 Warum wurde auf AMS umgestellt

Am öftesten wurden die Punkte „Flexibilität“ (8) und „Ar-

Tabelle 1: Struktur und Milchleistung der untersuchten Bio-AM-Milchviehbetrieben (N=10)

	Mittel	Spanne von... bis...
Kühe, Anzahl	35,6	14 bis 61
Milchleistung, kg	6.560	5.053 bis 7.855
Weidefläche je Kuh, ha	0,13	0,04 bis 0,32

Tabelle 2: Weide-AMS-Systeme auf den untersuchten Bio-Weidebetrieben (N=10)

System-Komponente	Anzahl Betriebe
AMS-Kuhverkehr	
Frei	9
Gelenkt	1
Tägliche Zugangsdauer zur Weide	
Max. 6 Stunden	5
>7 bis 12 Stunden	3
>12 Stunden	2
Steuerung Weidezugang	
Frei	9 ¹
Selektiv (automatisiert)	1
Geblockt ²	21
Weide-Flächenwechsel	
Nein	3
Ja	7
Regelmäßige Kraftfuttermahlzeit am Futtertisch	
Nein	8
Ja	2

¹ zwei Betriebe mit freiem und geblocktem Weidezugang, je nach genutztem Weideteilstück

² Aussperren der gesamten Herde auf die Weide, da vom jeweiligen Weidestück aufgrund eines Hindernisses (z.B. öffentlicher Weg, Straße) keine direkte Verbindung zum Stall besteht.

beitserleichterung“ (8), sowie die „Erhöhung der Lebensqualität“ (7) als Beweggründe für die AMS-Umstellung genannt. Es folgten die Punkte „verminderte Arbeitszeit“ (6) und „Interesse an Technik“ (5). Die Erhöhung der „Milchleistung“ (2) und „Verbesserungen der Wirtschaftlichkeit“ (2) sowie „Verbesserung der Eutergesundheit“ (1) waren von geringerer Bedeutung.

3.2 Leistungsdaten

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse zu den Betriebsvergleichsdaten aus den AMS-Umstellungsjahren dargestellt. Die AMS-Ergebnisse der einzelnen Projektbetriebe während der Stall- bzw. Weideperiode sind in Abbildung 1 dargestellt.

Es zeigte sich ein signifikanter Anstieg der Kuhanzahl pro Betrieb von 31 Kühen vor der AMS-Umstellung auf knapp 36 Stück nach der AMS-Umstellung. Die signifikante Wechselwirkung (AMS x Betrieb) weist darauf hin, dass dieser Effekt jedoch nicht bei allen Betrieben in gleicher Weise ausgeprägt war, wenngleich alle Betriebe nach der AMS Umstellung mehr Kühe hielten als davor. Nach der AMS-Umstellung variierte die Kuhanzahl pro Betrieb zwischen 17 und 60 Kühen, von den 10 Bio-Betrieben hatten 4 Betriebe weniger als 35 Kühe. Da die Bestandesausweitung vorwiegend durch die Nachbesetzung mit Erstlingskühen erfolgte, ging die Stichtags-Lebensleistung bei AMS Umstellung signifikant zurück. Der Anteil an Erstlingskühen stieg an und es verringerte sich der Anteil an Kühen mit mehr als 4 Laktationen numerisch. Auch bei diesen Merkmalen zeigten sich signifikante Wechselwirkungen.



Abbildung 1: AMS-Ergebnisse der 10 Projektbetriebe

Die Milchleistung und die Milchinhaltsstoffe wurden durch die AMS-Umstellung nicht signifikant beeinflusst. In der AMS-Phase lag die Herdenleistung im Mittel bei 6.560 kg Milch mit 4,11 % Fett und 3,37 % Eiweiß. Die Zellzahl war im AMS-Übergangsjahr numerisch höher als in den Jahren davor bzw. danach. Die Auswertung der Probemelkdaten zeigte, dass die untersuchten Betriebe, sowohl vor als

Tabelle 3: Betriebsvergleichsdaten vor und nach Einführung des AMS bei Berücksichtigung des Übergangsjahres

		AMS			s _e	P-Werte		
		mit	Übergang	ohne		Betrieb	AMS	Betrieb x AMS
Kühe	Anz	35,6	29,8	31,2	1,97	<0,001	0,003	0,043
Kuhabgänge	%	15,4	20,8	20,6	7,52	0,202	0,585	0,406
Erstlingskühe	%	34,3	30,8	19,8	7,72	0,059	0,378	0,637
Kühe > 4 Laktationen	%	17,9	17,6	24,4	5,98	0,103	0,504	0,079
Stichtag-Lebensleistung	kg	15.357	18.717	24.025	1.332,3	<0,001	0,006	0,017
Milch/Kuh u. Jahr	kg	6.560	6.430	6.779	361,3	<0,001	0,393	<0,001
Fett	%	4,11	4,16	4,18	0,096	0,133	0,678	0,265
Eiweiß	%	3,37	3,40	3,42	0,086	0,003	0,797	0,575
Zellzahl	x1.000	226	305	190	70,0	0,007	0,120	0,226

Tabelle 4: Probemelkungsdaten: Unterschiede zwischen Weide- und Stallhaltungsperiode vor bzw. nach AMS-Umstellung

		Saison x AMS				s _e	Betrieb	Saison	P-Werte			
		Weide		Stall					AMS	Saison x AMS	Betrieb x AMS	Betrieb x Saison
		mit AMS	ohne AMS	mit AMS	ohne AMS							
Kühe	N	39,6	30,6	37,6	29,3	1,81	<0,001	0,003	<0,001	0,381	0,002	0,091
Melk. Kühe	N	33,5	25,6	30,7	25,7	2,29	<0,001	0,039	<0,001	0,018	0,001	0,037
Melk. Kühe	%	85,4	85,1	82,3	87,6	4,96	0,001	0,807	0,016	0,025	0,080	0,011
Milch	kg	21,0	21,7	19,9	19,9	1,58	<0,001	0,034	<0,001	0,018	0,005	0,016
Fett	%	4,05	3,96	4,25	4,29	0,160	0,617	<0,001	0,624	0,105	0,736	0,731
Eiweiß	%	3,30	3,32	3,50	3,51	0,112	0,003	<0,001	0,722	0,827	0,913	0,457
Michharnstoff	mg/100ml	18,0	17,0	17,7	15,1	3,22	0,007	0,213	0,113	0,324	0,225	0,039
Zellzahl	x1.000	228	275	209	252	85,8	0,006	0,373	0,146	0,926	0,118	0,315

Tabelle 5: AMS-Daten: Unterschiede zwischen Weide- und Stallhaltungsperiode

		Saison		s_e	P-Werte		
		Weide	Stall		Betrieb	Saison	Saison x Betrieb
Kühe	Anz	33,7	32,2	2,65	0,002	0,006	<0,001
Milch	kg	20,9	19,4	1,99	0,010	0,001	<0,001
Melkungen/Kuh u. Tag	Anz	2,4	2,6	0,17	0,138	<0,001	<0,001
Misslungene Melkungen/Kuh u. Tag	Anz	0,18	0,17	0,069	0,004	0,576	0,469
Milchmenge gesamt/Tag	kg	695	616	63,6	<0,001	<0,001	<0,001
Melkungen/AMS u. Tag	Anz	83	85	7,4	0,004	0,251	<0,001
Auslastung AMS	%	43,1	44,1	3,83	0,004	0,246	<0,001

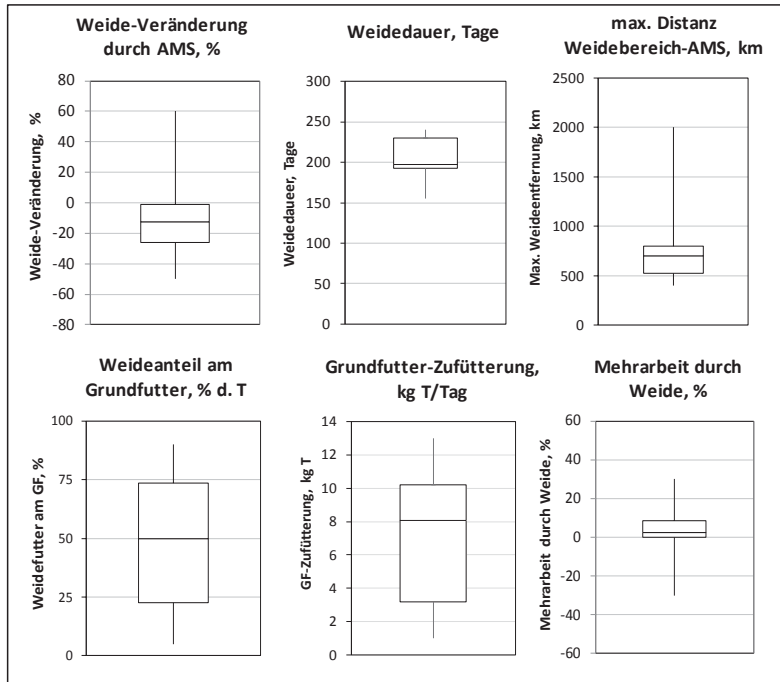


Abbildung 2: Weideveränderungen durch AMS-Umstellung, Weidedauer, Weideentfernung (weitest entfernter Weidebereich zum AMS), Rationsparameter und Mehrarbeit durch AMS-Weidehaltung im Vergleich zur AMS-Stallperiode

auch nach der AMS Umstellung in der Weidesaison (ohne AMS bzw. mit AMS; 21,7 bzw. 21,0 kg) höhere tägliche Milchleistungen pro Kuh als bei Stallhaltung (19,9 bzw. 19,9 kg) erzielten (Tabelle 4). Die Milchfett- bzw. Eiweißgehalte lagen jedoch in der Weidephase signifikant um jeweils etwa -0,2 % tiefer. Der Milchnharnstoff- und Zellzahlgehalt unterschied sich nicht signifikant. Bei den Auswirkungen auf die Zellzahl wurden große betriebsindividuelle Unterschiede im Niveau und in der Veränderung festgestellt.

In Tabelle 5 und Abbildung 1 sind die Saisonwirkungen (Weide bzw. Stall), ausschließlich für die AMS-Phase (AMS-Datensatz), angeführt. Die Anzahl der melkenden Kühe (33,7 bzw. 32,2) und auch die Milchleistung pro Kuh (20,9 bzw. 19,4 kg) waren im Mittel in der Weidephase höher als in der Stallperiode, wobei aber auch hier signifikante Wechselwirkungen zwischen Betrieb und Saison festgestellt wurden. Die Melkungen pro Kuh lagen bei Weidehaltung mit 2,4 signifikant tiefer als bei Stallhaltung mit 2,6 Melkungen pro Kuh und Tag. Die Anzahl der Gesamtmelkungen pro Tag (bzw. pro AMS und Tag) lag bei 83 bzw. 85 Melkungen und unterschied sich, wie auch die AMS-Auslastung mit etwa 44 %, nicht signifikant zwischen den Saisonen. Bei allen Merkmalen zeigten sich große Betriebsunterschiede (Abbildung 1).

3.3 Weidehaltung

Die jährliche Weidedauer lag je nach Betrieb zwischen 155 und 240 Tagen (Abbildung 2). Die Weideflächenveränderung veränderte sich nach der AMS Umstellung betriebsindividuell unterschiedlich (Bereich von -50 % bis +60 %). Der Median lag bei einer Reduktion der Weidefläche nach AMS-Umstellung von -12 %.

Die weitest vom AMS entfernten Weideflächenbereiche waren zwischen 400 bis 2.000 m entfernt, der Medianwert lag bei 700 m. Die Strecke zwischen Weideeingangsbereich und Stall betrug zwischen 0 und 300 m, auf einem Betrieb war dies vorübergehend 1000 m. Das Weideflächenangebot pro Kuh war abhängig von der Jahreszeit und der Grundfutterzufütterung im Stall. Über die gesamte Weideperiode stand den Kühen durchschnittlich eine Weidefläche von 0,04 bis 0,32 ha zur Verfügung, der Medianwert lag bei 0,13 ha pro Kuh. Bezogen auf die einzelnen Vegetationsabschnitte wurde im Frühling und während der Hauptweide deutlich weniger Fläche angeboten als im Herbst. In dieser Phase wurden meist die gesamten arondierten Grünlandflächen als Weide genutzt. Dadurch ergab sich im Frühling ein Flächenangebot von 0,04 bis 0,10 ha pro Kuh. In der

Hauptweideperiode lag die Weidefläche zwischen 0,04 bis 0,14 ha pro Kuh und im Herbst wurde eine Steigerung auf bis zu 0,75 ha pro Kuh angegeben.

Die Möglichkeit in Zukunft die Weidedauer bzw. den Weidefutteranteil auszudehnen beantworteten 30 % der Betriebsleiter/innen mit „Ja“. Diese gaben jedoch einschränkend an, dass in diesem Fall Pachtflächen dazukommen bzw. trockenstehende Kühe konsequent auf getrennte Weideflächen kommen müssten. Die subjektive Einschätzung des derzeitigen Anteils der Weidefutteraufnahme an der gesamten Grundfutteraufnahme (T-Basis) variierte zwischen 5 % und 80 %, wobei der Medianwert bei 50 % lag.

Die Weidestrategie (Weiderationsanteil, Weidezeit) wurde durch den potenziellen Weideflächenanteil am Betrieb (Entfernung, Flächenausmaß etc.) und auch ob ein freier Kuhverkehr zwischen Stall und Weide möglich war (Straßen etc.), stark beeinflusst. Allen Kühen auf den Bio-Betrieben wurde mindestens 3 h Weidezugang pro Tag gewährt. In der Hauptweideperiode lag die Weidezugangszeit im Mittel bei 11 Stunden. Im Frühjahr erfolgte eine Gewöhnung an die Weide, was sich auch in einer geringeren potenziellen Weidezeit von 8 Stunden zeigte. Im Herbst waren oft die angenehmen Außentemperaturen und die geringere Kuhmo-

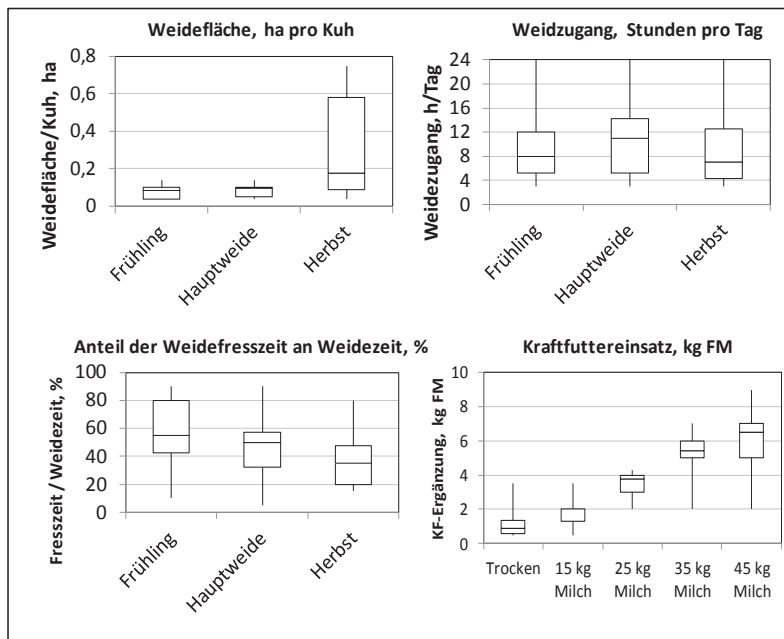


Abbildung 3: Weideveränderungen durch AMS-Umstellung, Weidedauer, Weideentfernung (weitest entfernter Weidebereich zum AMS), Rationsparameter und Mehrarbeit durch AMS-Weidehaltung im Vergleich zur AMS-Stallperiode

tivation zum AMS zugehen Bewegründe die Weidezugangszeiten einzuschränken. 50 % der Betriebe setzten daher im Frühling und Herbst Stundenweide ein, ein Betrieb setzte in den Sommermonaten auf Nachtweidehaltung.

Für den Frühling gaben die Betriebsleiterinnen einen hohen Anteil an effektiver Fresszeit pro Kuh im Ausmaß von 4,5 Stunden pro Tag an. In der Hauptweideperiode lagen die Angaben dazu etwas tiefer (4 Stunden), was die Betriebsleiterinnen mit geringerer Weide-Futteraufnahmeaktivität an heißen Tagen begründeten. Im Herbst wurde die Weide verstärkt auch zum Liegen verwendet und ging daher die effektive Fresszeit pro Kuh im Mittel auf etwa 2 Stunden pro Tag zurück.

Hinsichtlich Weidesysteme veränderten die meisten Betriebe im Jahresverlauf die Verfahren in Abhängigkeit vom Futterzuwachs. Im Frühling setzten 50 % der Betriebe Koppelweide und 30 % Kurzrasenweide ein. In der Hauptweideperiode wechselten die meisten Betriebe, auf Grund des starken Futterzuwachses im Jahr 2016, das Weidesystem um Futterverluste zu vermeiden. Daher setzten nur mehr 20 % der Betriebe Kurzrasenweide ein und auch der Anteil von Koppelweide reduzierte sich auf 40 %. Dafür stieg der Anteil an Portionsweide auf 30 % an. Im Herbst standen den Tieren im Rahmen einer Nachweide größtenteils alle hofnahen Grünlandflächen zur Verfügung und es wurde hier wieder vermehrt Kurzrasenweide (90 %) durchgeführt. Koppelweide war in den Herbstmonaten mit 10 % von geringer Bedeutung.

3.4 Kuhverkehr und Treibmanagement zu den Weiden

9 Betriebe setzten grundsätzlich auf „freien Weidekuhverkehr“, und nur ein Betrieb verwendete ein Selektionstor im Anschluss an das AMS, welches den Zugang zur Weide steuerte.

2 Betriebe nutzten, auf Grund schlecht arrondierter Flächenverhältnisse, auch Weideflächen ohne ständige Zugangsmöglichkeit zum AMS. Die Kühe mussten hier durch die Landwirte/innen phasenweise zu den Weiden hin bzw. zum Stall und zurück getrieben werden.

Der freiwillige Zugang der Kühe von der Weide zum AMS wurde durch den Einsatz des Kraftfutters im Melkroboter bzw. der Grundfutturvorgabe (Lockfutter) im Stall, verstärkt. Um die Tiere in den Stall zu locken, setzten 50 % der Betriebe auch ein eingeschränktes Wasserangebot auf der Weide um.

Der Nachtreibeaufwand hielt sich auf den Betrieben in Grenzen. Nur 3 Betriebe empfanden im Vergleich zur Stallhaltung einen höheren Nachtreibeaufwand in der Weidezeit. Auch wenn die Kühe keinen freien Zugang zum Stall hatten, wurde das Zurücktreiben in den Stall nicht direkt als Nachtreibeaufwand gesehen. Es genügte den Zaun zu öffnen und die Tiere kehrten auf Grund der Gewohnheit in den Stall bzw. auf die Weide zurück. Der Medianwert im Nachtreibeaufwand zum AMS (% der Kühe) lag bei 2,6 % (max: 6,7 %) Kühe in der Stall- und 4,9 % (max: 7,7 %) der Kühe in der Weideperiode.

3 Betriebe gaben an, dass sie durch gezielte Grundfutturvorgabe den Nachtreibeaufwand verringern konnten. Betrieb 1 führte bei seiner automatischen Fütterung eine frische Futturvorgabe um 15 Uhr durch, was die Kühe motivierte in den Stall zu gehen. Betrieb 9 führte im Sommer eine Nachtweide durch. Mittels Heuvorgabe in der Früh wurden hier die Tiere motiviert von der Weide in den Stall zu gehen. Betrieb 10 setzte bei 24 h Weidezugang auf dreimal tägliche Grundfutturvorgabe, wodurch die Kühe in den Stall gelockt wurden. Betrieb 5 gab an, dass er weder während der Stall- noch während der Weideperiode einen regelmäßigen Nachtreibeaufwand hatte.

3.5 Ergänzungsfütterung zur Weide

Die Gestaltung der Grundfütterergänzung im Stall wurde auf den Betrieben sehr unterschiedlich durchgeführt. Sie setzte sich bei 50 % der Betriebe aus einer Kombination von Grassilage und Heu zusammen. Ein Betrieb setzte in seiner Grundfütterration 25 % Maissilage ein, 40 % der Betriebe führten eine Grünfutturvorgabe im Stall durch.

Die Einstellung bzw. Zuteilung der Kraftfüttermenge (KF) pro Kuh und Tag erfolgte bei 90 % der Betriebe auf Grund der erwarteten Milchleistung und dem Laktationsstadium (Abbildung 3). Ein Betrieb verwendete auf Grund seiner Low Input Strategie über die gesamte Laktation hinweg als Lockmittel konstant ausschließlich 2 kg Kraftfutter pro Kuh und Tag im Melkroboter. Eine Erhöhung des Kraftfutterbedarfs pro Kuh durch die Umstellung auf AMS gaben nur 20 % der Betriebe an. Bei den restlichen Betrieben wurde keine Veränderung bzw. sogar ein geringerer Einsatz an Kraftfutter genannt. Im Mittel wurde bei geringer Milchleistung (z.B. 15 kg Milch: 1,5 bis 2 kg Kraftfutter) mit Kraftfutter vorgehalten und im hohen Leistungsbereich dieses restriktiv zugeteilt (Medianwert 6,5 kg FM).

Die Zusammensetzung des Kraftfutters unterschied sich bei 50 % der Betriebe zwischen der Weide- und Stallperiode. Diese Betriebe verringerten den Eiweißgehalt im Kraftfutter während der Weideperiode. Die Kraftfuttergabe erfolgte entweder ausschließlich im AMS oder teilweise mittels zusätzlicher Kraftfutterstation oder einer aufgewerteten Grundfuttermischung. 30 % der Betriebe setzten zusätzlich zum AMS eine Kraftfutterstation ein. 20 % der Betriebe setzten eine aufgewertete Grundfuttermischung mit Kraftfutter ein, wobei ein Betrieb zusätzlich zum AMS, sowohl einen KF-Automat als auch eine aufgewertete Grundfuttermischung anbot.

3.6 Persönliche Einschätzungen zu Weide und AMS

Die befragten Betriebe stuften die Kombination von AMS und Weide grundsätzlich als sehr positiv ein. 2 Betriebe nannten als Grund für die Weidehaltung der Milchkuhe die Bio-Richtlinien, wobei einer davon beim zweiten Erhebungsbesuch im Herbst bereits durchaus überzeugt vom System „Weide und AMS“ war. Entsprechend den Interviewergebnissen wurden auf der Weide Brunstsymptome besser wahrgenommen. Vor allem Verbesserungen im Tierwohl bzw. der Tiergesundheit wurden als positive Faktoren bei Weidehaltung genannt.

Mehrarbeit durch Weide

Ob mit der Weide-AMS-Haltung im Vergleich zur reinen AMS-Stallhaltung ein Mehraufwand verbunden ist, wurde unterschiedlich eingeschätzt. Teilweise sahen die Betriebe eine Arbeitszeiterparnis durch den Entfall von Liegeboxenreinigungen und der verringerten Grundfuttermischung. Diese Betriebsleiter/innen gaben daher bis zu 30 % weniger Arbeit in der Weideperiode im Vergleich zur Stallperiode an.

Bei aufwändigeren Weidestrategien oder regelmäßiger Grundfuttermischung trotz Weidehaltung wurde demgegenüber ein Mehraufwand von bis zu 30 % genannt. Einen merkbar erhöhten Nachtreibeaufwand während der Weideperiode gaben drei Betriebe an. Die nachzutreibenden Tiere waren hauptsächlich Erstlingskühe sowie altemelkende Kühe. Teilweise waren auch wiederholt bestimmte Einzeltiere sowie stierende Kühe davon betroffen.

Der Medianwert für eine Mehrarbeit in der Weide-AMS-Phase im Vergleich zur Wintersituation lag mit knapp 3 % im Bereich von ± 0 .

Einschränkende Weidefaktoren

Das zur Verfügung stehende Weideflächenmaß spielte bisher auf den Betrieben nur eine untergeordnete Rolle (80 %) bei den weideeinschränkenden Faktoren. Für 50 % der Betriebe ist jedoch die Entfernung der Weideflächen zum AMS ein weideeinschränkender Faktor. Das Einhalten von regelmäßigen Melkungen stellte diesbezüglich für 40 % der Betriebe eine Herausforderung dar.

Weidestrategie und Weidesystem bei AMS

2 Betriebe gaben an, dass sie auf Grund des Pflanzenbestandes sowie der Nährstoffversorgung des Bodens keine Kurzrasenweide umsetzen können. 4 Betriebe nannten eine Vollweidestrategie als nicht machbar, da Grundfuttermischung

im Stall und etwas Kraftfutter im AMS auf jeden Fall nötig sei. 4 Betriebe sahen bei optimaler betrieblicher Ausstattung keinerlei Einschränkungen für die Weidehaltung durch das AMS.

Die subjektive Einschätzung des aus ihrer Sicht theoretisch maximal möglichen Weideanteils an der Grundfuttermischung bei AMS und Weidekombination lag zwischen 20 % und 95 %, mit einem Medianwert von 82 %.

3.7 Herausforderungen durch die Kombination von AMS und Weide

Bei vielen Betrieben war das Problem im Jahr 2016, dass auf Grund der überdurchschnittlichen Niederschläge ein starker Aufwuchs des Grünlandes gegeben war und dies zu Futterverlusten auf der Weide führte. Die Betriebe stellten daher oft von Kurzrasenweide auf Koppelweide um und nutzten einen Teil der Fläche für die Futtermischung.

Weiters wurde zu Weidebeginn festgestellt, dass zu viele Tiere gleichzeitig das AMS aufsuchten und damit ein „Kuhstau“ vor dem AMS resultierte bzw. Tiere wieder ohne Melkung auf die Weide zurückkehrten. Durch Anbieten von Grundfutter im Stall wurde dieses Problem reduziert, da den Kühen im Stall dadurch eine „Beschäftigung“ bis zum Melken gegeben wurde.

Besonders wichtig war den Betriebsleiter/innen die Gewöhnungszeit. Sowohl bei der Umstellung auf das AMS, als auch jedes Jahr zu Beginn der Weidezeit brauchen die Kühe eine gewisse Zeit, um sich an die neuen Systeme zu gewöhnen. Entsprechend den Interviewergebnissen ist davon auszugehen, dass sich dies durch Routine und Gewöhnung bei Tier und Mensch einspielt.

In den Herbstmonaten führten angenehme Außentemperaturen zu Motivationsproblemen der Kühe zum AMS zu gehen, was zu einem starken Rückgang der Melkfrequenz führte. Daher reduzierten einige Betriebe im Herbst die Weidezeit und stellten auf Stundenweide um.

Erfolgte der Weidezugang der Tiere ohne Kontrolle des Melkanrechtes, resultierte dies in starken Melkanrechtsüberschreitungen, da einige Tiere kurz vor dem Melken auf die Weide gingen und erst nach Stunden wieder zum Stall zurückkehrten. Eine Verbesserung wurde ermöglicht, in dem Tiere mit Melkanrecht vor dem Öffnen des Weidetores wieder in den Wartebereich des AMS getrieben wurden und erst nach Besuch des AMS auf die Weide konnten.

3.8 Persönliche Verbesserungspotenziale bei Weide und AMS am Betrieb

Verbesserungspotential sahen die Betriebe hauptsächlich in der Weideführung. Dies betraf das frühere Bestoßen der Weideflächen im Frühjahr, das Durchführen von gezielten Über- und Nachsaaten sowie Verbesserungen im Düngemanagement. Die Betriebsleiter/innen gaben teilweise auch an, dass sie das Wasser- und Schattenangebot auf der Weide zukünftig verbessern werden. Die Triebwege waren bei einigen Betrieben im Jahr 2016 auf Grund der starken Niederschläge sehr morastig, weshalb diese Betriebe eine gezielte Ausbesserung der Wege durch Schotter bzw. die Installation von Gitterrosten planten. Es wurde auch darauf hingewiesen, dass viele Kalbinnen welche zu Weidebeginn

erstmal abkalben, die AMS-Weidekombination erschweren und auch den Nachtreibeaufwand erhöhen. Diese Betriebe wollen daher, soweit wie möglich, die Abkalbesaison von Kalbinnen in den Winter oder in Richtung Ende Winter verlagern.

3.9 Welche notwendigen Voraussetzungen sehen die Betriebsleiter/innen bei AMS-Weidehaltung

Alle Betriebe wiesen darauf hin, dass ein ausreichendes Angebot an arrondierten Flächen mit möglichst geringer Entfernung zwischen Weide und AMS von großer Bedeutung ist. Weiters wurde empfohlen, bei einer hohen Kuhanzahl Selektionstore zu verwenden. Während der Umstellungsphase auf das AMS sollten keine zu großen Leistungsansprüche an die Tiere gestellt werden und vor allem genug Zeit zur Anpassung (Tier und Mensch) gegeben werden. Es war den Betrieben sehr wichtig, auf die Tiere und deren Ansprüche speziell Rücksicht zu nehmen. Leistungseinschränkungen bei der Umstellung auf ein AMS bzw. beim Gewöhnen an die Weide sind vorübergehend möglich, sollten aber nicht überbewertet werden. Die Tiere benötigen jedenfalls Zeit sich an das AMS und die Weide zu gewöhnen. Vor allem gaben die Bäuerinnen und Bauern an, dass man keine Angst vor der Kombination von AMS und Weide haben muss, sofern die Betriebsbedingungen Weidehaltung ermöglichen (z.B. ausreichend AMS nahe Weideflächen).

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Kombination von Weidehaltung mit AMS stellt besondere Herausforderungen an das Betriebs-, Fütterungs- und Weidemanagement (Brocard et al., 2014; Bühler, 2016; Eilers et al., 2017a,b). In der vorliegenden Arbeit wurden dazu Ergebnisse und Erfahrungen von biologisch wirtschaftenden österreichischen AMS-Weidebetrieben erfasst. Die Betriebsauswahl erfolgte in Zusammenarbeit mit Bio-Beratern/innen, wobei nur Bio-AMS-Weidebetriebe untersucht wurden, wo die Weidehaltung hinsichtlich Weidedauer (über 4 Monate) und Weiderationsanteil entsprechend bedeutend eingeschätzt wurde. Von den genannten 20 Betrieben verblieben 10 Untersuchungsbetriebe. Aussagen über die Repräsentativität der untersuchten Bio-AMS-Betriebe hinsichtlich der Grundgesamtheit der österreichischen Bio-AMS-Milchviehbetriebe im Jahr 2016 sind auf Grund fehlender Vergleichsdaten aus fachlicher Sicht nicht möglich. Wie die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, muss aber jedenfalls mit einer großen Inhomogenität hinsichtlich Leistungsdaten, Weide- und Fütterungsmanagement etc. bei den Bio-AMS-Weidebetrieben gerechnet werden.

Bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse muss die Betriebsgröße bzw. Kuhanzahl pro AMS auf den untersuchten Betrieben beachtet werden. Diese bewirtschafteten im Mittel 56 ha landwirtschaftliche Nutzfläche und hielten in der AMS-Phase knapp 36 Kühe (17 bis 60 Kühe) und erzielten eine Milchmenge pro AMS und Tag von durchschnittlich 656 kg (336 bis 1.077 kg). Damit lagen sie zwar deutlich über dem Durchschnitt der österreichischen Milchviehbetriebe, mit 19,7 ha landw. Nutzfläche und knapp 20 Kühen (Statistik Austria, 2016a,b), aber im Vergleich zu

typischen AMS-Betrieben deutlich unter dem Durchschnitt hinsichtlich Fläche, Kuhanzahl und AMS-Milchleistung. Horn (2017) führte Auswertungen zu den österreichischen AMS-Arbeitskreis-Milchbetrieben durch. Von den insgesamt 67 AMS-AK-Milchbetrieben wirtschafteten 94 % konventionell und nur 4 % biologisch. Die konventionellen Betriebe hielten 2016 durchschnittlich 55 Kühe bei einer Jahresleistung von knapp 8.500 kg (Horn, 2017). In Süddeutschland wurden vorwiegend Bio-AMS-Weidebetriebe (2 Kon., 25 Bio) untersucht. Hier lag die Milchleistung mit etwa 6.800 kg (4.557 bis 9.053 kg) nur geringfügig über dem Bereich der vorliegenden Arbeit (6.560 kg; 5.053 bis 7.855 kg). Die Kuhanzahl war im Mittel mit durchschnittlich 68 Kühen (31 bis 192) pro Betrieb bzw. über 60 Kühen pro AMS-Station aber auch in Süddeutschland deutlich höher (Eilers et al. 2017a). Mit zunehmender Auslastung des AMS und/oder größeren Kuhanzahlen nehmen die Herausforderungen hinsichtlich Kuhverkehr, Melkfrequenz, tageszeitliche Verteilung der Melkzeiten etc. bei der Kombination von AMS- und Weidehaltung zu und die Betriebe benötigen dann jedenfalls professionelle Weide-AMS-Strategien. Die vorliegenden Ergebnisse weisen darauf hin, dass derzeit die Bio-AMS-Weidebetriebe im Mittel noch vergleichbar kleine Kuhherden haben dürften und auch der Betriebsanteil unterdurchschnittlich ist. Es kann aber auch hier davon ausgegangen werden, dass zur Erzielung einer höheren Auslastung des AMS und damit verbundenen geringeren Melkkosten, die Kuhanzahlen auf den Bio-AMS Betrieben steigen werden und auch die Bio-AMS-Anzahlen zunehmen werden. Der Beratungsbedarf zu betriebsangepassten AMS-Weidesystemen für Bio-Betriebe wird damit steigen.

Eilers et al. (2017a) weisen darauf hin, dass es den AMS-Weidebetrieben in deren Untersuchung (selbst bei höherer Kuhanzahl) zumeist nicht gelang das AMS nach konventionellen und ökonomischen Gesichtspunkten entsprechend gut auszulasten. Die Weidehaltung konnte hier zwar die Futterkosten reduzieren, jedoch die mit dem AMS auftretenden Mehrkosten überwiegend nicht abfangen. Diesbezüglich muss aber angeführt werden, dass diese Ergebnisse nicht per se auf die Weidehaltung zurückzuführen sind, sondern wesentlich von der Kuhanzahl pro Betrieb, dem geringeren Milchleistungsniveau und den allgemeinen Betriebsstrukturen abhängen. Horn (2017) stellte bei den konventionellen AK-AMS-Betrieben zwar die höchste Summe an Direktleistungen aber auch höhere Direktkosten fest, sodass die direktkostenfreie Leistung pro Kuh und Jahr auf gleichem Niveau wie bei den Melkstandbetrieben lag. Literaturangaben empfehlen für die optimale AMS-Nutzung, eine Auslastung von mindestens 80 %, 2,4 bis 2,8 Melkungen pro Kuh und Tag, 160 bis 180 Melkungen pro AMS und Tag und 1.700 kg Milch pro AMS und Tag (Bonsels, 2014). Laut Kapp (2016) ist eine Ablieferung von 500.000 kg Milch pro Jahr bei AMS-Einsatz anstrebenwert. Diese Empfehlungen berücksichtigen jedoch nicht die mit der Wirtschaftsweise verbundenen Kosten- und Erlösstrukturen und das angestrebte Leistungsniveau, sie wären daher auf Bio-Bedingungen anzupassen (vergl. Eilers et al., 2017a,b). Eine abnehmende Auslastung des AMS erhöht jedoch jedenfalls die Melkkosten je kg Milch und erschwert aus wirtschaftlichen Gründen auch das Umsetzen einer gezielten Low-Cost-Strategie (z.B. Low-Input Vollweidehaltung) am Betrieb.

Wie die Betriebsleiter/innen Befragung zeigte, standen bei der AMS-Umstellung auf den untersuchten Bio-Betrieben wirtschaftliche Überlegungen nicht im Vordergrund. Am öftesten wurden die Punkte „Flexibilität“ und „Arbeits-erleichterung“, sowie die „Erhöhung der Lebensqualität“ als Hauptbeweggründe für die AMS-Umstellung genannt. Offensichtlich nehmen die Betriebe dafür auch höhere Produktionskosten in Kauf.

AMS-Umstellungseffekte

Im Verlauf der AMS-Umstellung wurde die Kuhanzahl auf den Betrieben ausgeweitet, wobei im Umstellungsjahr diese numerisch leicht sank. Wie in der Literatur beschrieben, kommen offensichtlich einzelne (ältere) Kühe mit dem AMS zu Beginn nicht gut zu Recht und werden dann (rascher) ausgeschieden. Eine Ursache dafür liegt auch in den begrenzten tierindividuellen Einstellungsmöglichkeiten des AMS (Litzllachner et al., 2009). In dieses Bild passen auch die Zellzahlergebnisse welche im AMS-Übergangsjahr nummerisch höher lagen und die numerisch geringere Milchleistung im Übergangsjahr. Die Steigerung des Anteils an Erstlingskühen in der AMS-Beginn-Phase ist auf die Bestandsvergrößerung durch Jungkühe zurückzuführen, wodurch auch die durchschnittliche Stichtag-Lebensleistung (vorübergehend) geringer wird. Auf vergleichbare Effekte wird auch in der Auswertung von Horn (2017) hingewiesen.

Eine Erhöhung der Milchleistung durch AMS-Umstellung und vermehrte Melkungen pro Kuh und Tag konnte in der vorliegenden Arbeit, im Gegensatz zu Hömberg (2002), nicht beobachtet werden. Wie die Angaben zum Kraftfut-tereinsatz zeigten, wurde auf den Betrieben die Fütterungsintensität (Kraftfutter/Grundfutter) durch AMS-Umstellung im Mittel nicht erhöht. Im Übergangsjahr kam es sogar zu einem Rückgang der Jahresmilchleistung um etwa 5 %, wobei jedoch auch hier betriebsindividuelle Unterschiede auftraten. Vor allem jene Betriebe, welche erst unmittelbar nach dem Umstellungsjahr erhoben wurden, lagen in der Milchleistung tiefer. Dies deutet darauf hin, dass es länger als ein Jahr dauert bis eine optimale Funktionsweise des AMS und auch eine entsprechende „Gewöhnung“ der Tiere sowie der Betriebsleiter/innen an das AMS gegeben ist. Darüber hinaus muss bei der Interpretation der Melkhäu-figkeitseffekte auf die Milchleistung auch der Kraftfuter-einsatz (Wirtschaftsweise) und das Milchleistungspotenzial der Kühe beachtet werden. Milchleistungsanstiege durch höhere Melkfrequenzen sind insbesondere dann zu erwarten, wenn die Fütterungsintensität durch Einsatz des AMS erhöht wird und die Tiere gleichzeitig auch ein hohes Milchlei-stungspotenzial aufweisen. In dieses Bild passen auch die Ergebnisse zu den Milchinhaltsstoffen, auch sie wurden durch die AMS-Umstellung nicht signifikant beeinflusst. Der Eiweißgehalt lag bei allen Untersuchungen in einem üblichen Bereich zwischen 3,2 % und 3,8 % (Steinwider und Wurm, 2005). Die Zellzahl entsprach mit rund 200.000 in etwa den Ergebnissen von Horn (2017) und Landwehr (2016). In der Arbeit von Bühler (2016) lag diese, bei deut-schen Bio-AMS-Weidebetrieben, jedoch mit etwa 300.000 deutlich darüber. Da die Zellzahl ein Richtwert für die Eu-tergesundheit darstellt, sollte laut Schuhmacher (2002) die Herde einen Wert von 250.000 nicht überschreiten, wobei für eine betriebsindividuelle aussagekräftige Beurteilung auf jeden Fall Einzeltierwerte zu betrachten sind. Hillerton

et al. (2004) stellten bei deren Untersuchung bei mehr als 30 % der Betriebe eine Steigerung der Zellzahl durch die Verwendung von AMS fest, demgegenüber wurden von Hömberg (2002) keine diesbezüglichen Zusammenhänge festgestellt. Jakob et al. (2013) verglichen Schweizer AMS und Melkstandbetriebe hinsichtlich mehrerer Milchquali-tätsparameter. Es zeigte sich bei den meisten Parametern, dass die Ergebnisse zwischen den Betrieben mit gleichem Melkssystem stärker streuten als die Ergebnisse zwischen den Melkssystemen. Das bedeutet, dass das Betriebsmanage-ment wichtiger für die Qualität war als das Melkssystem als solches. Dies traf vor allem auf die AMS-Betriebe zu, da hier die größere Streuung bestand. Vergleichbare Einflüsse werden auch von Horn (2017) beschrieben. In der Schweizer Studie (Jakob et al., 2013) wurde aber auch gezeigt, dass bei sehr kurzen Melkintervallen die Fettmembranen (Hülle zum Schutz des Milchfettes) im Euter der Kuh weniger gut ausgebildet sind. Damit ist das Milchfett in Folge weniger gut vor dem Abbau geschützt. Vor allem bei Rohmilch- und Spezialkäseprodukten kann sich das negativ auswirken. Je kürzer die Milch im Eutergewebe gespeichert wurde, desto schneller und stärker verläuft die Fettspaltung nach der Melkung. Daher sollten sehr hohe Melkfrequenzen und Melkintervalle unter 8 Stunden vermieden werden.

Im Mittel wurde nach der Einführung des AMS der Weidefutter-Grundfütterationsanteil leicht reduziert (Median -12 %), es bestanden jedoch große Schwankung (von -50 % bis hin zu + 60 %) mehr Weidefutter. Jener Betrieb mit 60 % mehr Weidefutteranteil hat mit der AMS-Einführung die früher durchgeführte Herbstweide auf die gesamte potenzielle Weideperiode ausgedehnt. Bühlen et al. (2014) stellten in deren Untersuchung auf biologisch wirtschaftenden Betrieben in Deutschland eine deutlichere Reduktion der Weidefläche von 43 % mit Einführung eines AMS fest. Landwehr (2016) gab eine Reduktion der Weide von 30 % bis 60 % auf Bio-Betrieben in Deutschland an. Wobei sich oft nicht direkt die Weidefläche, sondern die Weidezugszeit durch Einsatz eines AMS verringerte. In diesem Zusammenhang muss beachtet werden, dass die Bio-Richtlinien sowie teilweise Vermarktungsprogramme zur Weidehaltung verpflichten. In der vorliegenden Arbeit wurden ausschließlich Bio-Betriebe erfasst und auch nur Betriebe in die Untersuchung aufgenommen, welche nach AMS-Umstellung noch Weidehaltung über die gesamte Vegetationsperiode betrieben. Daher ist ein direkter Ver-gleich mit den oben dargestellten Literaturdaten nur bedingt möglich.

Saisoneffekte

Hinsichtlich Melkfrequenz werden 2,0 bis 2,7 Melkungen pro Kuh und Tag für Bio-Betriebe empfohlen, für konventi-onelle Betriebe liegen die Angaben bei 2,4 bis 3,0 (Eilers et al. 2017b). Bei Abnahme der täglichen Melkfrequenz nimmt die Milchmenge pro Kuh und Melkung zu, kann jedoch die Tagesmilchleistung sinken. Die Auslastung des AMS (mehr Kühe/AMS) kann bei geringeren Melkhäu-figkeiten durch verminderte Rüstzeiten etwas erhöht werden. Bei ausschließlicher Kraftfütterzuteilung im AMS müssen Ver-schiebungen in der Melkhäu-figkeit auch beachtet werden. Bei geringerer Melkhäu-figkeit steht den Tieren eine längere Zeit zur Kraftfütteraufnahme pro Melkung zur Verfügung, gleichzeitig erhöht sich aber auch die Kraftfüttermenge

pro Teilgabe.

Die Anzahl der Melkungen pro Kuh und Tag lag bei Weidehaltung mit 2,4 signifikant tiefer als bei Stallhaltung mit 2,6 Melkungen pro Kuh und Tag, wobei die jahreszeitliche Verteilung der Abkalbungen einheitlich war. Bühler (2016) berichtete ebenfalls von einer leichten Verminderung der Melkfrequenz während der Weideperiode. Oudshoorn et al. (2012) stellten einen Rückgang von 2,7 Melkungen in der Stallperiode auf 2,4 Melkungen in der Weideperiode fest. Gründe für einen Rückgang der Melkfrequenz bei Weidehaltung liegen im einheitlicheren Tagesrhythmus der Kühe bei Stallhaltung. Durch Verbringen der Ruhezeiten auf der Weide, sinkt, insbesondere bei angenehmen Wetterbedingungen, die Motivation der Kühe in den Stall bzw. zum AMS zurückzukehren (Kerrisk, 2010). Weiters spielen auch die Entfernungen zwischen Weide und AMS sowie die Ergänzungsfütterungsstrategie diesbezüglich eine bedeutende Rolle (vergl. Eilers et al. 2017a,b). Fasst man diese Ergebnisse zusammen, dann können hohe Melkfrequenzen bei Weidehaltung nicht erwartet werden, gleichzeitig gilt es auch zu prüfen ob im Bio-Fütterungs- und Leistungsbereich hohe Melkfrequenzen überhaupt anstrebenswert sind. Bei steigender Tagesmilchleistung bzw. höherer Produktionsintensität ist davon auszugehen, dass die Melkfrequenz hinsichtlich Milchleistung mehr Effekte zeigt, als bei geringerem Leistungsniveau.

Die Auswertung der Probemelkdaten zeigte, dass die untersuchten Bio-Betriebe, sowohl vor als auch nach der AMS Umstellung in der Weidesaison (ohne AMS bzw. mit AMS; 21,7 bzw. 21,0 kg) höhere tägliche Milchleistungen pro Kuh als bei Stallhaltung (19,9 bzw. 19,9 kg) erzielten. Ein Rückgang der Milchmenge während der Weideperiode, wie Van Dooren et al. (2004a) feststellten, konnte weder in der vorliegenden Arbeit noch bei Bühler (2016) bestätigt werden. In beiden Fällen steigerte sich die Milchmenge pro Kuh und Tag während der Weideperiode, obwohl die Melkfrequenz rückläufig war. Eine erhöhte Milchleistung pro Kuh und Tag könnte auch in Zusammenhang mit dem Laktationsstadium bzw. der Energieversorgung in den jeweiligen Perioden stehen. Da die Abkalbungen gleichmäßig verteilt waren, weisen die Ergebnisse auf eine möglicherweise bessere Energieversorgung bei Weideergänzungsfütterung auf den Bio-Betrieben hin. Die in der Weideperiode festgestellten niedrigeren Milchinhaltstoffgehalte können ebenfalls in Zusammenhang mit der Weideergänzungsfütterung (Fettsäuregehalte, Strukturwirksamkeit etc.) gesehen werden (Steinwider und Starz 2015). Der Zellzahlgehalt unterschied sich nicht signifikant zwischen den Saisonen. Bei den Auswirkungen auf die Zellzahl wurden große betriebsindividuelle Unterschiede im Niveau festgestellt. Ein Zusammenhang zwischen dem Weidesystem, der Weidestrategie und der Milchmenge pro Kuh und Tag konnte in der vorliegenden Arbeit auf Grund der begrenzten Betriebsanzahl sowie der teilweise erhobenen Variation der Weidesysteme im Jahresverlauf, nicht festgestellt werden.

Fütterung und Weidemanagement

Die Kraftfütterzuteilung variierte betriebsindividuell deutlich. Im Mittel wurde bei niedriger Milchleistung mehr Kraftfutter eingesetzt als üblicherweise empfohlen wird (Steinwider und Wurm, 2005). Ab 30 kg Milch pro Tag, wurde bei den befragten Bio-Betrieben demgegenüber

eine restriktive Kraftfuttermenge angeboten. Im Vergleich zu Landwehr (2016) lag der Kraftfuttereinsatz in der vorliegenden Studie etwas tiefer, entsprach aber den Empfehlungen von Eilers et al. (2017b) für Bio-Betriebe. Aus den Ergebnissen von Gruber et al. (2006) kann abgeleitet werden, dass das Kraftfutter noch effizienter eingesetzt werden könnte. Dazu müsste bei niedricleistenden Tieren Kraftfutter gespart werden und könnte dieses in Phasen höherer Leistung, ohne Erhöhung der Gesamtjahresmenge, verstärkt eingesetzt werden.

Keiner der untersuchten Betriebe setzte Vollweidehaltung um und es wurde zusätzlich Grund- und Kraftfutter im Stall – je nach Weidefutterangebot – ergänzt. Die Einschätzungen der Betriebsleiter/innen variierten zwischen 15 % und 80 % der Grundfutteraufnahme auf der Weide. Die Grundfutterergänzung im Stall erfolgte meist ein bis zweimal täglich. 2 Betriebe hatten eine automatische Grundfuttervorlage und fütterten diese zwischen 4- und 6-mal täglich neu ein. 40 % der Betriebe setzten zusätzlich zur Weide eine Grünfuttervorlage im Stall ein. Gemessen an den Ergebnissen von Bühler (2016) und Landwehr (2016) lag das deutlich darunter. Bei Bühler setzten 70 % zusätzlich Grünfutter im Stall ein, Landwehr berichtet sogar von 80 % auf den AMS-Bio-Betrieben. Heuvorlage war sowohl bei den vergleichbaren Arbeiten (87 % und 92 % der Betriebe) als auch in der vorliegenden Untersuchung (90 % der Betriebe) von großer Bedeutung. Zusätzlicher Einsatz von Maissilage spielte bei Bühler (2016) mit 40 % der Betriebe eine größere Rolle. In der vorliegenden Untersuchung setzte nur ein Bio-Betrieb während der Weidehaltung zusätzlich Maissilage ein. Fasst man diese Ergebnisse zusammen, dann werden bei AMS-Einsatz üblicherweise sowohl eine bedeutende Grundfutter- als auch eine Kraftfütterergänzung im Stall durchgeführt. Das Ergänzungsfutter dient hier als Lockfutter um die Tiere zum Aufsuchen des AMS zu motivieren. Die eingesetzten Ergänzungsfuttermengen und die Rationskomponenten hängen im Sommer sowohl von den Betriebsgegebenheiten (Klima etc.), der Milchvermarktung (Milch-Qualitätsprogramme etc.) als auch den zur Verfügung stehenden hofnahen Weideflächen ab. Bei Vollweidehaltung wären hier gezielte Weidestrategien (ABA bzw. ABC-Weidesysteme) notwendig (Lyons et al., 2013; O'Brian et al., 2016).

Die umgesetzten Weidesysteme und Weidestrategien waren sehr unterschiedlich, vor allem da 60 % der Betriebe ein der Vegetation angepasstes Mischsystem anwandten. Das Wechseln des Weidesystems lag im Jahr 2016 hauptsächlich daran, dass witterungsbedingt bei allen Betrieben ein sehr starker und schneller Futterzuwachs gegeben war. Portionsweide spielte bei den deutschen Betrieben (Bühler, 2016) keine Rolle. In der vorliegenden Arbeit war besonders während der Hauptweideperiode auch Portionsweide ein Thema. Das Weidesystem wurde meist aus der Zeit vor der AMS-Umstellung beibehalten. Durch den freien Kuhverkehr und die geringere Kuhanzahl pro AMS waren „moderne“ AMS-Weidesysteme und -Strategien, wie z.B. ABC-Weide, nicht anzutreffen (Lyons et al., 2013; O'Brian et al., 2016). Dies trifft auch auf die Gestaltung der Weidetriebwege und Triebwegsysteme sowie die Verwendung von Selektionstoren zu (FILL, 2016). Unabhängig vom Weidesystem hatten die Kühe in der Hauptweideperiode im Mittel 11 h Weidezugang. Im Frühjahr und im Herbst

lag diese Zugangszeit darunter. Dabei ist zu beachten, dass die Weidezugangszeit nicht direkt der Weidefresszeit der einzelnen Tiere entspricht. Im Sommer kann bereits ab 25°C ein Hitzestress bei Kühen auftreten (Steinwider und Starz, 2015). Da auf vielen Betrieben kein Schatten und, bei manchen auch kein Wasser angeboten wurde, kann besonders im Sommer davon ausgegangen werden, dass die Tiere nicht die gesamte zur Verfügung stehende Weidezeit auch auf der Weide verbrachten. Insbesondere bei freiem Kuhverkehr suchten sie den schattigen, kühlen Stall bevorzugt auf. Eine plausible Angabe über die definitive Zeit von Einzeltieren auf der Weide konnte von den Bäuerinnen und Bauern nicht erhoben werden. Bühler (2016) ermittelte die Weidezugangszeit auf deutschen AMS-Betrieben. Diese lag mit 10 Stunden in einem vergleichbaren Bereich. Die Streuung zwischen den Betrieben war sowohl in der vorliegenden Arbeit (3 h – 24 h) als auch bei Bühler (3 h – 4 h) sehr groß. Auf die Veränderungen des Weidefutteranteils durch AMS Umstellung wurde oben bereits eingegangen. Um Rückschlüsse auf die Effizienz der Weidenutzung durchführen zu können, wurde auch der Fresszeitanteil während des Weidezugangs abgefragt. Im Frühling lag die angegebene Weidefresszeit mit 4,5 h am höchsten. Diese ging während des Sommers auf Grund der heißeren Außentemperaturen zurück (4 h). Im Herbst wurde die Weide stärker als „Liegefläche“ genutzt und die Angaben zur Weidefresszeit verringerten sich auf 2,3 h pro Kuh. Diesbezüglich bestanden zwischen Betrieben mit 12 Stunden freiem Weidezugang und 24 Stunden Weidezugang keine großen Unterschiede. Pérez-Ramirez et al. (2009) wiesen auch darauf hin, dass bis zu einem gewissen Grad eine eingeschränkte Weidezugangszeit durch effektiveres Fressen kompensiert werden kann.

Eilers et al. (2017a) leiten aus den Zielen der ökologischen Landwirtschaft eine Mindestweidefläche von 0,06 ha/Kuh ab. Das Weideflächenangebot auf den untersuchten Betrieben lag im Mittel darüber und war abhängig von der Jahreszeit. Im Frühjahr wurde im Mittel eine Weidefläche von 0,09 ha pro Kuh angeboten, welche sich während der Hauptweide auf 0,1 ha pro Kuh steigerte. Im Herbst fand auf Grund des geringeren Aufwuchses meist eine Nachweide mit großem Flächenangebot statt. Im Mittel ergab sich ein Flächenangebot von 0,17 ha pro Kuh. Landwehr (2016) und Bühler (2016) gaben die Fläche pro Kuh über die gesamte Vegetation an, diese lag bei 0,15 ha (Bühler, 2016) bzw. 0,11 ha pro Kuh (Landwehr, 2016).

Die Entfernung welche zwischen AMS und Weide liegt, beeinflusst den Kuhverkehr und somit das Melkintervall (Spöndly und Wredle, 2004). Die Entfernung zwischen Weideeingang und Stall lag mit einer kurzfristigen Ausnahme zwischen 0 und 300 m. Die Distanz zwischen weitest entferntem Weidebereich und dem AMS betrug im Mittel 700 m, was laut Spöndly und Wredle (2004) noch keinen bedeutenden Einfluss auf die Melkfrequenz der Kühe haben dürfte. Lehnert (2013) stellte jedoch ab einer Wegstrecke von 500 m von der Weide zum AMS bereits eine rückläufige Melkfrequenz fest. Nach Eilers et al. (2017a) können Strecken über 300 m (AMS-Weide-Eintriebsstelle) zu einem verringerten Aufsuchen des AMS führen. Obwohl die Distanzen in der vorliegenden Arbeit diese Bereiche im Mittel nicht überschritten, wurde während der Weideperiode ein signifikanter Rückgang der Melkfrequenz festgestellt.

Wie bereits oben dargestellt wurde, wird durch Weidehaltung der tageszeitliche Rhythmus verändert und das AMS weniger gleichmäßig verteilt über den Tag aufgesucht. Die Betriebsleiter/innen berichteten, dass ihrer Meinung nach Wetterbindungen (Temperatur) einen größeren Einfluss auf den Nachtreibeaufwand zum AMS hatten, als die Entfernung des AMS zur Weide. Dies bestätigen auch Ergebnisse von Spöndly und Wredle (2004). Spezielle Selektionstore nach dem AMS bzw. Einwegtore von der Weide in den Stall verringern die Nachtreibetätigkeit (Lehnert, 2013; Lyons et al., 2014). Nur einer der besuchten Betriebe setzte solche Selektionstore derzeit ein. Alle anderen Betriebe kontrollierten selbstständig vor dem Melken ob es Tiere mit Melkanrecht gab und sperrten diese vor dem Öffnen des Ausgangstores in den Wartebereich des AMS. Es kann erwartet werden, dass bei größeren Kuhbeständen pro AMS diese Ergebnisse deutlich abweichen würden.

Jene Betriebe welche, in der vorliegenden Arbeit einen freien Weide-Kuhverkehr umsetzten, waren mit diesem sehr zufrieden. Erst bei steigender Kuhanzahl oder ausgedehnter Weidenutzung verwiesen sie auf die Notwendigkeit von Selektionstoren. Von einem erhöhten Nachtreibeaufwand kann speziell bei spätlaktierenden, brünstigen oder lahmen Tiere ausgegangen werden (Wredle et al., 2004; Kerrisk, 2010). Dies bestätigten auch die befragten Betriebsleiter/innen. Oft wurden aber auch Einzeltiere genannt, welche auf Grund der Charaktereigenschaft einen Nachtreibeaufwand verursachten.

Eingeschränktes Wasserangebot auf der Weide wird auf AMS-Betrieben oft als „Lockmittel“, um den Stall aufzusuchen, angewandt. Besonders an heißen Tagen kann dies jedoch Stress und geringere Leistungen verursachen (Lyons et al., 2014). Nach Eilers et al. (2017b) sollten die Tiere innerhalb von etwa 150 m eine Tränkestelle vorfinden. 40 % der untersuchten Betriebe boten allein im Stall Wasser an, wobei zwei Betriebe davon generell nur 3 bis 4 Stunden Weidezugang pro Tag gewährten. Die weiteren 2 Betriebe setzten jedoch auf 24 h Weidezugang mit freiem Kuhverkehr und nutzten dabei gezielt das eingeschränkte Wasserangebot, um die Tiere vermehrt in den Stall zu locken. Es konnte jedoch kein Zusammenhang zwischen Melkfrequenz und Wasserangebot auf der Weide festgestellt werden. In der Untersuchung von Landwehr (2016) boten vergleichsweise 53 % der Betriebe Wasser nur im Stall an. Eine regelmäßige Grundfuttervorlage dient ebenfalls als Lockmittel, damit die Kühe den Stall bzw. das AMS aufsuchen (Philipsen et al., 2015, Eilers et al. 2017b). Dies setzten in der vorliegenden Arbeit 3 Betriebe auch gezielt um. Mehrheitlich stand jedoch immer Grundfutter am Futtertisch zur freien Aufnahme zur Verfügung bzw. wurde Grundfutter 2x täglich zu den üblichen Stallzeiten (morgens/abends) vorgelegt. Ein Nachtreibeaufwand, trotz Einsatz von Lockfutter, im Umfang von rund 10 % der Herde gilt laut Alberti et al. (2010) als akzeptabel. In der Arbeit von Bühler (2016) lag der Nachtreibeaufwand während der Weideperiode im Mittel um 2 % höher als während der Stallperiode (4,9 % zu 2,6 %). In der zugrundeliegenden Erhebung gab keiner der Betriebe einen Nachtreibeaufwand von mehr als 8 % an, wobei die Betriebe darauf hinwiesen, dass im Frühjahr und Herbst bei Weidehaltung ein erhöhter Nachtreibeaufwand gegeben ist. Die Tiere müssen sich im Frühling zu Weidebeginn an das System gewöhnen. Im

Herbst ist die Motivation in den Stall zu gehen auf Grund der Außentemperaturen oft geringer. In dieser Jahreszeit stand den Tieren auch die größte Weidefläche zur Verfügung und war im Mittel die Entfernung zum Stall länger. Das Ergebnis von Lyons et al. (2014), dass freier Kuhverkehr einen erhöhten Nachtreibeaufwand erfordert, konnte somit nicht bestätigt werden.

Arbeitswirtschaft

Die Beweggründe für die Umstellung auf AMS sind laut Wolkerstorfer (2012) hauptsächlich die „Steigerung der Lebensqualität“, „Arbeitserleichterung“ und „erhöhte zeitliche Arbeitsflexibilität“. Auch Bühler (2016) gaben diesbezüglich „Verbesserung der Arbeitsqualität“ und vermehrte „zeitliche Unabhängigkeit“ als Hauptmotive für die Umstellung auf ein AMS an. Die Ergebnisse der untersuchten Bio-Betriebe decken sich damit sehr gut. Eine angestrebte „Leistungssteigerung“ und damit „verbesserte Wirtschaftlichkeit“ spielten sowohl in dieser Untersuchung, als auch bei Wolkerstorfer (2012) und Bühler (2016) keine bzw. nur eine sehr geringe Rolle.

Durch die Einführung des AMS hat sich laut Angaben der Betriebsleiter/innen der Arbeitszeitbedarf nicht verringert, sich jedoch in einzelnen Bereichen (Tageszeit bzw. Tätigkeiten) verschoben. Es wurde angegeben, dass seit der AMS-Umstellung mehr Kontrollgänge durch den Stall durchgeführt werden und mehr Zeit in die Datenkontrolle investiert wird. Dies deckt sich auch mit Ergebnissen von Landwehr (2016). Dafür kann Zeit bei der Melkung und Reinigungsarbeiten (Melkbereich, Tank) eingespart werden, da diese Tätigkeiten überwiegend automatisch ausgeführt werden. Das Beheben von „technischen Störungen“ wurde sowohl vor, als auch seit Einsatz des AMS, als zeitlich gleichbedeutend eingestuft.

Im Vergleich zu Literaturergebnissen wurde der Zeitbedarf für die Weidehaltung anders eingestuft. Die österreichischen Betriebe schätzten den Zeitbedarf für Weidearbeiten nach Einführung des AMS in Vergleich zu vorher als „weniger“ bzw. „unverändert“ ein. Bei Landwehr (2016) wurde hingegen ein zunehmender Aufwand angegeben, obwohl das Weideausmaß um 30 % bis 60 % bei AMS-Einführung reduziert wurde. Eine mögliche Erklärung liefern auch hier die Unterschiede in der Betriebsstruktur und in den Herdengrößen.

Arrundierte Flächen sind bei der Kombination von Weide und AMS von großer Bedeutung (Spörndly und Wredle, 2004). Auch die befragten Betriebe beurteilten hauptsächlich die Distanz der Weideflächen zum AMS als Einschränkungskriterium für einen ausgedehnteren Weidegang.

Best Practice Empfehlungen der Betriebe

Obwohl ein gewisser Mehraufwand durch die Kombination von AMS und Weidehaltung empfunden wurde, sehen die Betriebe die Weidehaltung als besonders positiv hinsichtlich Tierwohl, Einsparung von Fütterungskosten und verbesserter Nährstoffversorgung durch Weidehaltung.

Die nachfolgenden Punkte stellen Empfehlungen der Betriebsleiter/innen an ihre BerufskollegInnen dar, welche eine AMS-Umstellung planen:

- Fixe Tagesabläufe beschleunigen die Gewöhnung der Tiere, vor allem durch gezielte zeitliche Einteilung der

Grundfutturvorgänge können Kühe motiviert werden den Stall aufzusuchen.

- Ganz wichtig war den Betrieben der Faktor Zeit: Kühe brauchen Zeit, um sich an das System AMS und Weide zu gewöhnen.
- Eine wichtige Grundlage für die Kombination von AMS und Weide sind genügend arrundierte Flächen (0,06 bis 0,15 ha/Kuh), von denen nach Möglichkeit ein ständiger Zugang in den Stall über nur kurze Distanzen gegeben sein sollte.
- Selektionstore, die den Zugang zur Weide bzw. zum AMS steuern, werden ab einer Kuhanzahl von 50+ (pro AMS) als vorteilhaft angesehen, obwohl die Betriebe im Untersuchungs-jahr nicht bzw. nur bedingt zurückgegriffen haben.
- Ein Rückgang der Melkfrequenz durch Weide ist zu erwarten. Dies wurde von den Betrieben aber nicht als negativ bewertet, da sie keine Einbußen (Milch) hinsichtlich Leistung und Tiergesundheit feststellten.
- Eine Vollweidehaltung ist aus Sicht der befragten Betriebe bei Kombination mit AMS nicht möglich, da auf jeden Fall neben Kraftfutter auch Grundfutter im Stall als Lockfutter notwendig ist.
- Grundsätzlich wird jedes Weidesystem als kompatibel mit AMS angesehen, es gilt jedoch auf die betrieblichen Gegebenheiten (Niederschläge, Steilheit etc.) Rücksicht zu nehmen.
- Bei freiem Kuhverkehr zwischen Weide und Stall wird auf jeden Fall empfohlen, Tiere mit Melkanrecht vor dem Weidegang in den Wartebereich des AMS zu treiben. Erst nach der erfolgten Melkung sollte dann Zugang zur Weide gewährt werden.
- Wichtig sind vor allem gesunde Kühe und eine hohe Klauenqualität.
- Die Gestaltung der Treibwege sollte beachtet werden, da erdige Wege besonders in feuchten Jahren stark aufweichen und zu Verschmutzungen der Tiere und des Futters sowie zu Klauenproblemen führen können.

Aus Ergebnissen von internationalen Studien sowie den vorliegenden Daten, wurden Beratungsempfehlungen für biologisch wirtschaftende AMS-Weidebetriebe abgeleitet. Diese berücksichtigen insbesondere auch die Bedingungen bei größerer Kuhherden pro AMS (Eilers et al., 2017b).

5. Literatur

- Alberti, J. H., Baum, M., Bonsels, T., Losand, B., Mahlkow-Negre, K., Natrop, C., Pries, M., Schuster, H., Walter, S., und Verhülsdonk, C. (2010): 100 Antworten zu Automatischen Melksystemen. DLG-Kompakt, DLG Verlag, München. 120 S.
- Brocard, V. (2016): AMS und Weide: Erfahrungen aus Frankreich. In: autograssmilk (Hrsg): Innovative Milchproduktion mit der Weide. Elletbrück-Lux, 22–60.
- Brocard, V., Huneau, T., Huchon, J.-C., und Dehedin, M. (2014): Combining robotic milking and grazing. Grassland Science in Europe 19, 559–562.
- Bühler, F., Ivemeyer, S., Krutzinna, C., und Knierim, C. (2014): Compatibility of Automatic Milking Systems with animal welfare in organic dairy farming. Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference, 509–512.

- Bühler, M. (2016): Optimierung des Systems Weidegang und automatisches Melken für Milchkühe im ökologischen Landbau. Masterarbeit Universität Hohenheim.
- Eilers, U., Landwehr, M., Bühler, M., Merz, L., Krause, M., Adrion, F., Bernhardt, H., Steinwider, A., Plesch, G., Albrecht, B. (2017a): 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, 57-64.
- Eilers, U., Plesch, G., Albrecht, B., Harsch, M., Maier, K., M. Sturm und Steinwider, A., (2017b): Bio-Weidehaltung und AMS – So funktioniert es! ÖAG Info 5/2017, 24 S.
- FILL (Förderungsgemeinschaft integrierter Landbewirtschaftung) (2016): Roboter und Weide eine Frage des Kuhverkehrs. In: autograssmilk (Hrsg): Innovative Milchproduktion mit der Weide. Handout, Förderungsgemeinschaft integrierter Landbewirtschaftung Luxemburg, Ellebrück-Lux. www.autograssmilk.dk (20.8.2017).
- Gruber L. (2009). Zur Effizienz des Kraftfuttereinsatzes in der Milchviehfütterung – eine Übersicht. Proceedings of the 16th International Science Symposium on Nutrition of Domestic Animals. "Zdravec-Erjavec Days", Radenci, 8.-9. November 2007, 61–82.
- Hillerton, J. E., Dearing, J., Neijenhuis, F., Sampimon, O. C., Miltenburg, J. D. H. M. und Fossing, C. (2004): Impact of automatic milking on animal health. In: Meijering, A., Hogeveen, H., De Koning, C.J.A.M. (Hrsg): Automatic milking. Wageningen Academic Publishers, 125–132.
- Hömberg, D. (2002). Wirtschaftlichkeit automatischer und konventioneller Melksysteme im Vergleich. Dissertation TU-München.
- Horn, M. (2017). Soderauswertung automatische Melksysteme. In: Bericht Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg). Milchproduktion 2016. Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen in Österreich, 37–45.
- Jakob, E., Heidemann, J. und Badertscher, R. (2013): Melkroboter in der Käsemilchproduktion mit Verbesserungspotenzial. Agrarforschung Schweiz 4 (6), 256–263.
- Kapp, R. (2016): Wirtschaftliche Überlegungen zu automatischen Melksystemen. Handout Arbeitskreis Milchproduktion (persönliche Mitteilung).
- Kerrisk, K. (2010). Management guidelines: For pasture-based AMS farms. Future Dairy, dairy australia. <http://futuredairy.com.au> (28.9.2017)
- Landwehr, M. (2016): Weidegang und automatisches Melken im ökologischen Landbau - Status Quo-Analyse am Beispiel bayerischer Milchzeuger. Masterarbeit, TU München.
- Lehnert, S. (2013): Gute Auslastung trotz Weidegang? LANDfreund Heft 5, 44–46.
- Litzllachner, C., Hartl, J., Wolkersdorfer, F., Schweifer, R. und Schütz, R. (2009): Automatische Melksysteme-AMS. Der fortschrittliche Landwirt – ÖAG-Info 2/2009, 12.
- Lyons, N. A., Kerrisk, K. L., Dhand, N. K. und Garcia, S. C. (2013): Factors associated with extended milking intervals in a pasture-based automatic milking system. Livestock Science 158, 179–188. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2013.10.010> (10.10.2016).
- Lyons, N. A., Kerrisk, K. L. und Garcia, S. C. (2014): Milking frequency management in pasture-based automatic milking systems: A review. Livestock Science 159, 102–116. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2013.11.011>, (10.10.2016).
- O'Brien, B. (2017): Final Report Summary - AUTOGRASSMILK (Innovative and sustainable systems combining automatic milking and precision grazing). EU Publication Office Top. www.autograssmilk.dk (05.01.2017).
- Oudshoorn, F. W., Kristensen, T., Van Der Zijpp, A. J. und Boer, I. J. M. De. (2012): Sustainability evaluation of automatic and conventional milking systems on organic dairy farms in Denmark. NJAS – Wageningen. Journal of Life Sciences 59: 25–33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.njas.2011.05.003> (10.10.2016).
- Pérez-Ramírez, E., Peyraud, J. L. und Delagarde, R. (2009): Restricting daily time at pasture at low and high pasture allowance: effects on pasture intake and behavioral adaptation of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science 92: 3331–3340. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2008-1951> (10.10.2016).
- Philipsen, B., Derks, T., De Leeuw, S. und Cornelissen, J. (2015): Roboter und Weide. Livestock Research. www.stichtingweidegang.nl (10.10.2016).
- Schumacher, U., Bischoff, K., Buschhaus, U., Drerup, C., Enzler, J., Leisen, E., Spiekers, H., Wolfgang, T. und Winckler, C. (2005): Milchviehfütterung im ökologischen Landbau. Bioland, Mainz. 190 S.
- Spörndly, E. und 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 Science 87, 1702–1712.
- Steinwider, A. und Starz, W. (2015): Gras dich fit! Leopold Stocker Verlag. 300 S.
- Steinwider, A. und Wurm, K. (2005): Milchviehfütterung Tier und Leistungsgerecht. Leopold Stocker Verlag, 290 S.
- Statistik Austria (2016a). Kuhmilcherzeugung und -verwendung 2011 bis 2015. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/viehbestand_tierische_erzeugung/milch/index.html (5.3.2017).
- Statistik Austria (2016b). Kuhmilcherzeugung und Verwendung 2015. https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/viehbestand_tierische_erzeugung/milch/index.html (5.3.2017).
- Van Dooren, H. J., Haarman, M. E., Metz, J. H. M. und Heutinck, L. F. M. (2004a): How pasture influences the use of AMS: Survey among 15 dairy farms in the Netherlands. In: Meijering, A., Hogeveen, H., De Koning, C.J.A.M. (Hrsg): Automatic Milking, 298–303.
- Van Dooren, H. J., Heutinck, L. F. M., Biewenga, G. und Zonderland, J. L. (2004b): The influence of three grazing systems on AMS performance. In: Meijering, A., Hogeveen, H., De Koning, C.J.A.M. (Hrsg): Automatic milking, 292–297.
- Wolkerstorfer, F. (2012): Automatisches Melken in Oberösterreich - Erfahrungen und Empfehlungen aus und für die Praxis. 39. Viehwirtschaftliche Fachtagung. Milchproduktion - Status quo und Anpassung an zukünftige Herausforderungen. Lehr und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein 25.26.4., 77–70.
- Wredle, E., Munksgaard, L. und Spörndly, E. (2004). An individual cow-calling system to motivate cows to return from the pasture to the milking unit. In: Meijering, A., Hogeveen, H., De Koning, C.J.A.M. (Hrsg): Automatic milking, 308–311.
- Wredle, E. und Spörndly, E. (2005). Automatic milking and grazing - effects of location of drinking water on water intake, milk yield, and cow behaviour. Dairy Science 88, 1711–1722.