

# Österreichische Fachtagung Biologische Landwirtschaft

gemäß Fortbildungs-  
plan des Bundes

Grünlandbasierte Bio-Milchviehhaltung  
und  
Posterbeiträge zu aktuellen Bio-Forschungsergebnissen

9. November 2017  
an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Organisiert von:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt  
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein  
Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik  
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft  
Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (ÖAG)

## Impressum

### *Herausgeber*

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft  
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning-Donnersbachtal, Raumberg 38  
des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft,  
Umwelt und Wasserwirtschaft

### *Direktor*

HR Mag. Dr. Anton Hausleitner

### *Leitung für Forschung und Innovation*

HR Dipl. ECBHM Dr. Johann Gasteiner

### *Für den Inhalt verantwortlich*

die Autoren

### *Redaktion*

Institut für Biologische Landwirtschaft  
und Biodiversität der Nutztiere

### *Satz*

Veronika Winner

### *Druck, Verlag und © 2017*

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft  
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning-Donnersbachtal, Raumberg 38

ISSN: 1818-7722

ISBN: 978-3-902849-51-9

Diese internationale Tagung wurde vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft finanziert und gefördert.

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

Österreichische Fachtagung Biologische Landwirtschaft, 9. November 2017, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2017

# Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum</b> .....	<b>3</b>
<b>Optimierung der Milchproduktion mit frischem Wiesenfutter - Drei Systeme im Vergleich</b> .....	<b>5</b>
P. REIDY, E. MULSER, S. INEICHEN, F. AKERT, K. DORN, S. PROBST, H. FREY, T. HAAS, M. HÖLTSCHI, P. HOFSTETTER	
<b>Systemvergleich - Einfluss von Vollweide- oder Stallfütterung auf die Milchproduktion im Berggebiet Österreichs</b> .....	<b>14</b>
A. STEINWIDDER, W. STARZ, H. ROHRER, R. PFISTER	
<b>Bio-Weidehaltung bei Verwendung von automatischen Melksystemen (AMS) - Ergebnisse von Praxisbetrieben in Österreich</b> .....	<b>45</b>
A. STEINWIDDER, M. STURM	
<b>Voraussetzungen und Empfehlungen zum Einsatz von automatischen Melksystemen (AMS) auf Bio-Betrieben mit Weidegang</b> .....	<b>57</b>
U. EILERS, M. LANDWEHR, M. BÜHLER, L. MERZ, M. KRAUSE, F. ADRION, H. BERNHARDT, A. STEINWIDDER, G. PLESCH, B. ALBRECHT	
<b>Posterbeiträge</b>	
<b>Verwendung von milchsauren Nebenprodukten der Lebensmittelverarbeitung zur Reduktion der Amoniakemissionen während der Güllelagerung</b> .....	<b>65</b>
J. HÄMMERLE, W. STARZ, H. ROHRER, R. PFISTER, B. FREYER	
<b>Gülle besser verstehen - Ergebnisse des Gülleuntersuchungsprojektes 2017</b> .....	<b>69</b>
W. ANGERINGER, CH. WEBER, G. FREUDENBERGER	
<b>Auswirkungen einer Düngung mit elementarem Schwefel am Dauergrünland auf Ertrag und Futterqualität</b> .....	<b>75</b>
S. KIENDLER, W. STARZ, H. ROHRER, A. STEINWIDDER	
<b>Kräuteretablierung auf einer Kurzrasenweide</b> .....	<b>81</b>
ST. HUBER, M. HOFMANN	
<b>Einfluss von Heutrocknung und -lagerung auf die Überlebensfähigkeit von Parasitenlarven</b> .....	<b>85</b>
L. PODSTATZKY, B. SENDEL	
<b>Untersuchungen zur Aussagekraft von Blutparametern und Milch Inhaltsstoffen bei Milchkühen</b> ..	<b>89</b>
P. GREGORITSCH, A. STEINWIDDER, J. GASTEINER, L. PODSTATZKY, W. ZOLLITSCH	
<b>Treibhauspotentiale von 16 österreichischen Bio-Heumilchbetrieben</b> .....	<b>95</b>
S. J. HÖRTENHUBER, A. SCHEURICH, R. WEISSHAIDINGER, W. ZOLLITSCH	
<b>Lebensmittelkonversionseffizienz von 16 österreichischen Bio-Heumilchbetrieben</b> .....	<b>99</b>
A. SCHEURICH, S.J. HÖRTENHUBER, R. WEISSHAIDINGER, W. ZOLLITSCH	



## Optimierung der Milchproduktion mit frischem Wiesenfutter - Drei Systeme im Vergleich

Beat Reidy<sup>1\*</sup>, Esther Mulser<sup>1</sup>, Sebastian Ineichen<sup>1</sup>, Franziska Akert<sup>1</sup>, Katharina Dorn<sup>1</sup>, Stefan Probst<sup>1</sup>, Hansjörg Frey<sup>2</sup>, Thomas Haas<sup>2</sup>, Markus Höltschi<sup>2</sup> und Pius Hofstetter<sup>2</sup>

### Zusammenfassung

In der Schweiz praktiziert ein großer Teil der Milchproduzenten ein Fütterungssystem mit Teilweide und Zufütterung von Frischgras im Stall (Eingrasen). Zur Entwicklung von praxisorientierten Lösungen und Optimierungsmöglichkeiten für Eingrasbetriebe mit Teilweide wurden deshalb von 2014 bis 2016 drei Milchproduktionssysteme mit Verfütterung von frischem Wiesenfutter verglichen: Eingrasen mit Teilweide und Zufütterung von reduzierten (EGKF; 430 kg/Kuh und Jahr) und erhöhten (EGKFplus; 1 160 kg/Kuh und Jahr) Kraftfuttermengen sowie Vollweide mit geringen Kraftfuttermengen (VW; 90 kg /Kuh und Jahr) und saisonaler Blockabkalbung. Der Vergleich wurde auf 36 Pilotbetrieben im Schweizer Mittelland durchgeführt, ergänzt mit Untersuchungen auf dem Gutsbetrieb in Hohenrain (LU). Der durchschnittliche Ertrag der Kurzrasenweiden in Hohenrain (LU) betrug 117 dt TS/ha und Jahr. Der durchschnittliche Energie- und Proteingehalt des Wiesenfutters der Kurzrasenweiden auf dem Gutsbetrieb Hohenrain war auf einem konstant hohen Niveau (6,6 MJ NEL/kg TS, 246 g RP/kg TS). Frisch eingegrastes Wiesenfutter (Eingrasen) hingegen zeigte im Vegetationsverlauf, sowohl auf dem Gutsbetrieb als auch auf den Pilotbetrieben, starke Schwankungen im Nährstoffgehalt. Die Kühe der EGKF-Betriebe erzeugten pro Standardlaktation durchschnittlich 7 218 kg energiekorrigierte Milch (ECM), diejenigen der EGKFplus-Betriebe 8 457 kg und diejenigen der VW-Betriebe 6 268 kg ECM. Die EGKFplus-Betriebe waren signifikant effizienter hinsichtlich der Energieverwertung als die Betriebe der anderen Systeme. Der Arbeitsaufwand für das Füttern in Arbeitskraftstunden pro Kuh und Jahr war bei den Systemen mit Eingrasen höher (22,0 bzw. 18,5 h) als bei den VW-Betrieben (7,6 h). Im Vergleich zu den Referenzbetrieben realisierten die Pilotbetriebe im Durchschnitt eine überdurchschnittlich hohe Arbeitsverwertung (19,1 vs. 23,4 €/h) und ein überdurchschnittlich hohes landwirtschaftliches Einkommen pro Jahr und ha landwirtschaftliche Nutzfläche (1 699 vs. 2 192 €), insbesondere erreichten die VW-Betriebe die höchsten Werte. Die durchschnittlich höchste N-Effizienz wies das System EGKF (53,4%) auf. Die N-Effizienz der Systeme EGKFplus (45,7%) und VW (44,2%) lag auf vergleichbarem Niveau. Als Erfolgsfaktoren für die jeweiligen Produktionssysteme wurden eine angepasste

### Summary

In Switzerland, a lot of dairy farms combine indoor feeding with partial grazing. To develop a scientifically sound basis for the development of practical recommendations and optimisations for farms that practice partial grazing and indoor feeding of fresh grass from 2014 to 2016, a comparison of three different grassland-based milk production systems was conducted. Partial grazing with indoor feeding of fresh grass with reduced (EGKF; 430 kg/cow and year) and increased (EGKFplus; 1.160 kg/cow and year) concentrate supplementation was compared with the full grazing system with seasonal calving and reduced concentrate supplementation (VW; 90 kg/cow and year). The system comparison was implemented on the experimental farm (EF) of the Vocational Education and Training Centre for Nature and Nutrition in Hohenrain, complemented by investigations on 36 pilot farms (PFs) which are located in the central lowland and which are practicing one of the systems. The average grass yield in the EF from 2014 to 2016 was 117 dt DM/ha and year. The energy and protein content of the herbage from the semi-continuous pastures of the VW herd remained at a constantly high level throughout the vegetation period (6.6 MJ NEL/kg DM, 246 g CP/kg DM), whereas that of fresh grass for indoor feeding showed considerable variations in nutrient content in the EF and pilot farms. In the PFs, the average milk production over the three-year period was 7,218, 8,457 and 6,268 kg ECM/cow and year in EGKF, EGKFplus and VW, respectively. In terms of energy efficiency, cows on EGKFplus farms were more efficient than those in the two other systems. The labour input of the feeding according to the working hour per cow and year was higher for the EGKF (22.0 h) and EGKFplus (18.5 h) systems than for the full grazing farms (7.6 h). Compared with the reference dairy farms, the PF farms had, on average, a higher income per working hour (€19.1/h vs. €23.4/h) and a higher agricultural income per year and hectare (€1,699 vs. €2,192). The highest income was registered for VW farms. The highest nitrogen efficiency was found in EGKF farms (53.4%), followed by EGKFplus (45.7%) and VW (44.2%). An appropriate cow breed, optimal grazing management, high-quality swards, efficient work processes and an adequate workload were identified as the most important factors affecting the success of the systems through farmers' participation in

<sup>1</sup> Hochschule für Agrar-, Forst und Lebensmittelwissenschaften, HAFL, Länggasse 85, CH-3052 Zollikofen

<sup>2</sup> Berufsbildungszentrum für Natur und Ernährung, BBZN, Sennweidstrasse 35, CH-6276 Hohenrein/ Klosterbüel 28, CH-6170 Schüpfheim

\* Ansprechpartner: Prof. Dr. Beat Reidy, [beat.reidy@bfh.ch](mailto:beat.reidy@bfh.ch)

Genetik, optimale Weideführung, qualitativ hochwertige Wiesenbestände, effiziente Arbeitsprozesse sowie eine angemessene Arbeitsbelastung angesehen.

*Schlagwörter:* Milchviehbetriebe, Fütterung frisches Wiesenfutter, Leistungen, Arbeitszeitbedarf, Vollkosten, N-Effizienz, vorbildliche Praxis

exchange groups.

*Keywords:* dairy farming, feeding fresh grass, performances, labour input, full costs, nitrogen efficiency, best practices

## 1. Einleitung

Aufgrund der speziellen geographischen und klimatischen Lage am Alpenbogen haben Wiesen und Weiden als Landschaftselemente flächenmässig in der Schweiz die grösste Bedeutung. Mit knapp 70% Anteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche ist der Graslandanteil im Vergleich zu anderen Europäischen Ländern sehr hoch (Reidy und Ineichen, 2016). Entsprechend gross ist die Bedeutung der wiesenfutterbetonten Milchproduktion. Seit einigen Jahren wird eine verstärkte Liberalisierung des Milchmarktes angestrebt. Die Schweizer Milchproduzenten sind gefordert, Produktivität und Effizienz zu erhöhen und gleichzeitig die Produktionskosten zu senken. Die relativ kleinen Strukturen und das hohe Kostenumfeld der Schweiz stellen die Betriebe dabei vor besondere Herausforderungen (Gazzarin et al., 2014; Haas und Hofstetter, 2017). In der Schweiz werden graslandbasierte Produktionssysteme mittels Direktzahlungen agrarpolitisch gefördert (BLW, 2017). Eine Fokussierung auf reine Vollweide- oder Stallfütterungssysteme, wie dies in anderen Ländern Europas zu beobachten ist, ist in der Schweiz nur beschränkt möglich. Aufgrund topografischer und struktureller Einschränkungen praktiziert eine grosse Anzahl der Schweizer Milchproduzenten deshalb ein Fütterungssystem mit Teilweide und Zufütterung im Stall (Eingrasen). Während der Vegetationszeit werden die Kühe meist halbtags auf hofnahen Flächen geweidet. Je nach Futterangebot wird die Ration im Stall mit eingegrastem Wiesenfutter von hoffernden Natur- oder Kunstwiesen bzw. Silage und Kraftfutter ergänzt. Dies hat den Vorteil, dass auch nicht arrondierte Flächen zur Produktion von Wiesenfutter genutzt werden können. Nachteilig sind die unausgeglichene und schwankende Nährstoffgehalte des Futters und die höheren Kosten für die Futtergewinnung. Im Vergleich zu Vollweidesystemen fallen die relativ hohen Arbeits- und Maschinenkosten stark ins Gewicht (Gazzarin und Schick, 2004), vor allem wegen der täglichen Bereitstellung des Futters.

Abgesehen von punktuellen Untersuchungen in Frankreich (Bretagne) (Lacour, 2010; Losque et al., 2013) wurde bisher im europäischen Umfeld über die für die Schweiz typische Produktionsform des „Eingrasen“ kaum systematisch Forschung betrieben. Im Rahmen eines breit abgestützten Verbundprojektes wurden unter der Leitung der Hochschule für Agrar- Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) in Zollikofen und des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) in Hohenrain von 2014 bis 2016 drei Milchproduktionssysteme mit Verfütterung von frischem Wiesenfutter untersucht. Das international bewährte System der Vollweide mit saisonaler Blockabkalbung im Frühling wurde dem System Eingrasen mit Teilweide, ergänzt mit unterschiedlichen Kraftfuttermengen (ca. 300 kg bzw. 1 000 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr), in einem Systemvergleich gegenübergestellt und untersucht. Der Systemvergleich

wurde auf dem Gutsbetrieb des BBZN und gleichzeitig auf 36 Pilotbetrieben im Schweizer Mittelland durchgeführt.

Hauptziel des Projektes war die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen, mit deren Hilfe praxiserichte Lösungen und Optimierungsmöglichkeiten für Eingrasbetriebe mit Teilweide entwickelt werden können. Nebst produktionstechnischen und wirtschaftlichen Aspekten wurden auch Fragestellungen untersucht, welche die Nachhaltigkeit und die effiziente Nutzung von Ressourcen betrafen. Durch die Mitarbeit von Pilotbetrieben aus verschiedenen Regionen der Schweiz wurde sichergestellt, dass zwischen Forschung und Praxis ein gegenseitiger Wissensaustausch stattfand.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Versuchsaufbau und Datenerhebung

Von 2014 bis 2016 wurden drei wiesenbetonte Milchproduktionssysteme untersucht und miteinander verglichen (Hofstetter et al., 2014). Auf dem Gutsbetrieb des BBZN in Hohenrain, Kanton Luzern, wurden zeitgleich drei Herden, die jeweils einem System [Eingrasen mit wenig Kraftfuttereinsatz (EGKF; 181 kg/Kuh und Jahr), Eingrasen mit erhöhtem Kraftfuttereinsatz (EGKFplus; 856 kg/Kuh und Jahr) und Vollweide (VW; 0 kg/Kuh und Jahr)] zugeordnet waren, einem Systemvergleich unterzogen. Die mittelschweren (schwach humoser sandiger Lehm) und teilweise staunassen Böden auf dem Gutsbetrieb mit meist süd-östlicher Exposition sind genügend bis vorrätig mit Nährstoffen versorgt und erbringen sehr gute Raufuttererträge (bis 140 dt TS/Jahr). Gedüngt wurde nach Schweizer GRUDAF-Normen (Flisch et al., 2009), d.h. alle Weideflächen wurden im Frühjahr und nach Möglichkeit im Herbst einmal mit ca. 30 m<sup>3</sup> Rindervollgülle gedüngt. Die Flächen mit Mähnutzung wurden nach jedem Schnitt ebenfalls begüht. Auf den Kurzrasenweiden wurden viermal jährlich, jeweils Ende Mai, Juni, Juli und August, 100 kg Ammonsalpeter (27% N) pro Hektare ausgebracht.

Um die erarbeiteten Grundlagen zu verifizieren und mit Erkenntnissen aus der Praxis zu ergänzen, wurden während der dreijährigen Projektdauer zusätzlich 36 Pilotbetriebe aus dem Schweizer Mittelland (West, Mitte, Ost) in die Studie miteinbezogen. Die Pilotbetriebe konnten jeweils einem der auf dem Gutsbetrieb untersuchten Systeme (EGKF, EGKFplus bzw. VW) zugeordnet werden. Sie dienten der regelmässigen Datenaufnahme und beteiligten sich im Rahmen von Arbeitskreisen am Projekt. Die Pilotbetriebe wurden über Ausschreibungen in der landwirtschaftlichen Presse und über die lokalen Beratungsdienste rekrutiert und betreut. In der Folge werden hauptsächlich die Ergebnisse der Pilotbetriebe präsentiert.

#### 2.1.1 Futterbau

Auf dem Gutsbetrieb des BBZN wurden sowohl vom

**Tabelle 1: Geplante (SOLL) und realisierte (IST) Versuchsanlage auf den Pilotbetrieben für die Milchproduktionssysteme Eingrasen mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) sowie für das Vollweidesystem (VW).**

Milchproduktions-system		EGKF	EGKFplus	VW
<b>Kraftfutter kg pro Kuh und Jahr</b>	SOLL	maximal 500	800 – 1 200	maximal 300
	IST	430	1 160	90
<b>Sommerfütterung:</b>				
Anteil frisches Wiesenfutter an der Ration in %	SOLL	2/3 der Ration	2/3 der Ration Wiesenfutter	Vollweide Wiesenfutter
Energieanteil Wiesenfutter (MJ NEL) in % der gesamten Energieaufnahme	IST <sup>1</sup>	74±16	61±11	92±8
	Anteile:			
	maximal	89	78	100
	minimal	39	40	74
<b>Silagefütterung</b>	IST	silofrei: 6 Betriebe von 11 Betrieben	silofrei: 13 Betriebe von 13 Betrieben	silofrei: 7 Betriebe von 12 Betrieben
<b>Herdengrösse Ø</b>	IST	35,6 Kühe	49,7 Kühe	40,8 Kühe
<b>Haltungssystem</b>	IST	2 Betriebe mit Anbindestall	kein Betrieb mit Anbindestall	2 Betriebe mit Anbindestall
<b>Produktionsform</b>	IST	3 Biobetriebe	kein Biobetrieb	3 Biobetriebe
<b>Mechanisierung Eingrasen</b>	IST	Frontmäherwerk 2 Betriebe Motormäher 9 Betriebe Beides 1 Betrieb	Frontmäherwerk 10 Betriebe Motormäher 2 Betriebe Beides 1 Betrieb	Frontmäherwerk 1 Betrieb Motormäher 2 Betriebe Beides kein Betrieb
<b>Mechanisierung Fütterung</b>	IST	4 Betriebe mit Futtermischwagen	8 Betriebe mit Futtermischwagen	1 Betrieb mit Futtermischwagen

<sup>1</sup>Mittelwert und ±SD

frischen als auch vom konservierten Wiesenfutter während der ganzen Projektdauer regelmässig die Nährwerte analysiert. Die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände wurde während der Projektdauer in regelmässigen Abständen sieben Mal gemäss Daget & Poissonet (1969) untersucht. Das Graswachstum auf der Weide wurde mit einer leicht modifizierten Methode gemäss Corral und Fenlon (1978) gemessen (Kneubühler et al., 2016). Die Aufwuchshöhe der Weiden wurde mittels Rising Plate Meter gemessen. Zur Ertragsbestimmung der Wiesen wurde jeweils vor dem Schnitt eine repräsentative Probe (10 m<sup>2</sup> von Flächen zur Grünverfütterung im Stall, 8 x 0,25 m<sup>2</sup> von Flächen zur Konservierung) erhoben. Muster zur Nährwertbestimmung wurden im Stall bzw. im Futterlager entnommen. Bei den 36 Pilotbetrieben wurden die konservierten Futtermittel jedes Jahr im Futterlager beprobt. Von 7 ausgewählten Pilotbetrieben wurden im Jahr 2016 von Mai bis November regelmässig Frischgrasproben vom eingegrasteten Futter im Stall genommen. Sämtliche Nährwertanalysen wurden im Labor der eidgenössischen Forschungsanstalt Agroscope Posieux mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) untersucht. In der vorliegenden Publikation werden die Nährstoffgehalte des Wiesenfutters des Jahres 2016 miteinander verglichen.

### 2.1.2 Tierhaltung

Als Datengrundlage für die Auswertung der Milchleistungen und Milchinhaltsstoffe dienten die Milchleistungsprüfungsdaten. Diese wurden 11 Mal pro Jahr von den Zuchtverbänden auf den Betrieben durchgeführt.

Die Berechnung des Gesamtenergiebedarfs der Kühe und die Umrechnung der erhobenen Milchmengen in ECM erfolgten gemäss Jans et al. (2015). Die Fruchtbarkeitskennzahlen wurden auf Basis von Einzeltierdaten der Zuchtverbände berechnet. Zur Analyse der Tiergesundheit wurden pro System und Jahr von sieben Pilotbetrieben die Behandlungsjournale ausgewertet. Darin wurden Behandlungen und verabreichte Medikamente aufgezeichnet. Behandlungen mit Trockensteller wurden nicht in die Aus-

wertung einbezogen. Auf den Pilotbetrieben wurden jährlich sowohl die Sommer- als auch die Winterrationen und die Mengen an zugekauften Futtermitteln erhoben. Als Kraftfutter wurden in dieser Untersuchung alle Handelsfutter sowie Maiskolbenschrot und -silage (ohne Maisganzpflanzenprodukte), nicht jedoch Mineralstoffe, berücksichtigt. Im Herbst 2014 wurden einmalig alle laktierenden Kühe (n=1 428) mit einer Tierwaage der Firma Grüter gewogen (Modell EC2000, 0,5 kg Auflösung).

### 2.2 Pilotbetriebe

Der Kraftfüttereinsatz für die EGKF- und VW-Betriebe bewegte sich im Vergleich zum Kraftfüttereinsatz in der Schweiz (Reidy und Ineichen, 2015) auf einem tiefen Niveau, während der durchschnittliche Kraftfüttereinsatz der EGKFplus-Betriebe leicht über dem schweizerischen Durchschnitt lag [Tabellen 1 und 7 (Strukturdaten)].

Die Wiesenbestände bestanden aus Natur- und Kunstwiesen. Frontmäherwerk, Melkstand oder automatisches Melksystem waren erwünscht. Die Buchhaltung musste vorhanden und einsehbar sein. Die Hälfte der Milchviehbetriebe pro System sollten einen Kuhbestand zwischen 22 bis 49 Kühe halten und die andere Hälfte mehr als 50 Kühe.

### 2.3 Arbeitswirtschaft

In fünf Messperioden (Frühling und Sommer 2015, Herbst und Winter 2015/16 sowie März 2016) wurde anhand von sechs Arbeitsbereichen mittels Arbeitstagebüchern (Einhell et al., 2017) der relative Arbeitsaufwand am Gesamtzeitbedarf je Kuh und Jahr ermittelt. Die Daten umfassten die Arbeit hinsichtlich der Milchproduktion. Dabei wurde der Aufwand für den Futterbau (z. B. Raufutterernte) nicht berücksichtigt. Diese Daten wurden anhand der PROOF Grunddaten (Schick, 2007 und 2008) standardisiert und berechnet. Für den Vergleich des Zeitaufwandes der verschiedenen Teilarbeiten (Melken, Füttern, Weide, Misten/Einstreuen, Kälberbetreuung sowie Sonderarbeiten und Betriebsführung) wurden die gemäss PROOF standardisierten

Daten verwendet. Die Berechnung der energiekorrigierten Milch (ECM) erfolgte nach Weiss et al. (2011), d. h.  $ECM \text{ kg} = [0,38 \times \text{Fett} (\%) + 0,21 \times \text{Eiweiss} (\%) + 1,05] / 3,28$ .

## 2.4 Produktionskostenrechnungen

Die Analysen der Produktionskosten der Buchhaltungsjahre 2014 bis 2016 basierten auf einem Excel Programm, welches die gesamten Kosten aufgrund der Buchhaltung und der Daten eines Jahres berechnet (VOKO Milch und Schweine, 2014). Die Daten wurden nach der Bruttokostenmethode ermittelt. Der Globalarbeitsvoranschlag diente zur Ermittlung der benötigten Arbeitszeit (Schick und Stark, 2009). Der Arbeitszeitbedarf und die verfügbare Arbeitszeit der Mitarbeitenden wurden gesamtbetrieblich erfasst und überprüft. Die Referenzgruppe bestand aus 102 Talbetrieben (Buchhaltungen 2014-2016), welche die Vollkostenrechnung mit dem gleichen Instrument durchführten. Pilotbetriebe sind in dieser Referenz-Auswertung nicht enthalten. Die Kosten für die eigene Arbeit wurden auf 28 CHF bzw. 24.9 EUR pro Arbeitskraftstunde (AKh) festgelegt. Das Eigenkapital wurde zu 0.75 % verzinst. In der Arbeitsverwertung Betrieb (fremde und eigene Arbeit) wurden die Erträge (Leistungen) abzüglich aller Kosten, mit Ausnahme der Arbeitskosten, durch die ausgewiesenen Arbeitsstunden geteilt.

## 2.5 Nährstoffbilanzen

Im Rahmen einer Hofortbilanzierung wurde für 31 Pilotbetriebe (EGKF n=11, EGKFplus n=9, VW n=11) der Stickstoff (N)-fluss berechnet. Für das Jahr 2014 wurden sämtliche dem Betrieb zugeführten Nährstoffe wie Mineraldünger, organische Dünger, Futtermittel und Tierzugänge erfasst. Die atmosphärische N-Deposition wurde mit 20 kg N/ha (Hügelzone) bzw. 25 kg N/ha (Talzone) gemäss BAFU (2014) berücksichtigt. Der N-Eintrag durch die biologische Stickstoff-Fixierung durch Leguminosen wurde in Abhängigkeit des Ertrages und des Leguminosenanteils der Wiesen und Weiden gemäss Boller et al. (2003) berechnet. Dem gegenübergestellt wurden die vom Betrieb weggeführten Nährstoffe in Form von Tieren und deren Marktprodukten (Milch, Fleisch), pflanzlichen Marktprodukten und organischen Düngern. Der Fokus lag dabei auf der Milchproduktion. Demzufolge wurden andere gehaltene Tierarten nicht berücksichtigt bzw. lediglich deren Ausscheidungen als Nährstoffinput gerechnet, sofern diese auf dem eigenen Betrieb eingesetzt wurden. Eine Abgrenzung des Ackerbaus war methodenbedingt nicht möglich. Aus dem Verhältnis der Nährstoffzufuhr und -wegfuhr (Output/Input) errechnet sich die Nährstoffeffizienz. Aus der Differenz von Nährstoffzufuhr und -wegfuhr lässt sich der Nährstoffsaldo bestimmen.

## 2.6 Wissenstransfer und Arbeitskreise

Die Betriebsleiterinnen und -leiter der Pilotbetriebe trafen sich im Durchschnitt jährlich zweimal im Rahmen von Arbeitskreisen zum gegenseitigen überregionalen Erfahrungsaustausch. Unter der Leitung der kantonalen Beratungsdienste [BBZ Arenenberg (TG), INFORAMA Rütli (BE) und BBZN Hohenrain (LU)] arbeiteten sie gemeinsam an Optimierungsmöglichkeiten und Innovationen innerhalb der verschiedenen Milchproduktionssysteme. Die einzelnen Schritte der Implementierung von Wissen und Innovationen wurden dabei im Wissenstransfer- und

Kommunikationsprozess bewusst auf Basis der „Best Practices“ integriert (Heanue et al., 2012) und mit partizipativen Modellen im Rahmen der Arbeitskreise gefördert. In enger Zusammenarbeit mit den Schweizer Milchproduzenten wurden die Ergebnisse im September 2017 einer breiten Öffentlichkeit präsentiert. So geschehen an der Fachtagung für Berater und Wissenschaftler sowie an drei Praxistagen für die Milchproduzenten mit den entsprechenden Medienberichten.

## 2.7 Statistische Auswertungen

Für die statistische Auswertung der Pilotbetriebe wurden im linearen gemischten Modell das Produktionssystem, das Jahr, die Jahreszeiten, die energiekorrigierte Milch (ECM), das Lebendgewicht und die durchschnittliche Laktationsnummer als fixe Effekte definiert. Zwei- und/oder Dreiweg Interaktionen wurden festgestellt und bei Bedarf berücksichtigt. Der Betrieb wurde als zufälliger Effekt behandelt. Die Auswertungen wurden mit dem Statistik-Programm R durchgeführt (R Core Team, 2013, Version 3.0.2).

## 3. Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Futterbau

Der mittlere Graswachstumsverlauf der Kurzrasenweiden während der Projektperiode lag etwas unter dem langjährigen Mittel. Insbesondere der typische Futterberg im Frühjahr sowie das Sommerloch waren im ersten Projektjahr (2014) aufgrund eines kalten Frühjahres wenig ausgeprägt (Abb. 1).

Die Wiesen zur frischen Verfütterung im Stall (Eingrasflächen) zeigten höhere Leguminosenanteile als die Kurzrasenweiden (Abb. 2). Dies kann durch die Schnittnutzung bedingt sein, ist aber wohl auch darauf zurückzuführen, dass es sich bei den Eingrasflächen mehrheitlich um Kunstwiesen (87,5% der Flächen) handelte.

Der Energiegehalt des Wiesenfutters der Kurzrasenweiden auf dem Gutsbetrieb in Hohenrain verlief auf konstant hohem Niveau (Abb. 3), was auf das durchgehend frühe Nutzungsstadium zurückgeführt wird. Frisch geschnittenes Wiesenfutter (Eingrasen) hingegen zeigte sowohl auf dem Gutsbetrieb als auch auf den Pilotbetrieben starke

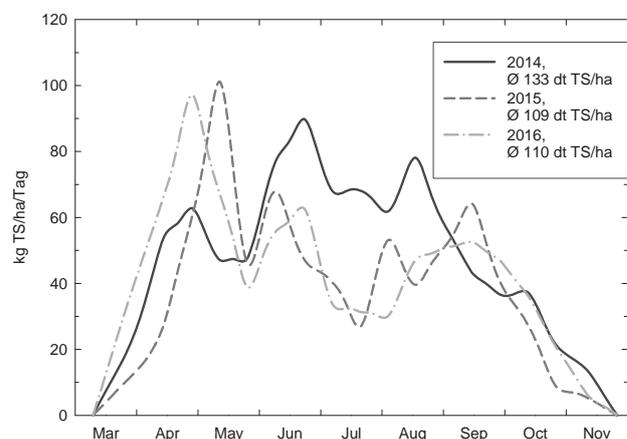


Abbildung 1: Graswachstumsverlauf der Kurzrasenweiden auf dem Gutsbetrieb des BBZN Hohenrain (LU) 2014-2016.

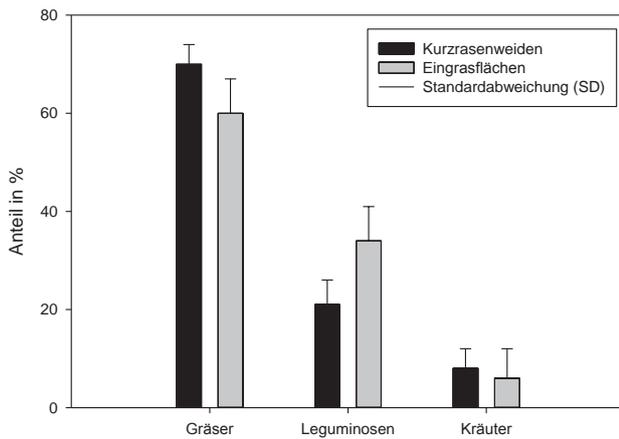


Abbildung 2: Die botanische Zusammensetzung der Versuchsfelder auf dem Gutsbetrieb des BBZN Hohenrain (LU) im Mittel der Jahre 2014-2016; Erhebungen nach Daget & Poissonet (1969).

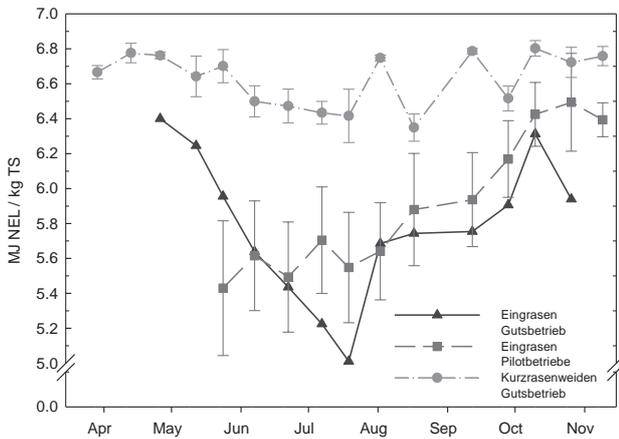


Abbildung 3: Verlauf des Energiegehaltes im frischen Wiesenfutter des Jahres 2016. Dargestellt sind Eingrasfutter (n=1) und Kurzrasenweiden (n=3, Mittelwert (Ø) & Standardabweichung (SD)) des Gutsbetriebes sowie das Eingrasfutter der Pilotbetriebe (n=7, Ø & SD). Messungen für die Eingrasflächen der Pilotbetriebe erst ab Mitte Mai.

Schwankungen der Energiegehalte. Dies einerseits zwischen den Betrieben, andererseits aber auch im Verlauf der Vegetationsperiode. Die Streuung zwischen den Proben verschiedener Betriebe zum gleichen Zeitpunkt ist gross, nimmt gegen den Herbst hin jedoch ab. Dies spricht für einen starken Einfluss des Eingrasmanagements bzw. der Nutzung der Eingrasflächen zum optimalen Nutzungszeitpunkt mit einem hohen Energiegehalt.

Im Frühjahr und Herbst wurden im Eingrasfutter Energiegehalte von über 6,0 MJ NEL festgestellt, während im Verlaufe des Sommers eine Reduktion von über 1 MJ zu verzeichnen war. Dieser Jahresverlauf kann auf einen saisonalen witterungsbedingten Einfluss (mehr Strukturanteile im Futter über die Sommermonate), auf das suboptimale Nutzungsstadium infolge ungenügendem Eingrasmanagement, sowie auf die sich verändernde botanische Zusammensetzung zurückgeführt werden. Werden leistungsfähige Pflanzenbestände im optimalen Nutzungsstadium (vor dem Ähren-/Rispen- bzw. Beginn Ähren-/Rispenschieben) geerntet, kann auch mit Eingrasen Wiesenfutter mit hohen Energiegehalten

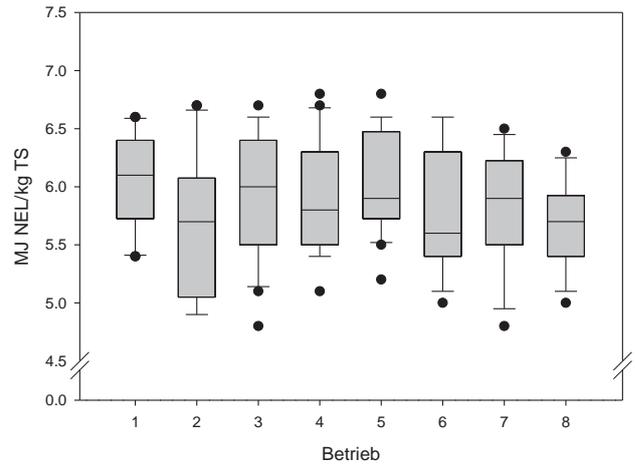


Abbildung 4: Schwankung des Energiegehaltes im Eingrasfutter von 7 Pilotbetrieben (1-7) sowie des Gutsbetriebes (8) im Jahr 2016 während der Vegetationsperiode. Total wurden n=152 Proben ausgewertet (min. n= 14, max. n= 23).

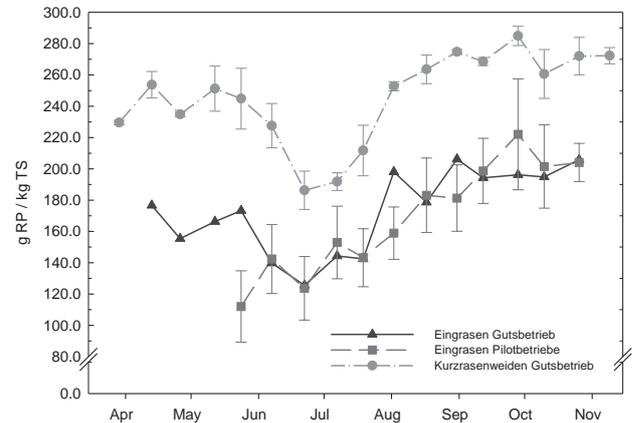


Abbildung 5: Verlauf des Rohproteingehaltes im frischen Wiesenfutter des Jahres 2016. Dargestellt sind Eingrasfutter (n=1) und Kurzrasenweiden (n=3, Mittelwert (Ø) & Standardabweichung (SD)) des Gutsbetriebes sowie das Eingrasfutter der Pilotbetriebe (n=7, Ø & SD). Messungen für die Eingrasflächen der Pilotbetriebe erst ab Mitte Mai.

geerntet werden. Zentral ist deshalb, eine Staffelung der Pflanzenbestände durch optimale Nutzung von Exposition, botanischer Zusammensetzung, Nutzungsfrequenz und Düngung zu erreichen. So können starke Schwankungen des Energiegehaltes reduziert werden (Abb. 4).

Die Staffelung des Aufwuchses und die Nutzung im optimalen Stadium sind stark witterungsabhängig. Dies zeigte auch das Jahr 2015, als der trockene Sommer mit dem geringen Wachstum dazu führte, dass auf dem Gutsbetrieb die Bestände beinahe ausschliesslich im optimalen Stadium genutzt werden konnte. Der Energiegehalt zeigte während den Sommermonaten einen deutlich weniger starken Einbruch (keine Abbildung).

Auch der Rohproteingehalt lag auf den Kurzrasenweiden mit über 200 g/kg TS auf sehr hohem Niveau und war wesentlich höher als im frisch geschnittenen Wiesenfutter der Eingrasflächen (Abb. 5). Dies trotz niedrigerem Leguminosenanteil der Bestände (Abb. 2). Vergleichbar hohe Rohproteingehalte konnten schon im Vorgängerprojekt

**Tabelle 2: Vergleich des konservierten Futters aller Pilotbetriebe der Jahre 2013-2015 mit dem frischen Wiesenfutter, welches im Jahr 2016 im Stall vorgelegt wurde (Eingrasfutter).**

	Dürrfutter	Grassilage	Eingrasfutter	
Anzahl Proben	145	42	140	
Anzahl Betriebe	35	13	7	
Beprobungszeitraum	2013-2015	2013-2015	2016	
TS-Gehalt	%	88	35	k. A.
Rohasche	g/kg TS	93	109	106
Rohprotein	g/kg TS	128	149	167
ADF	g/kg TS	304	295	265
NDF	g/kg TS	497	461	431
Zucker	g/kg TS	114	64	116
NEL	MJ NEL/kg TS	5,3	5,5	5,9
APDE	g/kg TS	85	75	100
APDN	g/kg TS	81	96	111

(Hofstetter et al., 2011) beobachtet werden. Saisonal verlief der Gehalt sowohl im Weide- als auch im Eingrasfutter weitgehend parallel. Da im Gegensatz zu den Eingrasflächen das Nutzungsstadium der Kurzrasenweiden weitgehend konstant blieb, muss der saisonale Gehaltsverlauf hier im Zusammenhang mit der sich verändernden botanischen Zusammensetzung stehen. Die Streuung zwischen einzelnen Messwerten des Eingrasfutters der Pilotbetriebe dürfte hier hauptsächlich auf die botanische Zusammensetzung der jeweiligen Pflanzenbestände zurückzuführen sein.

Frisches Wiesenfutter weist im Vergleich zum konservierten Futter einen um ca. 10% höheren Energiegehalt auf (Tab. 2). Niedrigere Veratmungs-, Vergärungs- und Bröckelverluste dürften dafür verantwortlich sein. Der geringere Gehalt an Zellwandanteilen (ADF, NDF) und die höheren Proteingehalte weisen auf frühere Nutzungszeitpunkte beim Eingrasen hin, als dies beim konservierten Futter der Fall gewesen sein dürfte.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das eingegraste Wiesenfutter starken saisonalen Schwankungen unterworfen war. In den untersuchten Proben lagen die Energie- und Nährstoffgehalte im Mittel zwar jeweils über den Gehalten einer Grassilage, aber deutlich unter den Gehalten einer Kurzrasenweide. Durch ein optimales Eingrasmanagement der entsprechenden Wiesenbestände scheint aber in der Praxis durchaus noch Potential zur Erhöhung der Futterqualität beim Eingrasen zu bestehen.

## 3.2 Tierhaltung

### 3.2.1 Zusammensetzung der Ration

Auf den Pilotbetrieben lag der durchschnittliche Anteil an frischem Wiesenfutter in der Sommerration auf Basis MJ NEL bei den EGKF- bzw. den EGKFplus-Betrieben bei 74% und 61% (Tab. 1). Infolge eines geringen Anteils an anderem Raufutter, Saftfutter und wenig Kraftfutter war der Wiesenfutteranteil bei den VW-Betrieben mit 92% in der Sommerration am höchsten.

### 3.2.2 Milchleistungen der Kühe der Pilotbetriebe

Die durchschnittliche Milchleistung der EGKF-Betriebe war mit 7 218 kg ECM / Kuh und Jahr beachtlich (Tab. 3). Dennoch war die Jahresmilchleistung bei den EGKFplus-Betrieben mit 8 457 kg ECM / Kuh und Jahr höher. Die durchschnittliche Milchleistung der VW-Betriebe betrug

6 268 kg ECM / Kuh und Jahr. Diese Leistung entspricht früheren Untersuchungen, in denen jedoch gut 200 kg mehr Kraftfutter eingesetzt wurde (Hofstetter et al., 2011). Die Streuung der Jahresmilchleistungen war bei den VW- und den EGKFplus-Betrieben grösser als bei den EGKF-Betrieben. Bei den prozentualen Anteilen der Milchinhaltsstoffe Fett und Protein ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Systemen. Nur in der Auswertung nach Jahreszeiten hatten VW-Betriebe im Herbst einen höheren Fettgehalt in der Milch als die beiden anderen untersuchten Systeme. Dies dürfte im Wesentlichen auf die Saisonalität des VW-Produktionssystems zurückzuführen sein.

Die monatliche Tagesmilchmenge in kg ECM der EGKFplus-Betriebe war ganzjährig signifikant höher als diejenige der EGKF- und VW-Betriebe (Abb. 6). Nur im Frühling konnte kein Unterschied zwischen den Milchmengen der EGKFplus- und der VW-Betriebe festgestellt werden. Im Herbst ergaben sich zwischen den EGKF- und den VW-Betrieben tendenzielle Unterschiede.

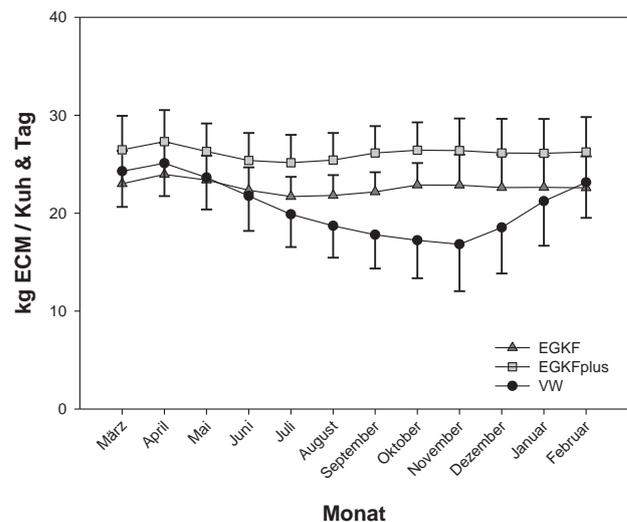
### 3.2.3 Fruchtbarkeitskennzahlen der Kühe und Tiergesundheit

Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Systemen in Bezug auf die Fruchtbarkeitskennzahlen festgestellt (Tab. 4). In der Tendenz wurde eine kürzere Verzögerungszeit bei den VW-Betrieben (ca. 12 Tage)

**Tabelle 3: Standard- und Vollabschlüsse sowie Gehaltmengen der Milch der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter (EGKF, n=33) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus, n=39) sowie der Vollweidebetriebe (VW, n=36) von 2014 - 2016. Mittelwert (Ø) und Standardabweichung (SD).**

Produktions-systeme	EGKF		EGKFplus		VW	
	Ø	±SD	Ø	±SD	Ø	±SD
Milchleistung, kg ECM <sup>1</sup>	7 218	691	8 457	882	6 268	1 124
Milchleistung <sup>2</sup> , kg	7 115	633	8 384	989	6 025	1 078
Fett, %	4,18	0,23	4,15	0,23	4,11	0,50
Protein, %	3,42	0,16	3,46	0,2	3,31	0,41

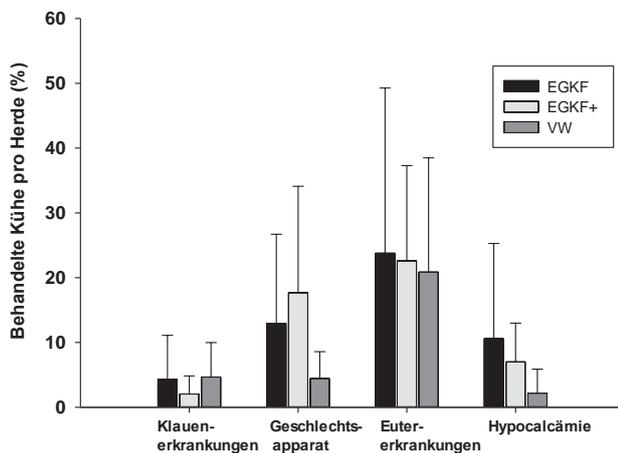
<sup>1</sup>ECM: energiekorrigierte Milch der Standardlaktation, <sup>2</sup>Vollabschluss



**Abbildung 6: Verlauf der Tagesmilchmengen in kg ECM pro Kuh und Tag auf den Pilotbetrieben. Daten der EGKF- (n=33), der EGKFplus- (n=39) sowie der VW-Betriebe (n=34) sind Mittelwerte der Jahre 2014-2016.**

**Tabelle 4: Fruchtbarkeitskennzahlen der Kühe der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) sowie der Vollweidebetriebe (VW) von 2014 – 2016. Mittelwert ( $\bar{O}$ ) und Standardabweichung (SD).**

Produktionssysteme	EGKF			EGKFplus			VW			p-Wert
	$\bar{O}$	$\pm$ SD	n	$\bar{O}$	$\pm$ SD	n	$\bar{O}$	$\pm$ SD	n	
Zwischenkalbezeit, Tage	374	77	1 025	367	76	1 907	358	75	1 106	0,125
Serviceperiode, Tage	108	65	867	112	57	1 402	92	55	940	0,059
Verzögerungszeit, Tage	31	58	866	29	48	1 402	16	45	939	0,055
Rastzeit, Tage	77	28	864	83	35	1 401	76	38	929	0,241



**Abbildung 7: Erfasste Behandlungen von Kühen mit Krankheitssymptomen in Prozent aller Kühe der jeweiligen Herden (n= 7 pro System).**

realisiert. Dies deckt sich mit den Ergebnissen aus dem Versuch 2008 bis 2010 auf dem Gutsbetrieb BBZN Hohenrain (Frey et al., 2017).

Die Auswertung der Behandlungsjournale ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Systemen in Bezug auf die Häufigkeit der Behandlungen von Krankheitssymptomen. Hingegen konnten grosse Unterschiede zwischen einzelnen Betrieben innerhalb eines Systems beobachtet werden (Abb. 7). Beinahe alle Betriebe behandelten während der Versuchszeit bei den Kühen Erkrankungen am Geschlechtsapparat und Eutererkrankungen (vor allem Mastitis) sowie Hypocalcämie. Hingegen wurden praktisch keine Behandlungen der Stoffwechselkrankheiten Acidose, Ketose oder Weidetetanie verzeichnet. Daher wurden diese Erkrankungen nicht weiter ausgewertet.

### 3.2.4 Kraftfuttermittelverbrauch und Produktionseffizienz der Pilotbetriebe

Auf den Pilotbetrieben betrug die Spannweite der verabreichten Kraftfuttermengen pro Kuh und Jahr zwischen

**Tabelle 5: Verhältnis von produzierter Milch und Gesamtbedarf an MJ NEL als Durchschnitt pro Jahr (2014-16) sowie das Lebendgewicht (LG) der Kühe in kg für Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF, n=11) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus, n=13) sowie für die Vollweidebetriebe (VW, n=12). Mittelwert ( $\bar{O}$ ) und Standardabweichung (SD).**

Produktionssysteme	EGKF		EGKFplus		VW	
	$\bar{O}$	$\pm$ SD	$\bar{O}$	$\pm$ SD	$\bar{O}$	$\pm$ SD
kg ECM / 10 MJ NEL	2,00 <sup>a</sup>	0,11	2,15 <sup>b</sup>	0,08	1,90 <sup>a</sup>	0,21
LG laktierende Kühe, kg	651 <sup>a</sup>	86	655 <sup>a</sup>	76	577 <sup>b</sup>	100

<sup>a,b</sup>Mittelwerte einer Zeile mit unterschiedlichem Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $p < 0.05$ )

0 kg und 2 600 kg. Fünf von 12 Vollweidebetrieben setzten während der gesamten Projektdauer keine Kraftfuttermittel ein. In den Systemen EGKF und EGKFplus wurden im Durchschnitt mindestens 100 kg bzw. 670 kg pro Kuh und Jahr verfüttert.

Bei Betrachtung der Produktionseffizienz, hier definiert als produzierte kg ECM pro 10 MJ NEL Gesamtbedarf, schnitten die EGKFplus-Betriebe signifikant besser ab als die Betriebe der anderen beiden Systeme (Tab. 5). Zwischen den EGKF- und den VW-Betrieben gab es hingegen keinen signifikanten Unterschied, trotz durchschnittlich rund 1 000 kg höherer Milchleistung der EGKF- gegenüber den VW-Betrieben. Grund dafür dürfte sein, dass im VW-System leichtere Kühe vorhanden waren, welche einen tieferen Erhaltungsbedarf aufweisen. Das mittlere Lebendgewicht der VW-Kühe war signifikant tiefer (-76 kg) als dasjenige der EGKF- und der EGKFplus-Kühe (651 bzw. 655 kg).

### 3.3 Arbeitswirtschaft

Für das Melken wendeten die EGKF-Betriebe die höchste Stundenzahl auf (34,1 AKh/Kuh/Jahr) und die EGKFplus-Betriebe die wenigsten Stunden (27,4 AKh/Kuh/Jahr). Alle Betriebe benötigten für das Melken 34% der gesamten Arbeitszeit (Tab. 6). Der Arbeitsaufwand für die Weide betrug für die VW-Betriebe 16 AKh pro Kuh und Jahr, während die Eingrasbetriebe 7,0 bzw. 4,8 AKh je Kuh und Jahr benötigten. Diese Betriebe wendeten für das Füttern 22,0 bzw. 18,5 AKh pro Kuh und Jahr auf, die VW-Betriebe hingegen nur 7,6 AKh je Kuh und Jahr. Der nach PROOF ermittelte gesamte Arbeitsaufwand pro Kuh und Jahr war für die oben genannten Arbeitsgänge bei den EGKF- 100 AKh, bei den EGKFplus- 80 AKh und bei den VW-Betrieben 84 AKh pro Kuh und Jahr. Mit steigender Bestandesgrösse nahm der Arbeitszeitbedarf pro Kuh und Jahr ab, wie dies im Rinderreport 2015 von Baden-Württemberg auch festgestellt wurde (Gräter, 2016). In der süddeutschen Arbeitszeitauswertung wurde bei einem ähnlichen Kuhbestand wie in der vorliegenden Analyse ein Arbeitszeitbedarf von 76 AKh je Kuh und Jahr festgestellt. Bei ansteigender Bestandesgrösse, z. B. 86 Kühe, sank dort der Arbeitszeitbedarf je Kuh und Jahr auf 48,3 AKh/Kuh/Jahr. Die Arbeitsproduktivität der Milchproduktion (kg ECM/AKh) ohne Berücksichtigung des Futterbaus war bei den EGKFplus-Betrieben mit beinahe 100 kg ECM/AKh am höchsten. Die Ergebnisse der beiden anderen Betriebstypen lagen auf gleicher Höhe mit einem leichten Vorteil für die VW-Betriebe.

### 3.4 Betriebswirtschaft

Die Strukturdaten der Pilotbetriebe zeigten, dass die EGKF-Betriebe im Durchschnitt jährlich beinahe 225 000 kg, die

EGKFplus-Betriebe 390 000 kg und die VW-Betriebe etwas über 200 000 kg Milch pro Jahr vermarkteten (Tab. 7). Durchschnittlich die höchste landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) hatten die VW-Betriebe mit 35,9 ha, davon waren 28.0 ha Hauptfutterfläche (HFF). Die EGKF-Betriebe hatten im Durchschnitt die kleinste LN mit 28,8 ha und mit 21,1 ha die kleinste HFF.

**Tabelle 6: Anteil der Arbeiten und gesamter Arbeitszeitbedarf je Kuh und Jahr für die Milchproduktion sowie die Arbeitsproduktivität, basierend auf den Erhebungen der Arbeitstagebücher der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) sowie der Vollweidebetriebe (VW).**

Milchproduktionssysteme	EGKF	EGKFplus	VW
<b>Strukturelle Daten</b>			
Anzahl Messungen	36	52	43
Anzahl Kühe pro Betrieb	33	49	41
Milchleistung, kg ECM/Kuh und Jahr	6 757	7 944	6 077
Milchleistung, kg ECM/Kuh und Tag	22	27	21
Anzahl Melkeinheiten	4,8	7,5	6,2
Weideanteil an der LN <sup>1</sup> , %	25,2	13,3	96,6
Entfernung Weide vom Stall, m	280	102	250
Entfernung Eingrasen vom Stall, m	870	760	-
<b>Anteile Arbeiten &amp; Produktivität</b>			
Melken, AKh/Kuh und Jahr <sup>2</sup>	34,1	27,4	28,6
Füttern, AKh/Kuh und Jahr	22,0	18,5	7,6
Weide, AKh/Kuh und Jahr	7,0	4,8	16,0
Kälberbetreuung, AKh/Kuh und Jahr	10,0	7,2	7,6
Misten u. Einstreuen, AKh/Kuh und Jahr	5,0	4,0	5,1
Sonderarbeiten u. Betriebsführung, AKh/Kuh und Jahr	22,1	18,5	19,4
AKh je Kuh und Jahr <sup>2</sup>	100,2	80,4	84,3
Arbeitsproduktivität, kg ECM /AKh <sup>2</sup>	67,4	98,8	72,1

<sup>1</sup>LN: Landwirtschaftliche Nutzfläche, <sup>2</sup>AKh: Arbeitskraftstunde:

Berechneter Wert nach PROOF für die Milchproduktion ohne Aufwand für den Futterbau.

**Tabelle 7: Strukturdaten, Produktionskosten, Erlöse und Einkommen der Pilotbetriebe mit reduzierten Kraftfutter- (EGKF) und mit erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) sowie der Vollweidebetriebe (VW) von 2014-2016 im Vergleich zu Referenz-Talbetrieben.**

Produktionsdaten 2014 - 16	EGKF	EGKFplus	VW	Mittel	Referenz-Betriebe
<b>Strukturdaten</b>					
Betriebe, Anzahl	33	39	36	108	102
LN, ha	28,8	33,8	35,9	32,8	27,3
Kühe, Anzahl	35,6	49,7	40,8	42,1	37,4
Kuhanteil /RGVE <sup>1</sup> , %	90	93	87	90	87
HFF <sup>2</sup> inkl. Zwischenfutteranteil, ha	21,1	24,9	28,0	24,6	21,9
Verkaufte Milchmenge, t	224,9	389,3	203,1	272,4	273,0
Milchleistung pro Kuh und Jahr, kg	6 773	8 141	5 622	6 845	7 615
Arbeit Betrieb (Rindvieh und Futterbau), AKh <sup>3</sup> /Jahr	3 887	4 451	3 536	3 958	4 129
Arbeitsproduktivität (produzierte Milch), kg/AKh	61	93	64	73	70
<b>Kosten</b>					
Direktkosten, ct <sup>4</sup> /kg verkaufte Milch	16,4	24,0	16,2	19,0	22,1
Fremde Strukturkosten, ct/kg verkaufte Milch	46,3	36,6	49,1	44,0	44,9
Eigene Strukturkosten, ct/kg verkaufte Milch	36,1	23,3	36,0	31,8	33,1
<b>Erlöse</b>					
Direktzahlung und Beiträge, ct/kg verkaufte Milch	22,7	13,7	33,6	23,4	19,1
Milchproduktion, ct/kg verkaufte Milch	60,4	59,9	60,0	60,1	57,3
Nebenprodukte (Tierversauf), ct/kg verkaufte Milch	7,8	5,5	15,0	9,4	9,7
Kalkulierter Gewinn/Verlust, ct/kg verkaufte Milch	-7,9	-4,9	7,5	-2,0	-14,1
<b>Einkommen</b>					
Arbeitsverwertung, €/h	18,9	19,2	29,0	22,3	14,9
Arbeitseinkommen Betrieb und Jahr, €/Jahr <sup>5</sup>	73 328	85 321	102 426	87 025	61 811
Landwirtschaftliches Einkommen pro Jahr <sup>6</sup> , €	59 866	64 152	91 680	71 899	46 377

<sup>1</sup>RGVE: raufutterverzehende Grossvieheinheit (GVE), <sup>2</sup>HFF: Hauptfutterfläche, <sup>3</sup>AKh: Arbeitskraftstunde, <sup>4</sup>Durchschnittlicher Jahresmittelkurs von 2014 bis 2016: ein CHF = 0,88946 €, <sup>5</sup>Entgelt für fremde und eigene Arbeit, <sup>6</sup>Entgelt für eigene Arbeit und eingesetztes Eigenkapital.

Dazwischen lagen die EGKFplus-Betriebe mit 33,8 ha LN und 24,9 ha HFF.

Die Arbeitsproduktivität (Arbeit für Rindvieh und Futterbau) war bei den EGKFplus-Betrieben mit 93 kg produzierte Milch/AKh am grössten. Bei den VW-Betrieben waren die Werte mit 64 kg Milch/AKh ähnlich denjenigen der EGKF-Betriebe (61 kg Milch/AKh). Die durchschnittliche Arbeitsproduktivität aller Betriebe war leicht tiefer (-4 kg produzierte Milch/AKh) als die Produktivität der Talbetriebe der Studie von 2011 bis 2015 von Haas und Hofstetter (2017). Die in Tab. 6 ermittelten höheren Werte der Arbeitsproduktivität (Ø der Jahre: 79 kg ECM/AKh) ergaben sich daraus, dass in dieser PROOF-Methode der Futterbau nicht integriert ist.

Die Direktkosten waren infolge der geringeren Futterkosten sowohl bei den VW- als auch bei den EGKF-Betrieben mit etwas über 16,0 ct/kg verkaufte Milch tiefer als bei den EGKFplus-Betrieben mit 24,0 ct/kg verkaufte Milch. Die fremden Strukturkosten waren bei den EGKF- und auch bei den VW- Betrieben um beinahe 10,0 bzw. 12,5 ct/kg Milch höher als bei den EGKFplus-Betrieben. Auch die eigenen Strukturkosten (v.a. Lohnanspruch Betriebsleiterfamilie) lagen bei den VW- und bei den EGKF-Betrieben um gut 13,0 ct/kg Milch höher als bei den EGKFplus-Betrieben. Ähnlich hohe Vollkosten wurden bei den EGKF- und den VW-Betrieben mit 0,99 € bzw. 1,01 € pro kg verkaufte Milch ermittelt. Infolge des Skaleneffektes waren die Produktionskosten der EGKFplus-Betriebe mit 0,84 € pro kg verkaufter Milch tiefer. Der Mengeneffekt sowie die Ergebnisse der VW-Betriebe decken sich mit den Resultaten von Blättler et al. (2015) und von Haas und Hofstetter (2017).

Die VW-Betriebe erzielten mit 29,1 €/AKh die höchste Arbeitsverwertung. Die Arbeitsverwertung bei den EGKF- und bei den EGKFplus-Betrieben war mit 19,2 € bzw.

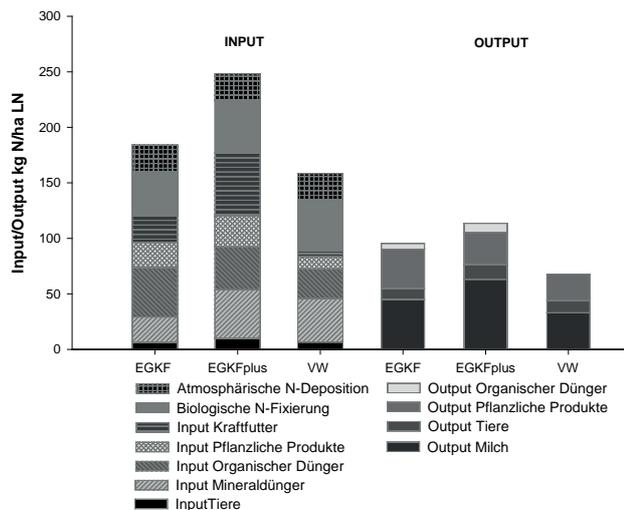


Abbildung 8: Mittelwerte der N-Input- und N-Outputgrößen für die Pilotbetriebe der drei Systeme (EGKF, n=11, EGKFplus, n=9, VW, n=11)

18,9 € pro AKh ähnlich. Das höchste Arbeits- (Entgelt für fremde und eigene Arbeit) und landwirtschaftliche Einkommen (Entgelt für eigene Arbeit und eingesetztes Eigenkapital) erwirtschafteten die VW-Betriebe, gefolgt von den EGKFplus-Betrieben. Zu erwähnen ist, dass die 36 Pilotbetriebe im Durchschnitt in der Arbeitsverwertung pro AKh 7,4 € und im landwirtschaftlichen Einkommen pro ha LN 493,0 € über dem Mittel der Referenzbetriebe von 2014 - 2016 lagen. Neben den ökonomischen Vorteilen erzeugten wiesenfutterbetonte Milchproduktionssysteme im Verhältnis zum Input grössere Mengen an menschenverfügbarem Protein wie Ertel et al. (2015) an österreichischen Milchviehbetrieben und Steinwider et al. (2016) anhand des Systemvergleichs Hohenrain I aufzeigten.

### 3.3 Nährstoffbilanzen

Die Ergebnisse der Hoftorbilanzen zeigten eine hohe Variabilität zwischen den Betrieben. Dies lässt sich unter anderem auf die verschiedenen Betriebstypen innerhalb eines Systems zurückführen. Abb. 8 zeigt die Mittelwerte der N-Input- und N-Outputgrößen für die drei Systeme. Die durchschnittlichen N-Saldoüberschüsse lagen im System EGKF bei 91,4 kg N/ha (SD=45,2), im System EGKFplus bei 134,8 kg N/ha (SD=24,06) und im System VW bei 90,6 kg N/ha (SD=36,7). Die höchste N-Effizienz wiesen im Mittel die Betriebe des Systems EGKF auf (53,4%, SD=13,4). Für die Systeme EGKFplus und VW lag sie auf einem vergleichbaren Niveau (45,7%, SD=6,9 bzw. 44,2%, SD=11,7). In den Systemen EGKF und EGKFplus bestand zwischen der N-Effizienz und dem Anteil der offenen Ackerfläche eine positive Korrelation ( $r = 0,71$ ,  $P < 0,014$  bzw.  $r = 0,83$ ,  $P < 0,006$ ). Ebenfalls positiv korreliert waren der Kraftfutterinput und der N-Saldo auf den Betrieben im System EGKFplus ( $r = 0,88$ ,  $P < 0,001$ ).

### 3.4 Wissenstransfer und Arbeitskreise

Aus Sicht der Betriebsleiter wurde ein starkes Engagement in den Arbeitskreisen verlangt. Dies resultierte aber in intensiven Diskussionen und einem regen Gedankenaustausch.

Es wurden Prozesse und Reflexionen in Gang gesetzt und Veränderungen ausgelöst. Als wichtige Erfolgsfaktoren wurden in allen drei Produktionssystemen eine angepasste Genetik, ein gutes Weidemanagement, nährstoffreiche Wiesenbestände sowie ein optimales Zusammenspiel zwischen Weide und Eingrasen angesehen. Alle Betriebe streben tiefe Kosten an und wollen das konservierte Futter vor allem im Winter einsetzen. Die VW-Betriebe suchen effiziente Arbeitsprozesse und eine sinnvolle Arbeitsverteilung. Auch die EGKF- und die EGKFplus-Betriebe wollen die Arbeitsbelastung der Betriebsleiterfamilien und der Angestellten optimieren. Diese Erkenntnisse wurden von den Pilotbetrieben an der Fachtagung, an welcher 120 Berater und Wissenschaftler teilnahmen, sowie an den Praxistagen mit über 600 anwesenden Milchproduzenten thematisiert.

## 4. Schlussfolgerungen

Hohe Leistungen aus eingegrastem Wiesenfutter werden erzielt, wenn die Eingrasflächen im optimalen Stadium (vor dem Ähren-/Rispenbeginn, bzw. Ähren-/Rispenschieben) geerntet werden. Mit moderaten Kraftfuttermengen und einem hohen Anteil an frischem Wiesenfutter in der Ration können mit dem System Eingrasen Milchleistungen zwischen 7 200 bis 8 500 kg erzielt werden. Dadurch kann auch ein stabiler Verlauf der ECM-Tagesmilchmenge erreicht werden. Unabhängig vom System macht der Arbeitsaufwand des Melkens am gesamten Aufwand für die Milchproduktion einen Drittel aus. Eingrasen erhöht den Zeitaufwand für die Fütterung um das 2,5-Fache gegenüber der Vollweide. Unter Schweizerischen Bedingungen ist es möglich, mit wiesenfutterbasierten Produktionssystemen überdurchschnittlich hohe Arbeitsverdienste (-verwertung) und Einkommen zu erwirtschaften. Dies gilt insbesondere für die VW-Betriebe. Um die N-Saldoüberschüsse, speziell bei den EGKFplus-Betrieben, zu reduzieren kann es lohnend sein, den N-Input über die Dünger (organische und mineralische) sowie über das Kraftfutter zu optimieren. Der Arbeitsbelastung der Betriebsleiterfamilien und den Arbeitsprozessen ist besondere Beachtung zu schenken.

## 5. Dank

Das Projekt wurde unterstützt durch die Kommission für Technologie und Innovation (KTI), das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), die Schweizer Milchproduzenten (SMP), lokale Milchproduzentenverbände, das Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement Luzern (Dienststelle Landwirtschaft und Wald) sowie durch die Fondation Sur-la-Croix (BS). Als Forschungspartner wirkten das Kompetenzzentrum des Bundes Agroscope, das Institut für Agrarwissenschaften der ETH Zürich, das Berufsbildungszentrum Arenenberg (TG) und das INFORAMA Zollikofen (BE) mit.

## 6. Literatur

- BAFU, 2014. Bundesamt für Umwelt. Karte Stickstoff-Deposition: Zugang: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung--historische-daten/karten-jahreswerte/karte-stickstoff-deposition.html> [3.10.2017].
- Blättler, T., B. Durgiai, L. Knapp und Th. Haller, 2015. Projekt Optimilch: Wirtschaftlichkeit der Vollweidestrategie - Ergebnisse 2000 bis 2010. Agrarforschung Schweiz 6 (7-8), 354 - 361.

- BLW, 2017. Bundesamt für Landwirtschaft. Produktionssystembeiträge: Zugang: <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/instrumente/direktzahlungen/produktionssystembeitraege.html> [27. 09. 2017].
- Boller, B., A. Lüscher und S. Zanetti, 2003. Schätzung der biologischen Stickstoff-Fixierung in Klee-Gras-Beständen. Schriftenreihe der FAL 45:47-54.
- Corral, A.J. und J.S. Fenlon, 1978. A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. *Journal of Agricultural Science* 91, 61-67
- Daget, P. und J. Poissonet, 1969. Analyse phytologique des prairies. CNRS-Cepe, document n.50, Montpellier, France.
- Einhell, Ch., J. Werner und M. Schick, 2017. Vollweide vs. Eingrasen - Ein Vergleich aus arbeitswirtschaftlicher Sicht - Schwachstellenanalyse und Optimierungsmöglichkeiten. Master-Thesis, UNIVERSITÄT HOHENHEIM, 70599 Stuttgart und Agroscope Tänikon 1, CH-8356 Ettenhausen.
- Ertl P., H. Klocker, S. Hörtenhuber, W. Knaus und W. Zollitsch, 2015. The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agricultural Systems* 137, 119–125.
- Flisch, R., S. Sinaj, R. Charles und W. Richner, 2009. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. *Agrarforschung* 16(2), p. 2-97.
- Frey, H.-J., J.J. Gross, R. Petermann, S. Probst, R.M. Bruckmaier und P. Hofstetter, 2017. Performance, body fat reserves and plasma metabolites in Brown Swiss dairy cows: Indoor feeding versus pasture-based feeding. *J Anim, Physiol Anim Nutr.* 2017; 00:1–12. Im Druck.
- Gazzarin, C. und M. Schick, 2004. Milchproduktionssysteme für die Talregion – Vergleich von Wirtschaftlichkeit und Arbeitsbelastung. FAT-Bericht Nr. 608. Tänikon, Schweiz.
- Gazzarin, C., H.-J. Frey, R. Petermann und M. Höltschi, 2011. Weide- oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), 418-423.
- Gazzarin, C., M. Kohler und O. Flaten, 2014. Milchbetriebe: Warum produziert die Schweiz teurer als Norwegen. *Agrarforschung Schweiz* 5 (6), 248-255.
- Gräter F., 2016a. Rinderreport Baden-Württemberg 2014/15. Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume, D-73525 Schwäbisch Gmünd.
- Haas, Th. und P. Hofstetter, 2017: Milchproduktion: Verkaufte Milchmenge und Weideanteil beeinflussen den Arbeitsverdienst. *Agrarforschung Schweiz* 8 (9), 356-363.
- Heanue, K., Á. Macken-Walsh und P. Mahrer, 2012: Teagasc. Best Practice in Extension Services Conference. Teagasc Oak Park Carlow, ISBN: 1-84170-593-4.
- Hofstetter, P., H.-J. Frey, R. Petermann, W. Gut, L. Herzog und P. Kunz, 2011. Stallhaltung versus Weidehaltung - Futter, Leistungen und Effizienz. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), 402-411.
- Hofstetter, P., F. Akert, L. Kneubühler, P. Kunz, H.-J. Frey, J. Estermann, W. Gut, M. Höltschi, H. Menzi, R. Petermann, H. Schmid und B. Reidy, 2014: Optimierung von Milchproduktionssystemen mit Eingrasen. Systemvergleich Hohenrain II. In: Reidy, B., Gregis, B. & Thomet, P. (Hrsg.). *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion. Mitteilung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau Band 16. Internationale Weidetagung 2014, Zollikofen, Schweiz. Jordi AG, Belp, Schweiz, 27-31.*
- Jans, F., A. Kessler, A., Münger und P. Schlegel, 2015. Fütterungsempfehlung für die Milchkühe. In: *Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch), Kapitel 7. Hrsg. Agroscope, Posieux.*
- Kneubühler L., F. Akert, H.-J. Frey, H. Schmid und B. Reidy, 2016. Saisonaler Verlauf des Graswachstums und Vergleich der Futterqualität von Weide- und Eingrasflächen. *Tagungsband Internationale Weidetagung Luxemburg. 60. Jahrestagung der AGGF. 27-32.*
- Lacour, A., 2010. Mémoire de fin d'études. Université F. Rabelais, Tours.
- Losq, G., A. Lacour, G. Trou und B. Portier, 2011. Enquêtes dans 30 exploitations laitières bretonnes pratiquant l'affouragement en vert. *Renc. Rech. Ruminants*, 2011 18.
- R Core Team, 2013. A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.r-project.org/>.
- Reidy B. und S. Ineichen, 2015. Rationszusammensetzung und Futterautonomie von Schweizer Milchproduktionsbetrieben. 59. Jahrestagung der AGGF, 27-29.08.2015, Aulendorf, 35-39.
- Reidy, B. und S. Ineichen, 2016. Wiesenfutter - die wichtigste Eiweissquelle für Wiederkäuer. Umdenken in der Eiweissversorgung der Nutztiere. Herausgeber: Kreuzer M., Lanzini T., Liesegang A., Bruckmaier R., Ulbrich S. E.. ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung, Band 39. CH-8092 Zürich.
- Schick, M., 2007. Work science in agriculture and forestry: from work procedure-based to system approach. XXXII CIOSTA-CIGR Section V Conference "Advances in labour and machinery management for a profitable agriculture and forestry". Nitra, 17.-19.09.2007, Tagungsband S. 26 - 33.
- Schick, M., 2008. Dynamische Modellierung landwirtschaftlicher Arbeit unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsplanung. *Ergonomia Verlag, Stuttgart* 144 S.
- Schick, M. und R. Stark, 2009. ART-AV, Arbeitsvoranschlag & Modellkalkulationssystem, Forschungsanstalt ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen.
- Steinwigger A., P. Hofstetter, H.-J. Frey und Ch. Gazzarin, 2016. Lebensmittel-Konversionseffizienz von stall- und weidebasierten Milchproduktionssystemen. *Agrarforschung Schweiz* 7 (10), 448 - 455.
- Weiss, J., W. Passt und S. Granz, 2011: Tierproduktion, 14. überarbeitete Version, Enke Verlag Stuttgart, ISBN: 9783830411222, Zugang: <https://www.thieme.de/de/suche.htm?q=Tierproduktion> [27. 09. 2017].
- VOKO-MILCH+SCHWEINE, 2014. Vollkostenrechnung Milch und Schweine. BBN Hohenrain und AGRIDEA, Eschikon 28, CH-8315 Lindau.

## Systemvergleich - Einfluss von Vollweide- oder Stallfütterung auf die Milchproduktion im Berggebiet Österreichs

Andreas Steinwider<sup>1\*</sup>, Walter Starz<sup>1</sup>, Hannes Rohrer<sup>1</sup> und Rupert Pfister<sup>1</sup>

### Kurzfassung

In grünlandbasierter Milchviehhaltung wird eine hohe Grundfutterflächenleistung angestrebt. In einem Versuch wurde die Flächeneffizienz der Milchproduktion bei Vollweidehaltung (VW) bzw. Silage-Stallfütterung ohne Kraftfutterergänzung (S-KF0) bzw. mit Kraftfutterergänzung (S-KF+) im Berggebiet Österreichs über drei Jahre mit insgesamt 63 Kühen verglichen.

Darüber hinaus wurde in einem simulierten Weideversuch der Effekt der Aufwuchshöhe (7 bzw. 10 cm) auf Futterqualität und Ernteertrag untersucht. Dabei konnten keine Ertragsunterschiede zwischen den Nutzungen (4-Schnitte, Koppel- und Kurzrasenweide) festgestellt werden. Dieser lag knapp über 10.000 kg T/ha. Dagegen lieferte die Kurzrasenweide mit 2.156 kg XP/ha die signifikant höchsten Rohproteinerträge gegenüber der Koppelweide (2.012 kg XP/ha) und der Vierschnittvariante (1.744 kg XP/ha).

Im Systemvergleichsversuch mit Kühen wurde bei Vollweidehaltung ein höherer Grundfutter-Nettoertrag als bei der Silagebereitung festgestellt. Die Versuchsdauer betrug in der VW-Gruppe 155 Tage, für die Tiere der Gruppe S-KF0 reichte das Grundfutter für 139 Tage und in der Gruppe S-KF+ für 150 Tage. Im gesamten Versuchszeitraum lag die Milchleistung von der Gruppe S-KF+ mit 2.798 kg signifikant über S-KF0 mit 2.309 kg ECM pro Kuh. Für die VW-Gruppe ergab sich eine Leistung von 2.511 kg ECM pro Kuh. In der mittleren täglichen Milchleistung lag die Gruppe S-KF+ mit 18,7 kg ECM signifikant über S-KF0 mit 16,6 und VW mit 16,2 kg ECM. Die Milchflächenleistung je ha Grundfutterfläche lag in der Gruppe S-KF+ mit 9.690 kg signifikant über der Gruppe S-KF0 mit 7.931 kg ECM. Die VW-Gruppe erzielte im Versuchszeitraum 8.637 kg ECM/ha und lag damit dazwischen. Bei Allokation der ECM-Leistung auf die Gesamtfutterfläche (inkl. Bio-Kraftfutteranbaufläche) wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt, die VW Gruppe erzielte hier numerisch die höchste ECM-Gesamtflächenleistung. Die Differenz zwischen Milcherlösen und Futterkosten lag in der Gruppe VW bezogen auf eine Kuh bzw. pro Hektar Grundfutterfläche signifikant über der von S-KF0, die Gruppe S-KF+ lag jeweils dazwischen.

**Schlagwörter:** Milchviehhaltung, Biologische Landwirtschaft, Vollweide, Stallfütterung, Systemvergleich

### Abstract

In pasture based dairy production systems, a high level of milk production per hectare is a major goal. In the project, three milk production systems “barn feeding with grass silage – group S-KF0”, “barn feeding with grass silage plus concentrate supplementation – group S-KF+” and “pasture feeding on a continuous grazing system without supplementation – group VW” were compared, including 63 cows over three vegetation periods in the mountain area of Austria. Furthermore, in a simulated pasture experiment, the effects of pasture growth height (7 cm: continuous grazing; 10 cm: rotational grazing; 15 cm: 4-times cutting system) on pasture feed quality and grass yield were investigated. There were no differences in DM yields between the three tested permanent grassland utilizations with about 10,000 kg DM ha<sup>-1</sup>. The simulated continuous grazing system showed significantly higher crude protein yields in comparison to the rotational grazing and the 4-times cutting system. In the feeding experiment with cows the grazing system achieved higher net forage yields in comparison to the grass silage production system. Therefore, the average experimental period lasted 155 days in group VW and 150 and 139 days in groups S-KF+ and S-KF0, respectively. During the entire experimental period, the milk yield of the S-KF+ group was significantly higher (2,798 kg ECM/cow and period) than in S-KF0 (2,309 kg ECM). The yield from cows in group VW was in between (2,511 kg ECM/cow and period). The mean daily milk production per cow in group S-KF+ (18.7 kg ECM/day) was significantly higher than in group S-KF0 (16.6 kg ECM) and VW (16.2 kg ECM). The milk yield per ha forage area increased significantly from group S-KF0 (7,931 kg ECM/ha forage area) to S-KF+ (9,690 kg ECM/ha). The milk production of cows in group VW (8,637 kg ECM/ha forage area) was in between and did not differ significantly from the silage groups. When the ECM performance was allocated to the total fodder area (incl. arable land for concentrate production), no significant group differences were found. The group VW achieved numerically the highest overall ECM production per ha total fodder area. The difference between the milk revenues and the feed costs (per cow and per hectare) in group VW was significantly higher than in group S-KF0, the cows in group S-KF+ were in between.

**Keywords:** dairy farming systems, barn feeding, pasture, organic farming

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

\* Ansprechpartner: PD Dr. Andreas Steinwider, [andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at](mailto:andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at)

## 1. Einleitung

Eine effiziente Flächennutzung und kostengünstige Produktion sind die Basis für eine wirtschaftliche Milchviehhaltung. Bei Vollweidehaltung von Milchkühen versuchen Betriebe eine standortangepasste „Low Cost“ bzw. „Low Input“ Strategie umzusetzen. Dies erreicht man durch Vereinfachung der Produktionstechnik unter Ausnutzung des natürlichen Futterwachstums (Vollweide, saisonale Abkalbung) und Minimierung des Einsatzes von Technik, Hilfsstoffen, Zukauffutter und auch Arbeitszeit. Es wird eine konsequente Minimierung des Aufwandes und Deckung der Jahresration so weit wie möglich mit dem billigsten Futter „Weidegras“ angestrebt. In Neuseeland, Australien und auch Irland wird diese Strategie in großem Ausmaß umgesetzt. Versuchsergebnisse aus der Schweiz und Österreich zeigen, dass auch in Grünlandlagen im Alpengebiet die Vollweidehaltung mit Erfolg umgesetzt werden kann (Blättler et al. 2004, Durgjai et al. 2004, Kohler et al. 2004, Stähli et al. 2004, Steinwider und Starz 2007, Steinwider und Starz, 2015, Thomet et al. 2004). Eine hohe Bedeutung hat dabei eine effiziente Weidehaltung. Bei optimaler standortangepasster Nutzung ist das Weidefutter hoch verdaulich und darüber hinaus auch das preiswerteste Futtermittel. Um dies bestmöglich zu nutzen, wird der Abkalbezeitpunkt bzw. die Laktation auf die Vegetationsperiode abgestimmt. Darüber hinaus wird in der Vegetationszeit praktisch keine Ergänzungsfütterung durchgeführt und ein hoher Weidedruck angestrebt. Damit wird versucht die Weidefuttermittelverluste konsequent zu minimieren um eine hohe Flächenleistung zu erreichen. Eine hohe Einzeltierleistung steht dabei nicht im Vordergrund, da ein negativer Zusammenhang zwischen Einzeltierleistung und Flächenproduktivität besteht (vergl. McCarthy et al. 2011).

Bei Stallfütterungssystemen muss im Gegensatz zu einer effizienten Weidehaltung mit höheren Futtermittelverlusten (Ernte bis Barren) gerechnet werden (Starz et al. 2011). Demgegenüber kann bei Stallfütterung durch Kombination unterschiedlicher Aufwüchse sowie Ergänzungsfütterung eine bedarfsangepasste und konstantere Fütterung erreicht werden. Darüber hinaus ist hier, im Gegensatz zur Weidehaltung, die Futtermittelaufnahme nicht durch die begrenzte tägliche Weidebissaktivität bzw. Futtertrockenmasseaufnahme pro Bissen eingeschränkt. In einem Kurzzeitversuch verglichen Kolver und Müller (1998) Weide bzw. TMR gefütterte Milchkühe hinsichtlich Futtermittelaufnahme und Milchleistung. In dieser Untersuchung erzielte die TMR Gruppe eine signifikant höhere Tagesmilchleistung. Die Flächenproduktivität wurde dabei nicht untersucht. In einem Schweizer Forschungsprojekt (Hofstetter et al. 2011, Gazzarin et al. 2011, Wyss et al. 2011) wurde auf einem Betrieb ein Systemvergleich zwischen Vollweidehaltung bzw. TMR-Stallfütterung durchgeführt. In der TMR Gruppe wurden jeweils zur Hälfte Holstein Friesian bzw. Schweizer Braunvieh und in der Weidegruppe jeweils Schweizer Braunvieh und Schweizer Fleckvieh gehalten. Die milchbetontere TMR-Versuchsgruppe erreichte auf Grund der bedarfsangepassten Fütterung und des Eiweißkraftfuttermittelzukaufes ebenfalls eine höhere Einzeltierleistung (ECM: 9.608 bzw. 5.681 kg) und auch eine höhere Flächenproduktivität (ECM/ha LN: 12.717 bzw. 10.307 kg/ha) und günstigere Futtermittelverwertung als die Vollweidegruppe. Die Haltung, Fütterung und die tiefere Produktionsintensität der Wei-

deherde führte zu besseren Fruchtbarkeitskennzahlen im Vergleich zur Stallherde. Wolfthaler et al. (2017) führten darauf aufbauend wirtschaftliche Untersuchungen unter österreichischen Rahmenbedingungen durch. Unter passenden Betriebsgegebenheiten erzielte die Vollweidehaltung, insbesondere wenn eine biologische Wirtschaftsweise unterstellt wurde, günstigere ökonomische Ergebnisse. Auch in der Netto-Lebensmittelproduktion schneiden weidebetonte Strategien bei reduziertem Kraftfuttermittelverbrauch günstiger als intensive Fütterungssysteme ab (Steinwider et al. 2017).

Starz et al. (2011) untersuchten im Berggebiet Österreichs die Futterqualität und den Ertrag von Dauergrünlandflächen bei Weide- oder Schnittnutzung. Die Untersuchung zeigte, dass die reine Betrachtung der Brutto-Ernteerträge (ohne Verluste) effiziente und verlustarme Systeme wie die Kurzrasenweide benachteiligt. Unter Berücksichtigung üblicher Ernte-, Konservierungs- und Futtermittelverluste (10 % bei Kurzrasenweide, 25 % bei Silierung) wurden in beiden Systemen vergleichbare Trockenmasseerträge erzielt. Die Netto-Energieerträge des Kurzrasenweidesystems waren tendenziell und die Rohproteinerträge signifikant höher als bei Schnittnutzung. Zur Erfassung der Futterqualitäten und Verluste sowie zur Beurteilung des tatsächlichen Milch-Produktionspotentials sollten daher im vorliegenden Projekt die Systeme direkt mit Milchkühen über drei Jahre geprüft werden.

Darüber hinaus sind Kurzrasen- und Koppelweide zwei bedeutende und intensive Grünlandnutzungsformen für ein weidebasiertes Fütterungssystem. Beide zeichnen sich als effiziente und arbeitssparende Weideformen aus und eignen sich ideal für mitteleuropäische Standorte mit ausreichend Niederschlägen. Doch nicht überall sind diese optimalen Bedingungen gegeben. Gerade intensiv genutzte Dauerweiden sind, für einen gleichmäßigen Ertrag, auf eine kontinuierliche Wasserversorgung angewiesen. In diesem Zusammenhang wird beschrieben, dass auf trockenheitsgefährdeten Standorten die Koppelweide günstiger als die Kurzrasenweide einzustufen ist (Thomet und Blättler 1998). Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Kurzrasen- und der Koppelweide ist die durchschnittliche Bestandeshöhe (Käch et al. 2014, Steinwider und Starz, 2015, Thomet und Hadorn, 1996) während der Vegetationsperiode sowie beim Bestoßen der Fläche. Wird bei der Kurzrasenweide versucht die durchschnittliche Aufwuchshöhe während der Weideperiode annähernd konstant zu halten, so ist das zentrale Steuerungselement bei der Koppel die angestrebte Zielaufwuchshöhe beim Auftrieb (Undersander et al. 2002) am ersten Beweidungstag. Eine wesentliche Frage in der vorliegenden Untersuchung war es zu klären, wie sich beide Weidesysteme im inneralpinen Ostalpen-Klimaraum hinsichtlich Ertrag und Futterqualität bewähren und mit welchen Leistungen im jeweiligen System zu rechnen ist.

## 2. Material und Methode

Der Versuch wurde am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (A-8951 Stainach-Pürgg) auf einer Seehöhe von 680 m über NN durchgeführt (Breite: 47° 31' 03" N; Länge: 14° 04' 26" E; Klima 30-jähriges Mittel 1981-2010 (ZAMG, 2011): Temperatur 8,2°C, Niederschlag 1056 mm/Jahr, Vegetationsperiode Ende März bis Anfang November). Die Klimadaten in den drei

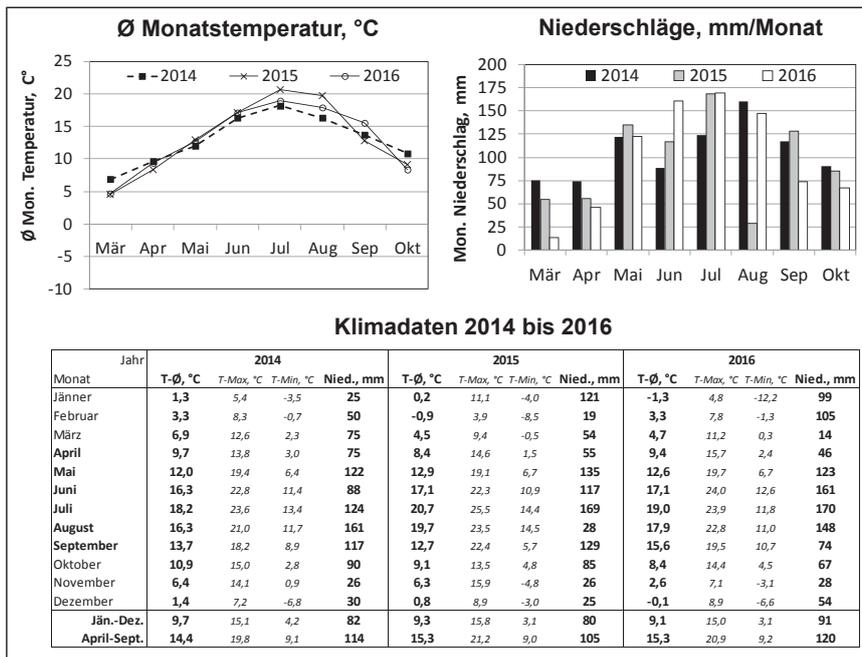


Abbildung 1: Klimadaten in den drei Untersuchungsjahren

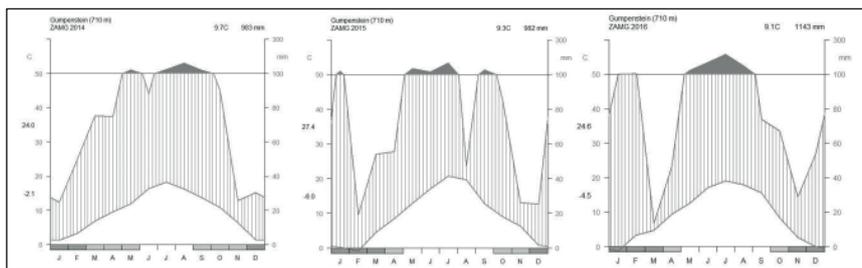


Abbildung 2: Klimadiagramme der ZAMG für den Standort Gumpenstein in den Jahren 2014-2016

Versuchsjahren sind in Abbildung 1 dargestellt.

## 2.1 Systemvergleich

Im Versuch wurde die Flächeneffizienz der Milchproduktion bei Vollweidehaltung bzw. Stallfütterung verglichen. Um den Effekt der Kraftfuttermittellieferung bei Stallfütterung zu berücksichtigen, erhielten jeweils die Hälfte der Stalltiere kein Kraftfutter (S-KF0) bzw. Kraftfutter nach Norm (S-KF+). Die Vollweidetiere wurden ausschließlich mit Weidefutter auf einer Kurzrasenweide versorgt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Versuchsplan

	Vollweide		Stall	
	VW	S-KF0	S-KF+	
Jahre	3	3	3	
Milchkühe pro Jahr, N	7	7	7	
Kühe insgesamt, N	21	21	21	
Fütterung <sup>1</sup>	ausschließlich Kurzrasenweide	ausschließlich Grassilage	Grassilage + Kraftfutter <sup>3</sup>	
Versuchsdauer				
Monate/Jahr <sup>2</sup>	5	5	5	

<sup>1</sup>Mineralstoffergänzung zusätzlich nach Bedarf

<sup>2</sup>Vollweidegruppe: Mitte April – Mitte September; Stallgruppen zeitlich versetzt: November – April

<sup>3</sup>Milchleistungsangepasste Kraftfütterergänzung (KF kg FM/Tier u. Tag = 0,5 x kg Tagesmilch – 8; max. jedoch 8,5 kg FM/Tier u. Tag).

### 2.1.1 Grünlandflächen

Für die Untersuchungen wurden drei Dauergrünlandflächen herangezogen, wobei ca. 2/3 dieser Flächen in den Vorversuchsjahren als Weideflächen und 1/3 als Schnitt-/Weideflächen (Weide: Sommer u. Herbst) genutzt wurden. Jede der drei Grünlandflächen wurde in drei gleiche Teilstücke geteilt. Im ersten Versuchsjahr wurde die Weidevariante zufällig dem jeweiligen Teilstückdrittel zugeteilt. In den zwei Folgejahren wanderte das jeweils beweidete Teilstück innerhalb der Fläche weiter, sodass nach den drei Versuchsjahren jeder Flächenanteil einmal als Weide und zweimal über die Schnittvariante (Silagegruppen) genutzt wurde.

Die schon längerfristig als Kurzrasenweide genutzten zwei Weideflächen wurden während der letzten 10 Jahre intensiv mit Weidegräsern (Englisches Raygras und Wiesenrispengras) nachgesät. Dabei wurden auf der gesamten Fläche pro Jahr in etwa 10 kg/ha aufgewendet. Auf der dritten Fläche wurde hingegen die Übersaat nicht so intensiv betrieben, da sie nicht als primäre Weidefläche diente, sondern als Intensivschnittweide. Da jedoch alle drei Grünlandflächen intensiv genutzt wurden, war das Englische Raygras auch auf dieser Höhenlage von 680 m dominierend.

### 2.1.2 Silageernte

Die Schnittflächen für das Futter der Stallgruppen wurden viermal jährlich im Ähren-Rispenschieben bei einer Schnitthöhe von 5,1 (± 0,50) cm, gemessen mit dem Rising Plate Pasture Meter (RPM: „Rising Plate Pasture Meter“; Jenquip, Feilding, NZ, Auflagengewicht 6,8 kg/m<sup>2</sup>, Auflagenfläche 35 cm Durchmesser), als Anwelk-Ballensilage geerntet. Das Futter wurde dazu zu Mittag ohne Mähauflbereitung gemäht, einmal gewendet, am Folgetag geschwadet und bei einem angestrebten Trockenmassegehalt von 35-45 % mit einer variablen Rundballenpresse geerntet (theoretische Schnittlänge 6 cm) und anschließend sechsfach gewickelt. Es wurde kein Siliermittel zugesetzt. Die RPM-Aufwuchshöhe am Erntetag lag bei 15,4 (± 2,52) cm. Dies entspricht einem errechneten T-Brutto-Ertrag pro Schnitttermin von 2896 (± 669) kg T/ha (Futterangebot/ha in kg T = cm<sub>RPM</sub> x 280 + 500). Die Erntetermine für die vier Schnitte lagen im Mittel am 8. Mai (05.05.2014, 11.05.2015, 09.05.2016), 21. Juni (16.06.2014, 25.06.2015, 22.06.2016), 5. August (07.08.2014, 04.08.2015, 03.08.2016) und 16. September (17.09.2014, 16.09.2015, 13.09.2016). Die Flächengröße für die Silagegewinnung entsprach zu jedem Schnitttermin der entsprechenden aktuellen Weideflächengröße.

Zu jedem Schnitttermin wurden auf repräsentativen Beprobungsflächen (1,5 x 4 m) Grünfütterertrags- und Futterqualitätsuntersuchungen in jeweils vierfacher Wiederholung

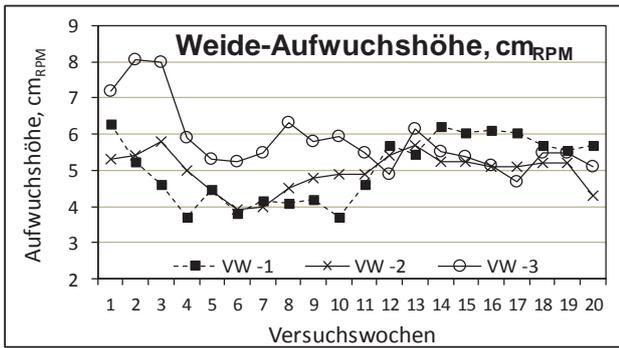


Abbildung 3: Futter-Aufwuchshöhe auf der Kurzrasenweide im Versuchsverlauf in den drei Versuchsjahren (Messung mit dem „Rising Plate Pasture Meter“)

durchgeführt. Dazu wurde das Grünfutter der Parzellen schonend mit einem Motormäher bei einer Schnitthöhe von 5 cm geschnitten und umgehend beprobt und der Bruttoertrag ermittelt.

Nach dem Pressen des angewelkten Futters wurden alle Ballen gewogen und von diesen repräsentative Mischfuterproben für jedes Feldstück gezogen. 10-15 Wochen nach der Ernte wurden die Silageballen neuerlich gewogen und repräsentative Silagemischfuterproben je Feldstück und Aufwuchs gezogen.

2.1.3 Weidefläche

Die Weideflächen wurden von den jeweils 7 Weidekühen in jedem Versuchsjahr als Kurzrasenweiden bei einer durchschnittlichen Weidefutter-Aufwuchshöhe von 5,3 (± 0,81) cm<sub>RPM</sub> genutzt (Abbildung 3). Dies entspricht einem T-Futterangebot ab Boden von 1900-2040 kg T/ha (berechnet mit der Formel: Futterangebot/ha in kg T = cm<sub>RPM</sub> x 280 + 500) bzw. einem Futterangebot ab 3 cm<sub>RPM</sub> von 250 bis 380 kg T/ha (berechnet mit der Formel: Futterangebot/ha in kg T = 0,92 x Futterangebot ab Boden -1499). Zu Vollweidebeginn lag die Aufwuchshöhe je nach Versuchsjahr zwischen 5,2 und 7,2 cm. Im ersten Versuchsjahr betrug die Aufwuchshöhe von Mai bis Mitte Juni nur 4 cm. Im zweiten Versuchsjahr wurden Aufwuchshöhen im Bereich von 4 cm nur kurzzeitig Anfang Juni und im Herbst festgestellt. Im dritten Weidejahr schwankten die Aufwuchshöhen weniger stark und lagen nach der Weidebeginnphase nahezu immer im Bereich zwischen 5 und 6 cm.

Die Aufwuchshöhe jeder Fläche wurde wöchentlich mit dem RPM gemessen und dementsprechend die Weideflächengrö-

ße im Vegetationsverlauf angepasst (vergrößert). Es erfolgten auf jeder Fläche 30 repräsentative RPM-Messungen und es wurden dabei auch Geilstellen anteilmäßig miterfasst. Bei Flächenerweiterungen wurde die Zusatzfläche immer ab dem Folgetag des vorangegangenen Schnittermins der Weidegruppe zugerechnet. Die Versuchskühe kamen nach jeder Melkung im Rotationsprinzip auf eine der drei Weideversuchsflächen.

Der Weide-Versuchsbeginn lag im Mittel am 14. April (09.04.2014, 22.04.2015, 11.04.2016). Durchschnittlich am 16. September (17.09.2014, 16.09.2015, 13.09.2016) wurde der Weideversuch bei einer Versuchsdauer von 155 Tagen beendet. Hier wurde eine der Ernteschnitthöhe übliche Weide-Restaufwuchshöhe angestrebt. Die Schnitthöhe der Silageernteflächen lag beim letzten Erntetermin bei durchschnittlich 4,8 (3,8-5,5) cm, die Restaufwuchshöhe auf den Weideparzellen bei 4,7 (4,3-4,9) cm.

Der Ertrag und die Qualität bei Weidehaltung wurden mit Hilfe einer simulierten Kurzrasenweide bzw. Koppelweide mit Weidekörben (siehe unten) ermittelt.

2.1.4 Flächenbedarf

In Tabelle 2 ist der durchschnittliche Grünland-Flächenbedarf pro Kuh bzw. die mittlere Besatzstärke (Kühe/ha Grünland) für die Versuchsperiode in den drei Versuchsjahren und im Durchschnitt angeführt. Im Mittel lag der Grünland-Flächenbedarf bei 0,29 ha/Kuh bzw. wurden 3,5 Kühe je ha gehalten. Wie Abbildung 4 zeigt, ging der Tierbesatz von Versuchsbeginn (Mitte April) von 5,0-6,2 auf 2,9-3,6 zu Versuchsende (Mitte September) zurück.

2.1.5 Düngung

Alle Weide- bzw. Silage-Versuchsflächen wurden jeweils im Herbst einheitlich mit 20 kg N/ha über (12 m<sup>3</sup>/ha) Rindermistkompost gedüngt. Im Frühjahr erfolgte zu Vegetationsbeginn auf allen Varianten und Versuchsflächen eine Güllegabe, entsprechend 30 kg N/ha (ca. 12 m<sup>3</sup> verdünnte

Tabelle 2: Flächenbedarf pro Kuh bzw. Besatzstärke pro ha Grünland

Jahr	Vollweide		Silagenutzung	
	ha/Kuh	Kühe/ha	ha/Kuh	Kühe/ha
2014	0,30	3,3	0,30	3,3
2015	0,31	3,2	0,30	3,3
2016	0,26	3,8	0,27	3,7
Mittelwert	0,29	3,5	0,29	3,5

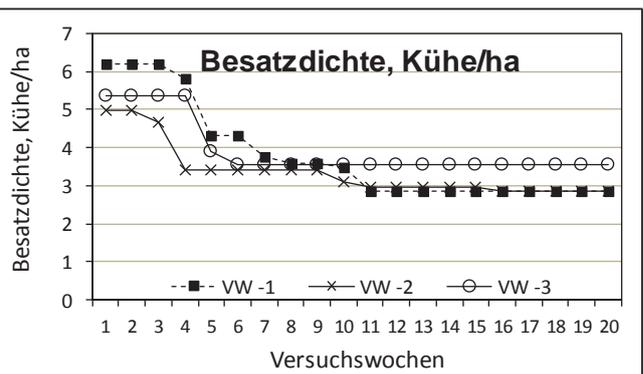
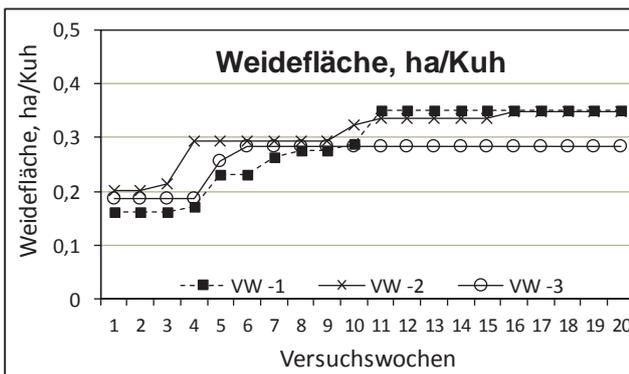


Abbildung 4: Weideflächenbedarf und Besatzdichte im Vegetationsverlauf in den Versuchsjahren

Gülle je ha). Die Kurzrasenweideflächen wurden nacheinander im Juni einmal mit verdünnter Gülle, entsprechend 20 kg N/ha (ca. 9 m<sup>3</sup>/ha), bei Regenwetter gedüngt. Danach wurde die gedüngte Teilfläche für zumindest 5 Tage nicht beweidet. Um die feldfallenden N-Ausscheidungen der Weidetiere in der Weidegruppe entsprechend zu berücksichtigen, wurde auf den Schnittflächen eine um 100 kg höhere jährliche N-Düngung pro Hektar über verdünnte Gülle durchgeführt. Dazu wurden auf den Schnittflächen nach dem 1., 2. und 3. Schnitt jeweils 40 kg Gülle-N (ca. 15 m<sup>3</sup> verdünnter Gülle) pro ha gedüngt. Diese Düngegabe erfolgte nach der Schnittnutzung jeweils auch auf den Weideerweiterungsflächen.

### 2.1.6 Versuchstiere

In den Jahren 2014, 2015 und 2016 wurden aus der Versuchsherde insgesamt 63 Milchkühe entsprechend der Laktationszahl, der Rasse und dem Abkalbezeitpunkt ausgewählt und drei Versuchsgruppen (Vollweide (VW), Stall ohne Kraftfutter (S-KF0), Stall mit Kraftfutter S-KF+) gleichmäßig zugeteilt. Die durchschnittliche Laktationsanzahl der Versuchstiere lag im Versuchszeitraum bei 2,8 ( $\pm 1,9$ ) Laktationen. Auf die Versuchsgruppen entfielen 37 Holstein Friesian-, 15 Fleckvieh- und 11 Braunvieh-Kühe. Die Versuchskühe kamen im Durchschnitt am 46. ( $\pm 11,9$ ) Laktationstag in den Versuch. Die Versuchsperiode der Weidegruppe wurde zeitlich vorgezogen, die Stallgruppen befanden sich im folgenden Winter im Versuch und erhielten ausschließlich die auf den Versuchsflächen in der vorangegangenen Vegetationsperiode geernteten Silagen. Die Weideperiodenlänge richtete sich nach den Witterungsbedingungen im jeweiligen Jahr, die Fütterungsversuchsdauer in den Stallgruppen ergab sich aus dem jeweils zur Verfügung stehenden Silagefutterangebot und betrug in den Gruppen VW 155 ( $\pm 5,8$ ) Tage, S-KF0 139 ( $\pm 34,1$ ) Tage und S-KF+ 150 ( $\pm 32,6$ ) Tage. Die Stallgruppen wurden in einem Liegeboxenlaufstall mit Auslauf gehalten. Mit Hilfe des Calan-Systems hatte jedes Tier einen individuellen Fressplatz, wo auch die Grundfutteraufnahme täglich individuell durch Ein- und Rückwaage ermittelt werden konnte. Die Kraftfutterergänzung erfolgte über eine Transponderstation mit individueller Erfassung der aufgenommenen KF-Menge. Die Weidetiere wurden zweimal täglich im Melkstand des Versuchsstalls gemolken, erhielten hier jedoch kein Ergänzungsfutter. Die Melkzeit der Tiere lag zwischen 5:00-6:30 Uhr und 16:00-17:30 Uhr. Unter Berücksichtigung der Ein- und Austriebszeiten waren die Weidetiere etwa 20 Stunden pro Tag auf der Kurzrasenweide.

### Fütterung

In den ersten drei Laktationswochen wurden alle Versuchskühe im Stall einheitlich mit 3 kg FM Heu (Dauergrünland 2. Aufwuchs) sowie Grassilage (Dauergrünland 1. Aufwuchs) zur freien Aufnahme in einem Calan-Fütterungssystem gefüttert. Die Kraftfutterergänzung wurde vom 1.-21. Laktationstag kontinuierlich von 2 auf 6 kg T pro Kuh und Tag unabhängig von der Milchleistung erhöht. Die Milchleistung von Laktationswoche 2 und 3 wurde bei der Auswertung der Daten als Co-Variable berücksichtigt. Nach dem 21. Laktationstag erfolgte, bis zum Beginn der Übergangsfütterung auf die Versuchsrationen, eine leistungsbezogene Kraftfutterergänzung (KF kg FM/Tier u. Tag = 0,5 x kg Tagesmilch – 18; max. jedoch 8,5 kg FM/Tier u. Tag). 14 Tage vor dem jeweiligen Fütterungsversuchsbeginn wurde

mit einer Übergangsfütterung auf die Folgeration begonnen. In allen Gruppen wurde dazu das Heu aus der Ration genommen. In der Gruppe VW wurde der Weidefütterungsanteil durch Verlängerung der Kurzrasenweidezeit schrittweise erhöht und gleichzeitig der Kraftfuttereinsatz bis 5 Tage vor Versuchsbeginn ausgeschliffen. In diesem Zeitraum wurden die Kühe noch nicht auf den späteren Weideversuchsflächen geweidet. Bei den Kühen der Gruppe S-KF0 wurde im Übergangszeitraum das Kraftfutter ebenfalls bis 5 Tage vor Versuchsbeginn auf 0 kg reduziert, in Gruppe S-KF+ wurde weiterhin das Kraftfutter milchleistungsbezogen zugeteilt. Im jeweiligen Fütterungsversuchszeitraum wurden die Weidekühe auf einer Kurzrasenweide (3 Weideflächen im ständigen Rotationsprinzip) bei einer angestrebten Grasaufwuchshöhe von 5 cm<sub>RPM</sub> geweidet. Auf den Weideflächen standen immer sauberes Wasser (Ringleitung mit Kipp-Tränken), Viehsalz- und Mineralleckmasse sowie Schattenplätze zur Verfügung.

Die Kühe der Stallgruppen erhielten als Grundfutter ausschließlich die Versuchsgrassilagen, wobei in den ersten Versuchswochen die höherverdaulichen Aufwüchse 1 und 4 und später die Aufwüchse 2 und 3, entsprechend der Erntemenge, in Rationsgängen zur freien Aufnahme vorgelegt wurden. Um ad libitum Bedingungen zu erreichen, wurde die Futtermittelmenge täglich individuell angepasst (3-5 % Futterrest). Restfuttermengen wurden zurückgewogen, Restfutter minderer Qualität wurde verworfen, die Futterreste guter Qualität wurden wieder bei der jeweiligen Gruppe eingesetzt. In der Gruppe S-KF+ erfolgte eine Kraftfutterzuteilung entsprechend der Milchleistung (KF kg FM/Tier u. Tag = 0,5 x kg Tagesmilch – 18; max. jedoch 8,5 kg FM/Tier u. Tag). Das gemahlene Kraftfutter setzte sich aus 52 % Gerste, 20 % Körnermais, 5 % Hafer und 23 % Erbsen zusammen und wurde über einen Transponder (maximal 2 kg Kraftfutter pro Teilgabe) zugeteilt. Die Tiere hatten im Stall ständig Zugang zu Viehsalz- und Mineralleckmasse (Calsea-Phos) und erhielten zusätzlich 40 g pro Tag einer Mineralstoffmischung (Rindamin GM) über das Grundfutter gestreut.

Bei den Stallgruppen wurde die Futtermittelaufnahme für jede Rationskomponente täglich tierindividuell erhoben. Die Weidefutteraufnahme der Weidetiere wurde über den Energiebedarf der Tiere und den Energiegehalt des Weidefutters im Versuchsverlauf abgeschätzt. Der Energiebedarf der Weidetiere leitete sich aus der Milchleistung, dem Erhaltungsbedarf, der Lebendmasseveränderung sowie dem Weideaktivitätsbedarf (+ 15 % des Erhaltungsbedarfs) ab (GfE 2001). Der Energiegehalt des Weidefutters wurde aus dem Weidefutter-Aufwuchshöhenversuch (siehe unten), bei Ernte zum Zeitpunkt der niedrigen Aufwuchshöhe, herangezogen.

### Milchleistung, Wiegungen, BCS und Rückenfett-Ultraschallmessungen

Die Milchleistung der Kühe wurde täglich erfasst. Der Gehalt an Milchinhaltsstoffen (Fett, Eiweiß, Laktose, Harnstoff) sowie die Zellzahl wurden dreimal wöchentlich tierindividuell analysiert. Die Tiere wurden wöchentlich nach der Morgenmelkung gewogen. Der BCS und die Rückenfettdicke (Ultraschallmessung) wurden vierzehntägig erfasst. Jede Tierbehandlung wurde aufgezeichnet, brünstige Tiere wurden frühestens ab der 6. Laktationswoche besamt.

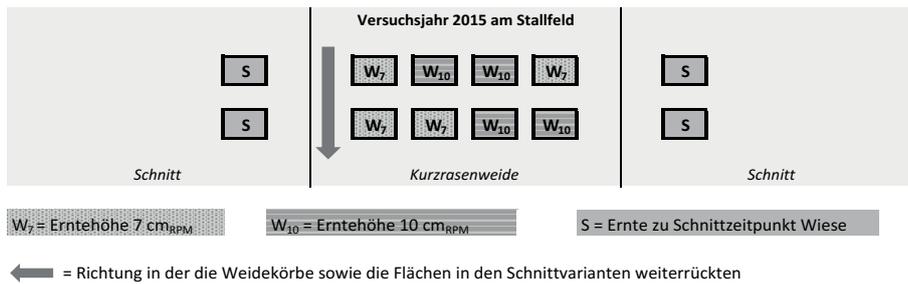


Abbildung 5: Versuchsdesign des Aufwuchshöhenversuches für jede der drei Flächen, am Beispiel des Stallfeldes im Jahr 2015 – je nach Fläche und Versuchsjahr änderte sich das Segment der Kurzrasenweide

### Flächenleistung

Die Futter- und Nährstoffaufnahme sowie die Milchleistung je ha Grundfutter bzw. Gesamtfutter wurden für den Versuchszeitraum kuhindividuell berechnet. Für das Kraftfutter wurde, in Anlehnung an das Bio-Ertragsniveau in Österreich, ein Flächenbedarf von 3,57 m<sup>2</sup>/kg T unterstellt (Grüner Bericht, 2016; Resl und Brückler 2017). Da die Kühe im Versuchszeitraum im Mittel Lebendmasse abgebaut haben, wurde in einer Zusatzberechnungsvariante die LM-Differenz in der Milchflächenleistung berücksichtigt. Dazu wurde die ECM-Leistung entsprechend der LM-Abnahme (je kg Abnahme -6,41 kg ECM; GfE 2001) reduziert.

## 2.2 Weide-Aufwuchshöhenversuch

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde auf den drei als Kurzrasenweide genutzten Flächen auch der Einfluss von zwei unterschiedlichen Weideaufwuchshöhen auf die Futterqualität und den Ertrag geprüft. Dazu wurden zwei Wuchshöhen (7 und 10 cm<sub>RPM</sub>) in Weidekörben simuliert. Diese sollten das System Kurzrasenweide (7 cm<sub>RPM</sub>) und die Koppelweide (10 cm<sub>RPM</sub>) repräsentieren. Pro Weidefläche wurden 8 Weidekörbe (vier je Wuchshöhe mit einer Grundfläche von 1 x 1 m) aufgestellt und mit den in den Schnittflächen befindlichen vier Probe-Schnittstreifen ergab sich so eine einfaktorielle, randomisierte Anlage. Die Anlage hatte somit zwei Zeilen und sechs Spalten (siehe Abbildung 5).

Auf jeder der drei Flächen sowie in jedem der drei Versuchsjahre änderte sich die Lage der Schnitt- und Kurzrasenweidebereiche, wodurch sich aber das grundsätzliche Versuchsdesign nicht änderte. Die Beprobung der Schnittstreifen wurde bereits oben beschrieben und erfolgte in der Regel am Tag vor bzw. am selben Tag des Schnittes auf den Silageernteflächen. Bei der Interpretation der Ergebnisse in der Schnittvariante muss beachtet werden, dass der Futterzuwachs nach dem vierten Erntetermin nicht mehr erfasst wurde.

Vor den Schnitten in den Schnittwiesenstreifen und in den Weidekörben wurde immer die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes erhoben. Dazu kam die Flächenprozent-schätzung auf Grundlage der wahren Deckung (Schechtner, 1958) zur Anwendung. Bei der wahren Deckung handelt es sich um jene Fläche, die von der Pflanzenbasis eingenommen wird. Erhoben wurden bei jeder Aufnahme das gesamte Artenspektrum an Gräsern, Leguminosen und den übrigen Kräutern sowie der Anteil der Lücken im Bestand.

Bei der Ertragsfeststellung auf den als Kurzrasenweide genutzten Bereichen, wurden Weidekörbe mit einer

Grundfläche von jeweils 1 m<sup>2</sup> eingesetzt. Dabei wurde die simulierte Kurzrasenweide-Variante (7 cm<sub>RPM</sub>) in allen drei Versuchsjahren acht Mal pro Jahr und die simulierte Koppelweide-Variante (10 cm<sub>RPM</sub>) sechs Mal pro Jahr geschnitten. Zur Ermittlung der Bestandeshöhe in den Weidekörben und der damit festgelegten Erntezeitpunkte wurde die Wuchshöhe des Weißklee mit dem Meterstab an 8 Stellen im Weidekorb erhoben.

Für die Ernte wurde zuerst um die Weidekörbe mit elektrischen Handscheren die Körbe freigeschnitten, damit kein Futter von außerhalb des Weidekorbes miterhoben wurde. Danach erfolgte das Entfernen der Weidekörbe und die tatsächliche Aufwuchshöhe wurde mit Hilfe des Filip's electronic plate pasture meter gemessen. Die Ernte der Parzellen wurde mit elektrischen Handgartenschere (Akku betriebene Einhandscheren von Makita) durchgeführt. Die Scheren verfügten über einen Metallbügel, der einen gleichmäßigen Abstand zum Boden sicherstellte und so zu einer theoretischen Schnitthöhe von 3 cm führte. Das Erntegut von jeder Parzelle wurde frisch am Feld gewogen und aus einem Teil des Materials unmittelbar danach die Trockenmasseproben gezogen. Diese kamen über 48 Stunden bei 105 °C in den Trockenschrank am Bio-Institut. Der restliche Teil der Frischprobe gelangte zur schonenden Trocknung in das hauseigene Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (siehe Kapitel 2.3).

Nach der Ernte der jeweiligen Wuchshöhe wanderten die Weidekörbe, wie in Abbildung 5 dargestellt, auf einen neuen Bereich in der Weide. Bevor die Körbe auf die neue Fläche kamen, wurde diese noch mit denselben Scheren auf die theoretische Schnitthöhe von 3 cm abgemäht. Da beide Weidevarianten unterschiedliche Erntezeitpunkte hatten, waren nicht immer alle Weidekörbe in derselben Linie, wie zum Start im Frühling. Die Position der Weidekörbe innerhalb des Versuchsdesigns blieb aber immer gleich. Die Streifen in den beprobten Schnittwiesen des Versuches wanderten ebenfalls weiter und wurden zum jeweiligen Schnitzeitpunkt auf der Höhe der Weidekörbe mittels Motormäher bei einer theoretischen Schnitthöhe von 5 cm geerntet (siehe Kapitel 2.1 – Unterkapitel Silageernte). Für die Erstellung der Futterzuwachskurven wurden die geernteten Mengenerträge je Termin und Weidevariante herangezogen. Die gemessene Menge wurde dabei durch die Anzahl der Wachstumsstadien seit der letzten Ernte dividiert und so die durchschnittlichen Tageszuwächse ermittelt. Die Festsetzung des Vegetationsbeginns und des Vegetationsendes erfolgte nach Schaumberger (2011). Nach dieser wird der Vegetationsbeginn mit den ersten fünf aufeinander folgenden Tagen im Frühling definiert, wo die Tagesdurchschnittstemperatur 5 °C überschreitet.

## 2.3 Futteranalytik

Die chemischen Analysen der bei 30 °C schonend getrockneten Futtermittel erfolgten nach den Methoden der Alva (1983). Die Weender Nährstoffe und Van Soest-Gerüst-

substanzen wurden mit Tecator-Geräten analysiert. Die Berechnungen der Energiegehalte der Kraftfuttermischung und der Grassilagen erfolgten mit Hilfe der analysierten Nährstoffgehalte unter Berücksichtigung der gewichteten Verdauungskoeffizienten der DLG-Futterwerttabelle (DLG, 1997). Entsprechend den Ergebnissen von Schneider und Bellof (2009) erfolgte die Energiebewertung der Weidefuttermischerproben mit Hilfe der GfE-Gleichungen aus dem Jahre 1998 (GfE, 1998). Zur Bestimmung des Gär säuregehaltes der Grassilagen wurden bei der Silageballenbeprobung Mischproben gezogen, tiefgekühlt gelagert und der Gär säuregehalt gaschromatographisch bestimmt. Die Silage-Qualitätspunkte wurden entsprechend der DLG (2006) errechnet. Der Trockenmassegehalt (T) der Futterproben wurde mit Hilfe der Brabender-Schnellmethode (55 °C, 2 Tage) ermittelt. Im Fütterungsversuch wurden der T-Gehalt der Grassilagen täglich und der des Kraftfutters monatlich erfasst. Der T-Gehalt der Grassilagen wurde entsprechend dem Vorschlag von Weissbach und Kuhla (1995) hinsichtlich der Verluste an flüchtigen Stoffen bei der Trockenmassebestimmung korrigiert.

### 2.3.1 Wirtschaftliche Berechnungen

Die Beurteilung der ökonomischen Auswirkungen der unterschiedlichen Strategien erfolgte anhand der im Versuch festgestellten Futteraufnahme- und Milchleistungsdaten (Jahresgruppenmittelwerte), wobei die Differenz von Milcherlösen und Futterkosten errechnet wurde. Mögliche Auswirkungen auf die Gesamtlaktationsleistung, Arbeitszeit, die Tiergesundheit, den Kälberanfall, die Zuchtvieh Erlöse sowie sonstige Kosten und Erlöse wurden nicht berücksichtigt. Der Milcherlös wurde anhand des Bio-Milchpreisschemas der Ennstal Milch KG von April 2017 bis August 2017 errechnet. Bei der Berechnung des Milcherlöses wurden die jeweiligen Gehalte an Milchinhaltsstoffen berücksichtigt.

Für das Bio-Kraftfutter wurden Kosten von 45,7 Cent je kg Trockenmasse unterstellt. Die Grundfutterkosten wurden mit dem AWI-Deckungsbeitragsmodul für Bio-Ballensilage (4 Schnitte) sowie für eine Kurzrasenweide berechnet (Gahleitner, persönliche Mitteilung 2017). Es wurden variable Grundfutterkosten von 20,16 Cent pro kg T der Grassilage und 11,97 Cent pro kg T für Kurzrasenweidefutter unterstellt. Da die Kühe im Versuchszeitraum im Mittel Lebendmasse abgebaut haben, wurde in einer Zusatzberechnungsvariante die LM-Differenz berücksichtigt. Es wurden die Futterkosten entsprechend der LM-Abnahme in jenem Ausmaß erhöht, wie der Futteraufwand für das „Wiederauffüllen der Reserven“ entsprechend dem Energiebedarf für die Zunahme notwendig gewesen wäre (GfE, 2001). Es wurde dazu eine Winterfütterung mit den oben angeführten Grassilagekosten (20,16 Cent/kg T) unterstellt.

## 2.4 Statistische Auswertungen

### 2.4.1 Systemvergleich

Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 ausgewertet. Der jeweilige Verlauf von Milchleistung, Milchinhaltsstoffgehalt, Lebendmasse (LM) und BCS wurde mit einem gemischten Modell ausgewertet (Prozedur: Mixed; fixe Effekte: Gruppe, Rasse, Jahr, Laktation, Gruppe x Jahr; Ko-Variablen: Laktationstag zu Versuchs-

beginn, Milchleistung zu Laktationsbeginn; zufälliger Effekt: Tier innerhalb der Rasse; wiederholte Messung; Freiheitsgrad-Approximation  $ddfm=kr$ ). Für Variable ohne wiederholte Messungen enthielt das Modell nur die oben genannten fixen und zufälligen Effekte, sowie die Ko-Variablen. Die Ergebnisse werden als Least-Square-Means, Residualstandardabweichung ( $s_e$ ) und P-Werte für Gruppe, Jahr und deren Wechselwirkung (Gruppe x Jahr) dargestellt. Für den paarweisen Gruppenvergleich wurde der adjustierte Tukey-Range-Test verwendet.

### 2.4.2 Weide-Aufwuchshöhenversuch

Die Residuen der Daten wurden auf Normalverteilung und Varianzhomogenität untersucht und bestätigt. Für die statistische Auswertung wurde ebenfalls die MIXED-Prozedur (Programm SAS 9.4) verwendet. Die Daten wurden in zwei Kategorien ausgewertet. Zuerst wurden die Jahreswerte der drei Nutzungen (Schnitt, Kurzrasen- und Koppelweide) herangezogen und in einem weiteren Schritt wurde noch jede Weidenutzung für sich nach den Terminen während der Versuchsjahre ausgewertet.

Die fixen Effekte (Nutzungsform, Fläche, Versuchsjahr und bei der zweiten Auswertungsvariante der Termin) sowie die Wechselwirkungen bildeten das statistische Modell. Die waagrechten Zeilen und die senkrechten Spalten der Versuchsanlage wurden als zufällig (random) angenommen. Das Signifikanzniveau wurde mit  $P < 0,05$  gewählt. Bei der Darstellung der Ergebnisse werden die Least-Square-Means (LSMEANS) sowie der Standardfehler (SEM) angegeben. Die paarweisen Vergleiche der LSMEANS wurden ebenfalls mittels Tukey-Test vorgenommen. Die Kennzeichnung signifikanter Unterschiede erfolgte mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Weide-Aufwuchshöhenversuch

In den Ergebnissen werden zur einfacheren Lesbarkeit der drei Hauptvarianten die Kurzbezeichnungen Schnitt (Schnittwiesenstreifen-Variante), Koppel (Koppelweide-Variante 10  $cm_{RPM}$ ) und Kurzrasen (Kurzrasenweide-Variante, 7  $cm_{RPM}$ ) in den Abbildungen und Tabellen verwendet.

#### 3.1.1 Pflanzenbestand

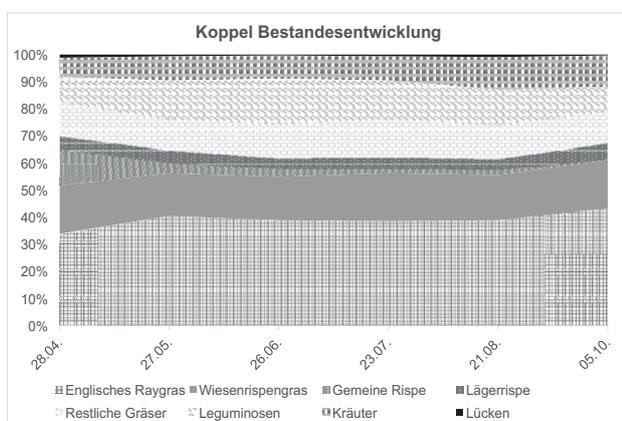
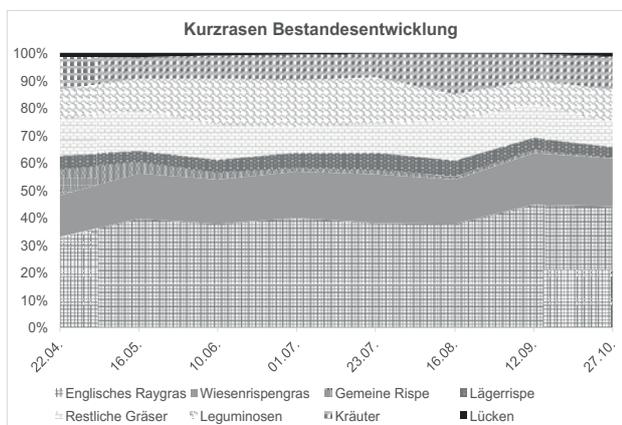
Die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes wies zwischen den Nutzungen keine gravierenden Unterschiede auf (Tabelle 3). Die weidetypischen Grasarten Englisches Raygras (*Lolium perenne*) und Wiesenrispengras (*Poa pratensis*) wurden in ihrem Auftreten im Bestand nicht durch die Nutzung beeinflusst. Nur tendenzielle Unterschiede wurden bei der wenig wertvollen Grasart Gemeine Risse (*Poa trivialis*) festgestellt, die numerisch mit knapp über 5 Flächen-% die höchsten Anteile bei der Schnittnutzung einnahm. Signifikante Unterschiede wurden bei der Lägerrisse (*Poa supina*) beobachtet, die höhere Anteile bei den als Weide genutzten Parzellen einnahm. Die übrigen Gräser, die als Restliche Gräser (Ausläufer Straußgras, *Agrostis stolonifera*; Kammgras, *Cynosurus cristatus*; Knäulgras, *Dactylis glomerata*; Wiesenlischgras, *Phleum pratense*; Wiesenschwingel, *Festuca pratensis*) in einer Gruppe zusammengefasst wurden, zeigten als Summe signifikante

**Tabelle 3: Zusammensetzung der Pflanzenbestände als Flächenprozent-Anteile im Mittel der Versuchsjahre für die drei Nutzungen (Schnittwiese, Kurzrasen- und Koppelweide)**

Parameter	Einheit	Schnitt	SEM	Nutzung				P-Werte		
				Koppel	SEM	Kurzrasen	SEM	Nutzung	Jahr	Nutzung x Jahr
Lücken	Flächen-%	0,4	0,18	0,4	0,15	0,7	0,13	0,194	0,518	0,711
Gräser	Flächen-%	79,7	0,90	77,7	0,74	77,4	0,64	0,117	<0,001	0,498
Englisches Raygras	Flächen-%	44,2	0,84	42,0	0,69	42,7	0,60	0,115	<0,001	0,639
Wiesenrispengras	Flächen-%	15,0	0,41	15,6	0,34	16,1	0,29	0,106	<0,001	0,022
Gemeine Rispe	Flächen-%	5,1	0,77	4,5	0,63	3,2	0,54	0,099	0,877	0,559
Lägerrispe	Flächen-%	1,8 <sup>b</sup>	0,29	4,8 <sup>a</sup>	0,24	4,9 <sup>a</sup>	0,21	<0,001	0,004	0,021
Restliche Gräser	Flächen-%	13,5 <sup>a</sup>	0,43	10,8 <sup>b</sup>	0,35	10,5 <sup>b</sup>	0,30	<0,001	<0,001	0,906
Leguminosen	Flächen-%	13,2	0,81	13,0	0,66	12,4	0,57	0,710	<0,001	0,699
Kräuter	Flächen-%	6,7 <sup>b</sup>	0,51	8,9 <sup>a</sup>	0,41	9,4 <sup>a</sup>	0,36	<0,001	0,736	0,529

**Tabelle 4: Zusammensetzung der Pflanzenbestände als Flächenprozent-Anteile im Mittel der Versuchsjahre und Nutzungen für die drei unterschiedlichen Flächen (Beifeld, Stallfeld und Querfeld)**

Parameter	Einheit	Standort				P-Werte	
		Beifeld	Stallfeld	Querfeld	SEM	Standort	Standort x Nutzung
Lücken	Flächen-%	0,4 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	0,9 <sup>a</sup>	0,15	0,001	0,240
Gräser	Flächen-%	80,9 <sup>a</sup>	74,5 <sup>b</sup>	79,5 <sup>a</sup>	0,77	<0,001	0,328
Englisches Raygras	Flächen-%	43,2 <sup>b</sup>	38,2 <sup>c</sup>	47,5 <sup>a</sup>	0,72	<0,001	0,114
Wiesenrispengras	Flächen-%	21,1 <sup>a</sup>	17,6 <sup>b</sup>	8,1 <sup>c</sup>	0,35	<0,001	<0,001
Gemeine Rispe	Flächen-%	0,9 <sup>b</sup>	0,9 <sup>b</sup>	11,1 <sup>a</sup>	0,65	<0,001	0,767
Lägerrispe	Flächen-%	3,7	3,6	4,3	0,25	0,093	0,971
Restliche Gräser	Flächen-%	12,1 <sup>b</sup>	14,2 <sup>a</sup>	8,5 <sup>c</sup>	0,36	<0,001	<0,001
Leguminosen	Flächen-%	10,4 <sup>b</sup>	16,6 <sup>a</sup>	11,6 <sup>b</sup>	0,69	<0,001	0,240
Kräuter	Flächen-%	8,3	8,7	8,0	0,43	0,510	0,522



**Abbildung 6: Bestandesentwicklung in Flächen-% der beiden simulierten Weidenutzungen (oben Koppelweide und unten Kurzrasenweide) im Mittel der Versuchsjahre zu den jeweiligen Boniturzeitpunkten vor den jeweiligen Nutzungen (bei Koppel 6 und bei Kurzrasen 8)**

Unterschiede, wobei diese Gruppe mit 13,5 Flächen-% die höchsten Anteile in der Schnittnutzung hatte. Der Leguminosenanteil wurde nicht durch die Nutzung beeinflusst. In dieser Artengruppe war ausschließlich der Weißklee (*Trifolium repens*) vorhanden. Demgegenüber wurden auf der Schnittnutzung im Mittel um 2,4 Flächen-% signifikant weniger Kräuter festgestellt. Dabei waren unter den Kräutern die wesentlichen Arten der Gewöhnliche Löwenzahn (*Taraxacum officinale*), der Kriechende- (*Ranunculus repens*) und der Scharfe Hahnenfuß (*Ranunculus acris*).

Zeigte die Nutzung noch keine bis kaum signifikante Effekte auf die Bestandeszusammensetzung, so wurden deutliche Unterschiede zwischen den drei Versuchsfeldern erhoben (Tabelle 4). Im Mittel aller Bonituren war der Flächenanteil vom Englischen Raygras auf allen drei Flächen signifikant unterschiedlich und befanden sich zwischen 38 Flächen-% am Stallfeld und 48 Flächen-% am Querfeld. Das Wiesenrispengras nahm die höchsten Flächenanteile am Beifeld (21 Flächen-%) und Stallfeld (18 Flächen-%) ein. Bei der Gemeinen Rispe wurde der signifikant höchste Flächenanteil mit 11 Flächen-% auf dem Querfeld beobachtet und fehlte fast gänzlich auf dem Stall- und Beifeld.

Bei der Betrachtung der Bestandesveränderung innerhalb des Weidesystems im Vegetationsverlauf war die Konkurrenz der einzelnen Arten bei der Simulation der Koppel nicht so deutlich ausgeprägt, wie bei der Kurzrasenweide (Abbildung 6). Bei beiden Weidesystemen ging der anfänglich höhere Anteil der Gemeinen Rispe ab der zweiten Nutzung stark zurück und spielte im weiteren Verlauf keine Rolle mehr. Das Englische Raygras war in beiden Systemen das bedeutendste Gras und erreichte bis zum Spätsommer Bestandesanteile von 40 Flächen-%. Neben dem Englischen Raygras war das Wiesenrispengras mit durchschnittlich 17 Flächen-% das zweitwichtigste Gras. Mit den durchschnittlichen 13 Flächen-% des Weißklee nahmen

**Tabelle 5: Mengen-(T) und Qualitätserträge (XP und NEL) sowie die durchschnittlichen Erntehöhen und die Futterdichten der drei Nutzungen im Mittel der Versuchsjahre**

Parameter	Einheit	Schnitt	SEM	Nutzung		SEM	Kurzrasen	SEM	P-Werte	
				Koppel	SEM				Nutzung	Jahr
T-Ertrag	kg/ha	10.729	226	10.482	218	10.273	213	0,234	<0,001	0,011
XP-Ertrag	kg/ha	1.744 <sup>c</sup>	56	2.012 <sup>b</sup>	54	2.156 <sup>a</sup>	52	<0,001	0,013	0,217
NEL-Ertrag	MJ NEL/ha	67.095	1.503	67.597	1.451	67.299	1.422	0,958	<0,001	0,009
Höhe vor Ernte	cm <sub>RPM</sub>	13,4 <sup>a</sup>	0,12	10,1 <sup>b</sup>	0,12	7,6 <sup>c</sup>	0,12	<0,001	<0,001	<0,001
Höhe nach Ernte	cm <sub>RPM</sub>	4,8 <sup>a</sup>	0,05	3,8 <sup>b</sup>	0,05	3,4 <sup>c</sup>	0,05	<0,001	<0,001	<0,001
Futterdichte	kg T/cm <sub>RPM</sub>	318 <sup>b</sup>	7,6	318 <sup>b</sup>	7,4	336 <sup>a</sup>	7,2	0,012	0,017	0,653

diese drei Arten fast 70 % der Fläche ein.

### 3.1.2 Mengen- und Qualitätserträge

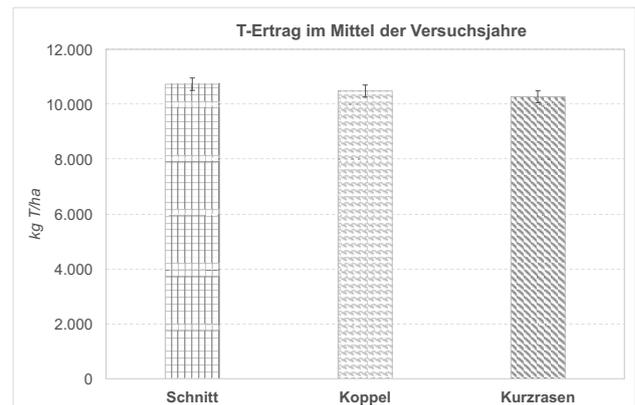
Die mit dem Rising plate meter (RPM) vor den Schnitten erhobenen Bestandeshöhen unterschieden sich signifikant je nach Nutzung (Tabelle 5). Dabei wurde die angepeilte Zielhöhe bei der Koppel mit 10,1 cm<sub>RPM</sub> fast punktgenau erreicht. Lediglich bei der Simulation der Kurzrasenweide war die durchschnittliche Bestandeshöhe im Mittel bei 7,6 cm<sub>RPM</sub> und somit um 0,6 cm<sub>RPM</sub> höher als geplant. Auch bei den Resthöhen nach der Ernte waren signifikante Unterschiede bei allen drei Nutzungen feststellbar. Hier unterschieden sich deutlich das Schnittsystem (4,8 cm<sub>RPM</sub>) zu den Weidenutzungen (3,8 und 3,4 cm<sub>RPM</sub>). Dabei war die Restschnitthöhe nach der Ernte der simulierten Kurzrasenweide-Parzellen mit 0,4 cm<sub>RPM</sub> signifikant niedriger als die der Koppel. Bei der Futterdichte war die Kurzrasenweide mit 336 kg T/cm<sub>RPM</sub> signifikant am höchsten.

Die Mengenerträge werden als Ernteerträge dargestellt, die als praktisch verlustfrei erhobenes Grünfutter oberhalb der Schnitthöhe gelten. Bei diesen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Nutzungen festgestellt werden (Tabelle 5 und Abbildung 7). Da versuchstechnisch das frisch gemähte und zusammen-gerechte Gras unmittelbar auf der Fläche gewogen wurde, handelt es sich bei den Ernteerträgen um nahezu verlustfrei ermittelte Erträge. In allen drei Varianten wurden Erträge über 10.000 kg/ha T gemessen. Der Effekt der einzelnen Versuchsjahre war hoch signifikant. In diesem Zusammenhang war auch die Wechselwirkung aus Versuchsjahr mal Nutzung signifikant (Abbildung 8). Hier sticht das erste Versuchsjahr (2014) heraus, wo die Kurzrasenweide numerisch mit 11.668 kg T/ha den höchsten Ertrag in allen Versuchsjahren und Nutzungsformen erreichte. Dieser Ertrag der Kurzrasenweide war, innerhalb der Weidevarianten, signifikant höher als in den übrigen beiden Versuchsjahren (2015 und 2016).

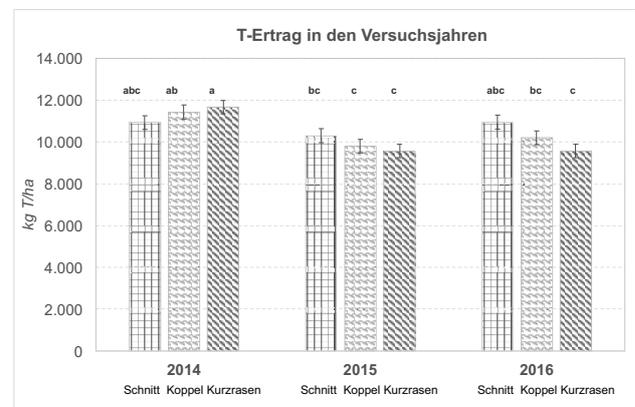
Auf Seiten der Qualitätserträge konnten bei den Rohprotein-erträgen (XP) signifikante Unterschiede zwischen allen drei Nutzungen gemessen werden (Tabelle 5). Die Kurzrasenweide erreichte dabei mit 2.156 kg XP/ha den signifikant höchsten Ertrag. Dagegen war der XP-Ertrag bei der Koppel um 6,7 % und bei der Schnittnutzung um 18,1 % geringer. Beim Energieertrag hingegen konnte kein Unterschied beobachtet werden, der im Mittel aller Varianten bei ca. 67.300 MJ NEL/ha lag.

### 3.1.3 Koppel und Kurzrasen im Vergleich

Obwohl zwischen der Simulation der Koppel- und der Kurzrasenweide keine Unterschiede bei den Jahreserträgen (Tabelle 5) festgestellt wurden, zeigten die Futterzuwachs-



**Abbildung 7: Mengenertrag in kg T/ha der drei untersuchten Grünlandnutzungsformen (Schnitt, Koppelweide und Kurzrasenweide) im Vergleich**



**Abbildung 8: Mengenertrag der drei Nutzungsformen (Schnitt, Koppelweide und Kurzrasenweide) in den drei Versuchsjahren (2014-2016)**

kurven (Abbildung 9) zwischen beiden Weidenutzungen deutliche Unterschiede. Bei Betrachtung der Futterzuwachskurven fällt auf, dass es bei der als Kurzrasenweide genutzten Variante stark ausgeprägte Jahresunterschiede gab. Dagegen verliefen die Kurven bei der Koppel in allen Jahren relativ ähnlich. Bei der Kurzrasenweidenutzung lag der höchste Futterzuwachs (29.07.2014: 79,3, 07.08.2015: 84,8 und 15.04.2016: 74,6 kg T/ha und Tag) in jedem der drei Versuchsjahre zu einem anderen Zeitpunkt. Bei der Koppel wurden nicht die kurzfristig hohen Futterzuwächse (19.05.2014: 61,6, 31.07.2015: 59,6 und 01.07.2016: 61,3 kg T/ha und Tag) wie bei der Kurzrasenweide erreicht, dafür war das Futterwachstum über die gesamte Vegetationsperiode und in allen Versuchsjahren relativ regelmäßig bei um die 60 kg T/ha und Tag (Mai-August).

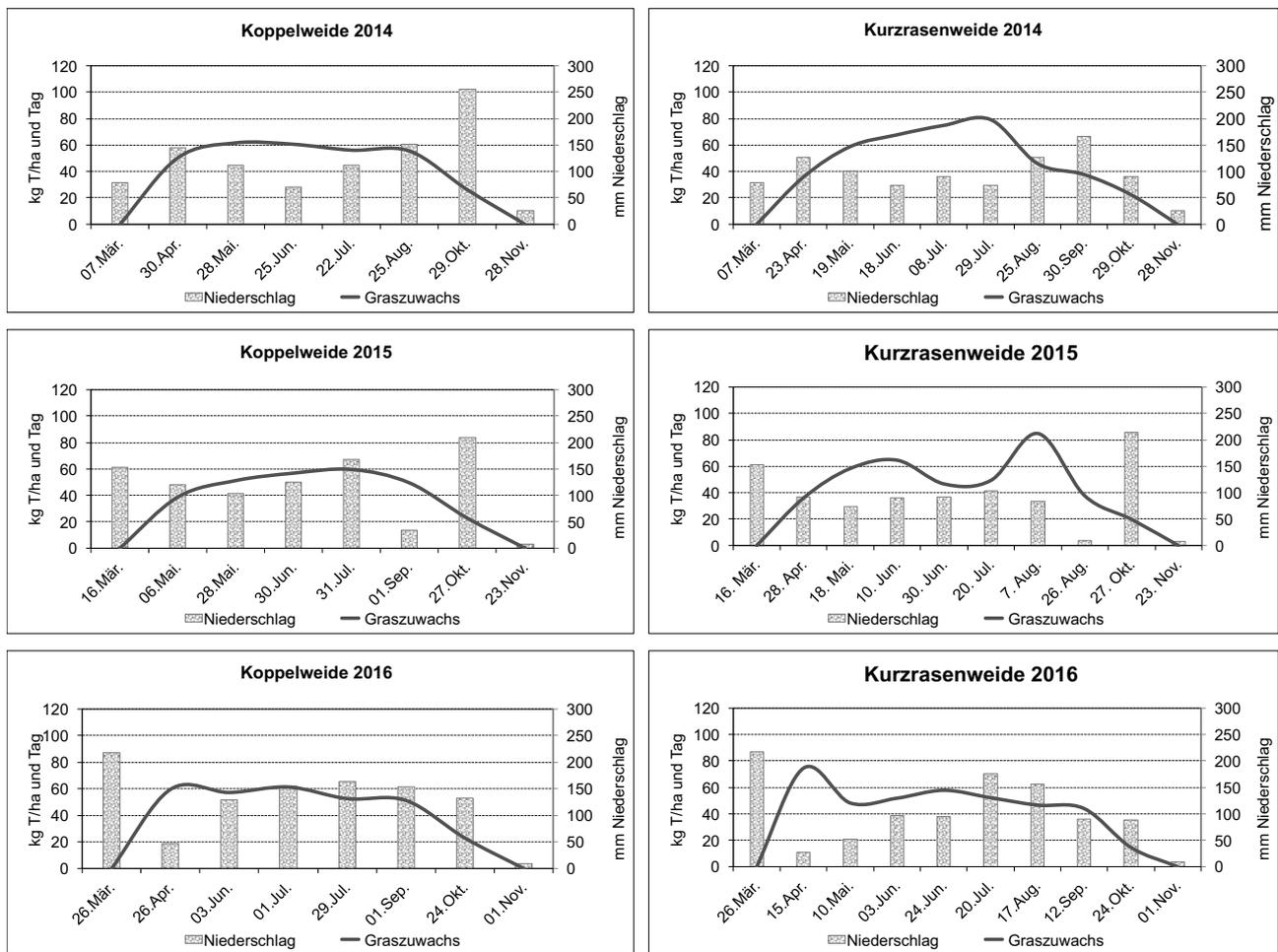


Abbildung 9: Futterzuwachskurven der simulierten Weidesysteme Koppel und Kurzrasen für die drei Versuchsjahre mit den Niederschlagssummen von einem zum nächsten Erhebungstermin (Niederschlagssumme beim ersten Termin im März sind die aufsummierten Niederschläge vom 1. Jänner des jeweiligen Jahres)

Tabelle 6: Rohrnährstoff-, Gerüstsubstanz- und Energiegehalte der drei Nutzungen im Mittel der Jahre und aller Ernten

Parameter	Einheit	Schnitt	SEM	Nutzung				P-Werte		
				Koppel	SEM	Kurzrasen	SEM	Nutzung	Jahr	Nutzung*Jahr
T-Gehalt	g/kg FM	189	1,6	190	1,6	190	1,5	0,807	<0,001	<0,001
XA-Gehalt	g/kg T	93 <sup>b</sup>	0,5	95 <sup>ab</sup>	0,5	95 <sup>a</sup>	0,5	0,033	0,234	0,461
XP-Gehalt	g/kg T	161 <sup>c</sup>	1,7	192 <sup>b</sup>	1,6	209 <sup>a</sup>	1,6	<0,001	<0,001	<0,001
XL-Gehalt	g/kg T	25,7 <sup>c</sup>	0,13	27,3 <sup>b</sup>	0,12	28,4 <sup>a</sup>	0,12	<0,001	<0,001	<0,001
XF-Gehalt	g/kg T	234 <sup>a</sup>	0,8	209 <sup>b</sup>	0,8	196 <sup>c</sup>	0,8	<0,001	<0,001	0,009
XX-Gehalt	g/kg T	486 <sup>a</sup>	2,0	478 <sup>b</sup>	1,9	472 <sup>c</sup>	1,9	<0,001	<0,001	<0,001
OM-Gehalt	g/kg T	871	0,7	870	0,6	870	0,6	0,153	0,457	0,035
NFC-Gehalt	g/kg T	422	2,2	417	2,1	415	2,0	0,070	<0,001	<0,001
NDF-Gehalt	g/kg T	445 <sup>a</sup>	1,7	413 <sup>b</sup>	1,7	398 <sup>c</sup>	1,7	<0,001	<0,001	0,164
ADF-Gehalt	g/kg T	298 <sup>a</sup>	1,2	270 <sup>b</sup>	1,2	252 <sup>c</sup>	1,2	<0,001	<0,001	<0,001
ADL-Gehalt	g/kg T	33,8 <sup>a</sup>	0,2	31,7 <sup>b</sup>	0,2	29,7 <sup>c</sup>	0,2	<0,001	<0,001	<0,001
Energie-Gehalt	MJ NEL/kg T	6,25 <sup>c</sup>	0,01	6,45 <sup>b</sup>	0,01	6,55 <sup>a</sup>	0,01	<0,001	<0,001	0,001

Die Kurzrasenweide reagiert dagegen sehr sensibel auf niederschlagsärmere Perioden während der Wachstumszeit. Besonders sticht dabei das Jahr 2015 heraus, mit einer dreiwöchigen Sommertrockenheit im August. Hatte zuvor die Kurzrasenweide noch den höchsten Futterzuwachs, brach dieser mit der Trockenheit ein und erholte sich im Anschluss nicht mehr. Dem gegenüber traten bei der Koppelweide keine so ausgeprägten Hochzuwachphasen auf und der Futterzuwachs verlief gleichmäßiger. Nicht nur zwischen der Schnitt- und den beiden Wei-

denutzungen konnten signifikante Unterschiede in den Inhaltsstoffen festgestellt werden, sondern auch zwischen den Weidevarianten Koppel und Kurzrasen (Tabelle 6). Dabei erzielte die Kurzrasenweide die signifikant höheren Werte bei Rohprotein (209 g/kg T), Rohfett (28,1 g/kg T) und Energie (6,55 MJ NEL/kg T) im Vergleich zur Koppel (XP 192 g/kg T; XL 27,3 g/kg T; Energie 6,45 MJ NEL/kg T). Gegengleich waren die Gehalte an Faserstoffen bei der Kurzrasenweide signifikant geringer als bei der Koppel. Ähnlich war das Bild auch bei den Mineralstoffen und

Tabelle 7: Konzentrationen an Mineralstoffen und Spurenelementen der drei Nutzungen im Mittel der Jahre und aller Ernten

Parameter	Nutzung Einheit	P-Werte		Koppel	SEM	Kurzasen	SEM	Nutzung	Jahr	Nutzung x Jahr
		Schnitt	SEM							
P-Gehalt	g/kg T	4,6 <sup>b</sup>	0,03	4,5 <sup>b</sup>	0,03	4,7 <sup>a</sup>	0,03	<0,001	<0,001	<0,001
K-Gehalt	g/kg T	27,1 <sup>b</sup>	0,27	26,6 <sup>b</sup>	0,26	28,1 <sup>a</sup>	0,25	0,001	<0,001	0,001
Ca-Gehalt	g/kg T	8,6	0,08	8,7	0,08	8,6	0,08	0,832	0,168	0,087
Mg-Gehalt	g/kg T	2,7 <sup>b</sup>	0,03	2,8 <sup>a</sup>	0,02	2,8 <sup>a</sup>	0,02	<0,001	<0,001	<0,001
Na-Gehalt	mg/kg T	327 <sup>c</sup>	20,4	425 <sup>a</sup>	20,1	367 <sup>b</sup>	19,8	<0,001	<0,001	<0,001
Cu-Gehalt	mg/kg T	8,3 <sup>c</sup>	0,06	9,5 <sup>b</sup>	0,06	10,4 <sup>a</sup>	0,06	<0,001	<0,001	0,003
Mn-Gehalt	mg/kg T	51,7 <sup>c</sup>	1,18	59,0 <sup>b</sup>	1,11	69,8 <sup>a</sup>	1,06	<0,001	<0,001	0,119
Zn-Gehalt	mg/kg T	29,2 <sup>c</sup>	0,74	79,6 <sup>a</sup>	0,70	74,8 <sup>b</sup>	0,67	<0,001	<0,001	<0,001

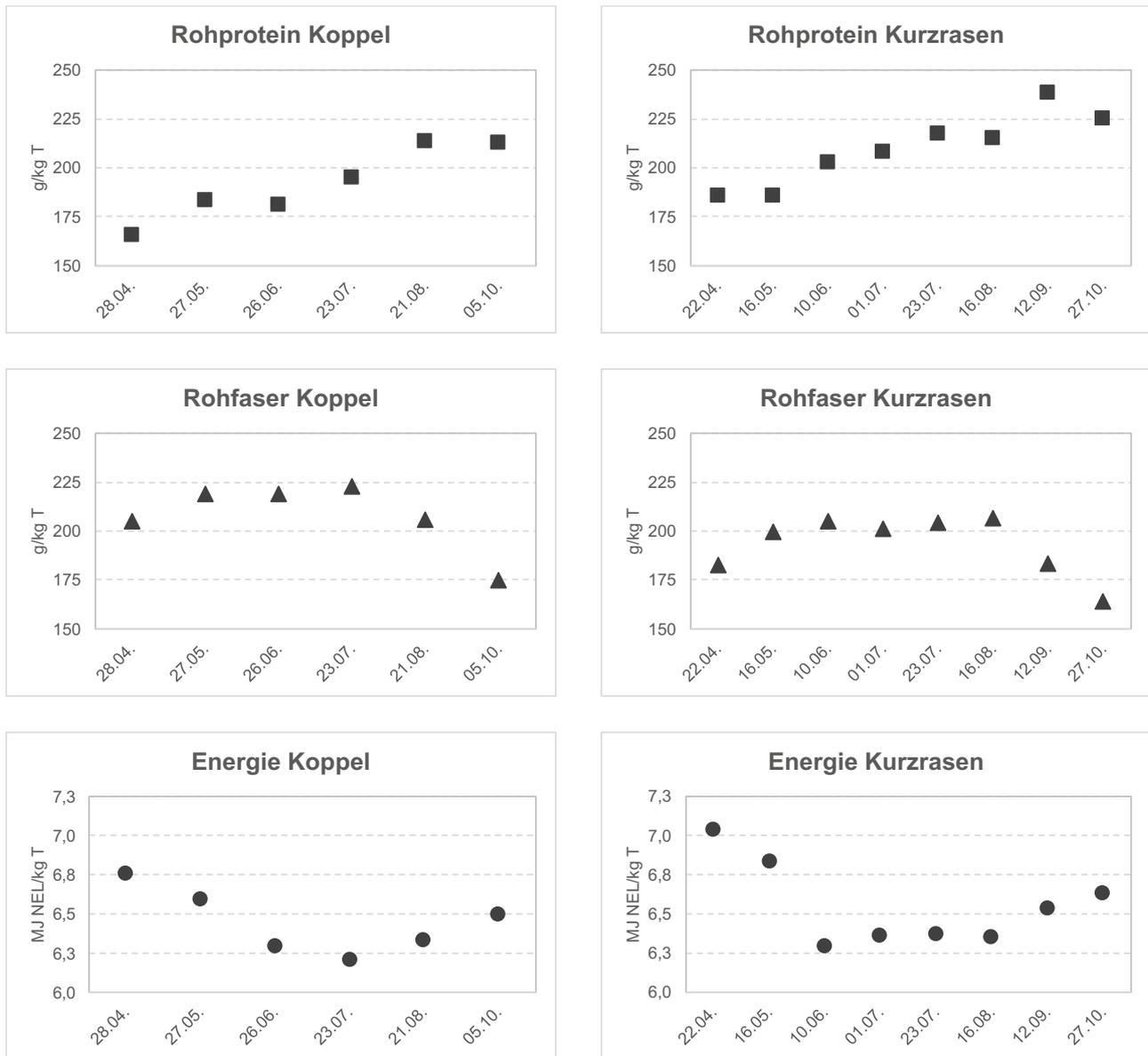


Abbildung 10: Rohprotein, Rohfaser und Energiegehalte des Futters der Koppel- und Kurzasen-Variante im Mittel der Versuchsjahre zu den jeweiligen Ernten

Spurenelementen (Tabelle 7). Bei Phosphor, Kalium, Kupfer und Mangan zeigte die Kurzasenweide die höchsten Konzentrationen. Dagegen waren die Werte bei Natrium und Zink in den Futterproben der Koppel höher als die der Kurzasenweide.

Bei Betrachtung ausgewählter Inhaltsstoffe während der Weideperiode konnten zwischen Koppel- und Kurzasen-

weide Ähnlichkeiten im Verlauf beobachtet werden (Abbildung 10). Die Rohproteingehalte stiegen in beiden Weidesystemen von 165 (Koppel) bzw. 186 (Kurzasen) auf 213 (Koppel) bzw. 232 g/kg T (Kurzasen) an, wobei die Kurzasenweide jeweils um 9 % über der Koppel lag. Bei der Rohfaser verhielt es sich umgekehrt. Hier lag das Futter der Kurzasenweide in den Gehalten um 7 % niedriger als

**Tabelle 8: Nährstoff-, Energie-, Mineralstoffgehalt der Futtermittel sowie Gärqualitätsparameter der Silagen (Mittelwerte, je kg Trockenmasse)**

Art	Grassilage				Weidefutter								Krafftutter
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Aufwuchs</b>													
Trockenmasse (T), g	367	448	408	369	186	183	180	176	179	184	188	202	867
Rohasche (XA), g	100	109	122	117	98	101	102	97	97	98	97	95	27
Rohprotein (XP), g	160	137	160	177	198	196	214	215	225	225	242	227	137
Rohfett (XL), g	36	32	34	36	29	28	30	30	30	30	29	28	25
Rohfaser (XF), g	226	260	249	219	190	207	213	209	212	214	190	169	54
N-freie Extr. (XX), g	478	462	434	451	482	467	437	444	430	429	437	477	758
ADF, g	268	308	307	264	246	265	271	271	277	276	244	216	67
NDF, g	394	445	417	381	402	426	418	416	423	427	398	366	189
ADL, g	24	33	36	26	24	26	32	34	36	33	32	30	10
NFC, g	310	277	266	289	273	249	236	242	224	220	234	285	623
Netto-Energie, MJ NEL	6,53	5,70	5,71	6,02	7,04	6,83	6,30	6,36	6,37	6,35	6,53	6,63	8,03
Nutzb. Rohpr. (nXP), g	143	128	131	138	147	146	147	148	149	149	154	155	167
RNB, g	2,6	1,4	4,7	6,3	8,2	8,1	10,8	10,8	12,2	12,2	14,1	11,4	-4,9
<b>Mineralstoffe</b>													
P, g	3,9	3,9	4,5	4,5	4,8	4,8	4,8	4,8	5,1	5,1	4,9	4,4	4,0
K, g	28,8	25,5	26,2	27,3	30,4	29,6	31,5	28,7	28,4	29,3	27,5	22,6	6,5
Ca, g	7,6	8,9	10,5	9,8	7,4	7,3	9,4	9,3	9,9	9,6	9,5	9,0	1,0
Mg, g	2,2	2,6	3,2	3,0	2,4	2,5	3,0	2,9	3,2	3,0	3,3	3,0	1,4
Na, mg	340	271	353	548	294	267	262	284	302	430	610	777	112
Cu, mg	8	8	11	10	9	9	10	10	12	12	12	11	6
Mn, mg	65	85	100	93	63	66	74	71	68	76	78	88	26
Zn, mg	28	29	34	33	60	72	64	67	84	90	85	119	40
<b>Gärqualität-Silagen</b>													
Essig-+Prop.-Säure, % T	1,02	0,95	0,99	1,20									
Buttersäure, % T	0,44	0,43	0,38	0,26									
Milchsäure, % T	3,05	3,59	3,26	3,56									
pH-Wert	4,84	4,71	5,04	4,91									
DLG-Punkte	82	85	79	89									

bei der Koppel. Der grundsätzliche Verlauf von steigenden Fasergehalten im Frühling und abnehmender Faser im Herbst war in beiden Weidenutzungen gegeben (Abbildung 10). Gegengleich dazu verliefen die Energiegehalte, wobei die Kurzrasenweide im Frühling bei 7,04 und die Koppel bei 6,76 MJ NEL/kg T startete, über den Sommer auf 6,35 (Kurzrasen) bzw. 6,28 MJ NEL/kg T (Koppel) abfiel, um dann im Herbst wieder auf 6,63 (Kurzrasen) bzw. 6,49 MJ NEL/kg T (Koppel) anzusteigen.

## 3.2 Systemvergleichsversuch

### 3.2.1 Futterqualität

In Tabelle 8 sind die Ergebnisse zu den Weide- und Silagefuttermitteln im Mittel über die Versuchsjahre für die unterschiedlichen Aufwüchse bzw. Erntetermine sowie für das Kraftfutter angeführt. Die Nährstoffgehalte der Futtermittel für die jeweiligen Versuchsjahre sind im Tabellenanhang angeführt. Der Rohproteingehalt der Silagen lag im Mittel bei 158 g und der Energiegehalt bei 5,99 MJ NEL/kg T. Die Gärqualität kann entsprechend den DLG-Punkten (79-89) mit „gut“ beurteilt werden. Die höchsten Energiegehalte wurden jeweils im ersten Aufwuchs und die höchsten Rohproteingehalte im 4. Aufwuchs ermittelt. Der 2. und 3. Aufwuchs zeigte in jedem Jahr die höchsten Strukturkohlenhydratgehalte. Zu Versuchsbeginn erhielten die Tiere der Stallgruppen daher jeweils eine ertragsliquote Mischung aus dem höherverdaulichen 1. und 4. Aufwuchs. Wenn diese Aufwüchse verfüttert waren, wurde eine Mischung aus dem 2. und 3. Aufwuchs eingesetzt. Im Vergleich zur Grassilage lagen der Rohprotein- und Energiegehalt der Weidefuttermittel von den simulierten Kurzrasenweideparzellen mit 218 g XP und 6,55 MJ NEL deutlich höher. Die höchsten

Energiegehalte wurden immer zu Vollweidebeginn und die niedrigsten von Mitte Mai bis Mitte August festgestellt. Das Kraftfutter für die Versuchsgruppe S-KF+ wies im Mittel einen Energiegehalt von 8,0 MJ NEL und einen Rohproteingehalt 137 g/kg T auf.

### 3.2.2 Futter- und Nährstoffverluste bei der Silagebereitung und Verfütterung im Stall

In Tabelle 9 sind die Ergebnisse zu den erhobenen Futter- und Nährstoffverlusten bei der Silagebereitung und Futtervorlage für die unterschiedlichen Ernte- bzw. die Futtervorlagestufe angeführt. Dabei ist zu beachten, dass für die Bestimmung des Bruttoertrages auf Parzellenversuche in vierfacher Wiederholung zurückgegriffen wurde. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass durch das Umlegen der handgeernteten Parzellenergebnisse auf die Gesamtfläche (z.B. Randeffekte) die Verluste von der Stufe Grünfutter bis gewickeltes Futter mit 22 % möglicherweise überschätzt wurden. Durch den Gärprozess kam es im Mittel zu T-Verlusten von 8 % und Energie- bzw. Rohproteinverlusten von 10 %. Die erhobenen Futtervorlageverluste (vergorene Silage – tatsächlich gefressene Silage) lagen in Summe bei 5 %.

Im Durchschnitt führte dies zu Trockenmasse- und Energie- bzw. Eiweißverlusten von 32, 34 bzw. 33 %. Die Verluste an Energie- und Rohprotein korrelierten stark mit den T-Verlusten, die Energie- und XP-Konzentrationen im Futter verringerte sich nur um durchschnittlich 2 % bzw. 3 %. Unterstellt man, auf Grund der möglicherweise nicht zu 100 % repräsentativen Brutto-Parzellenenertragsfeststellung, um 10 % geringere Futterverluste bei der Futterwerbung, dann errechnen sich im Mittel trotzdem Gesamtverluste von

**Tabelle 9: Futter- und Nährstoffverluste bei der Silagegewinnung und Futtervorlage in % (Dreijährige Mittelwerte sowie Minimal- und Maximalwerte in den Versuchsjahren)**

	Erntestufen				
	Grünfütter <sup>1)</sup> - gewickeltes Futter	gewickeltes Futter - vergorenes Futter	vergorenes Futter - gefressenes Futter	Grünfütter <sup>1)</sup> - gefressenes Futter	gewickeltes Futter- gefressenes Futter
T-Verlust (T kg), %	22	8	5	32	13
Min-Max	17,5-29,2	6,9-9,9	2,9-8,7	27,3-39,8	11,1-15,0
Energie-Verlust <sup>2)</sup> (MJ NEL), %	22	10	5	34	15
Min-Max	17,4-27,8	8,6-11,9	2,9-8,6	29,3-39,7	13,0-16,4
Rohprotein-Verlust <sup>3)</sup> (g XP), %	22	10	5	33	15
Min-Max	20,5-22,9	7,1-9,8	2,9-8,5	29,9-37,4	10,0-21,2

<sup>1)</sup> Grünfütterertrags- und Nährstoffgehaltsfeststellung: Parzellenversuche auf den Flächen in jeweils vierfacher Wiederholung

<sup>2)</sup> Energiekonzentrationsverlust je kg T: 3 % von Erntestufe Grünfütter bis gefressenes Futter

<sup>3)</sup> XP-Konzentrationsverlust je kg T: 2 % von Erntestufe Grünfütter bis gefressenes Futter

**Tabelle 10: Futteraufnahme, Nährstoffkonzentration und Lebendmasse (Fütterungsgruppen) sowie P-Werte und Residualstandardabweichungen**

	Gruppen			s <sub>e</sub>	Gruppe	P-Werte Jahr	Gruppe x Jahr
	S-KF0	S-KF+	VW				
Versuchsdauer, Tage	139	150	155				
Tiere, N	21	21	21				
<b>Futteraufnahme</b>							
Grundfutter <sup>1)</sup> , kg T	14,10	13,19	13,96	0,901	0,108	0,006	0,784
Krafftutter, kg T	0 b	1,54 a	0 b	0,482	<,001	0,025	0,008
Gesamtfutter, kg T	14,10 ab	14,72 a	13,96 b	1,068	0,002	<,001	0,417
<b>Nährstoffkonzentration</b>							
Energie, MJ NEL/kg T	5,87 c	6,08 b	6,49 a	0,491	<,001	<,001	0,006
XP, g/kg T	162 b	159 c	213 a	2,3	<,001	<,001	<,001
nXP, g/kg T	133 c	136 b	149 a	0,9	<,001	<,001	0,003
XF, g/kg T	253 a	234 b	203 c	3,9	<,001	<,001	0,003
NDF, g/kg T	431 a	408 c	416 b	4,8	<,001	<,001	0,001
ADF, g/kg T	304 a	281 b	264 c	4,4	<,001	<,001	<,001
NFC, g/kg T	256 b	292 a	233 c	8,1	<,001	0,004	0,004
<b>Energieaufnahme</b>							
Energie <sup>1)</sup> , MJ NEL/Tag	82,8 b	89,5 a	90,6 ab	6,89	0,012	<,001	0,318
<b>Lebendmasse</b>							
Ø Lebendmasse, kg	561 b	584 a	530 b	12,1	<,001	<,001	0,038
Tageszunahmen, g	-306 a	-273ab	-102 b	123,5	0,024	0,159	0,440
<b>Nährstoffbedarfsdeckung</b>							
Energie – MJ NEL, %	96	95	99	6,5	0,554	0,005	0,097
nXP, %	115 b	110 b	124 a	5,5	<,001	<,001	0,028

<sup>1)</sup> Grassilage bzw. Weidefutter; Weidefutteraufnahme aus Nährstoffbedarf für Erhaltung, Milchleistung, LM-Veränderung, Trächtigkeit und Weideaktivität sowie Energiekonzentration im Weidefutter errechnet

zumind. 20-25 % im Zuge der Ernte, Futterkonservierung und Futtervorlage.

### 3.2.3 Futteraufnahme, Nährstoffkonzentration und Lebendmasse

In Tabelle 10 sind die Ergebnisse für die Futtergruppen und im Tabellenanhang für die Wechselwirkung (Gruppe x Jahr) angeführt. In Abbildung 11 und Abbildung 12 sind Futteraufnahme- und Rationskriterien sowie die LM, BCS- und Rückenfettdicke-Veränderungen der Versuchskühe im Versuchsverlauf dargestellt.

Die Versuchsdauer lag in der Weidegruppe bei 155 Tagen. Für die Silagegruppe ohne Krafftutterergänzung (S-KF0) reichte das Grundfutter im Mittel für 139 Tage, die Versuchsdauer war damit um 10 % kürzer als in Gruppe VW. Bei Silagefütterung und leistungsabhängiger Krafftutterergänzung (S-KF+) betrug die Versuchsdauer 150 Tage, was einer um 3 % kürzeren Versuchsdauer im Vergleich zur Vollweidegruppe (VW) entsprach. Die Krafftutteraufnahme lag in S-KF+ bei durchschnittlich 1,5 kg T und ging im Versuchsverlauf von knapp 3 auf 0,5 kg T pro Tier und Tag zurück. Die

Grundfutteraufnahme unterschied sich mit 14,7 bzw. 14,1 kg T/Tag numerisch zwischen den beiden Silagegruppen S-KF0 bzw. S-KF+. Die mittlere Grundfutterverdrängung durch Krafftutter lag bei 0,60. Die Weidefutteraufnahme wurde über den Energiebedarf und die LM-Veränderung der Tiere errechnet und lag im Mittel bei 14 kg T. Die Nährstoffkonzentrationen in den Gesamtrationen unterschieden sich entsprechend den oben angeführten Nährstoffgehalten der Futtermittel signifikant zwischen den Futtergruppen. Die Energie- und XP-Konzentration war bei Vollweidehaltung am höchsten und der Rohfaser- und ADF-Gehalt am geringsten. In der täglichen Energieaufnahme lag die Gruppe S-KF0 mit 83 MJ NEL signifikant unter S-KF+ mit 90 MJ und Gruppe VW mit 91 MJ. In der Lebendmasse lagen die Kühe der Gruppe S-KF+ mit 584 kg signifikant über den anderen beiden Gruppenmittelwerten mit 561 kg in S-KF0 und 530 kg in VW.

Die Tiere der Silagegruppen nahmen von Versuchsbeginn bis Versuchsende durchgehend leicht an Lebendmasse ab. Die VW-Tiere verloren bis Versuchsmitte im Vergleich zu den anderen Gruppen stärker an Lebendmasse, nahmen

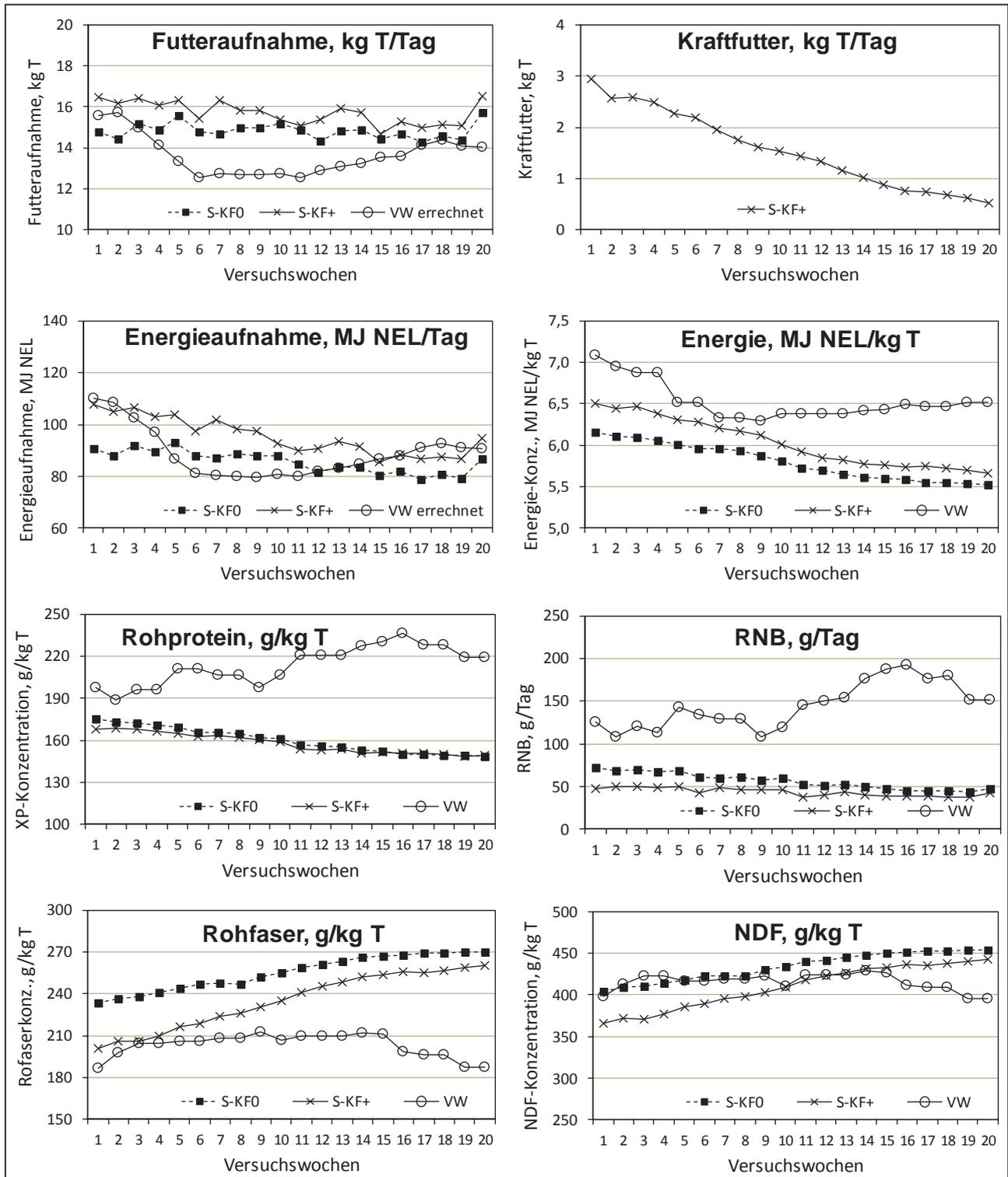


Abbildung 11: Futteraufnahme und Rationskriterien im Versuchsverlauf (Versuchswoche 1-20)

aber ab Versuchswoche 14 bis Versuchsende wieder zu. Vergleichbare Verläufe zeigten sich auch für die Rückenfettdicke. In der Körperkondition wurde demgegenüber auch in der Gruppe VW bis zu Versuchsende eine Abnahme dokumentiert. In den durchschnittlichen Tageszunahmen über die gesamte Versuchsperiode lag die Silagegruppe ohne Kraftfutterergänzung mit -306 g/Tag signifikant tiefer als die Vollweidekühe mit -102 g/Tag und die Gruppe S-KF+ lag mit -273 g dazwischen.

3.2.4 Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

In Tabelle 11 sind die Milchleistungsergebnisse für die Futtergruppen und im Tabellenanhang für die Wechselwirkung Gruppe x Jahr angeführt. Die Milchleistungsverläufe im Versuchszeitraum sind in Abbildung 13 dargestellt. Im gesamten Versuchszeitraum ging die Milchleistung von Gruppe S-KF+ bis S-KF0 signifikant von 2.798 kg auf 2.309 kg ECM zurück. Die VW-Gruppe lag mit 2.511 kg ECM dazwischen. Auch in der Milch- sowie der Fett- und Ei-

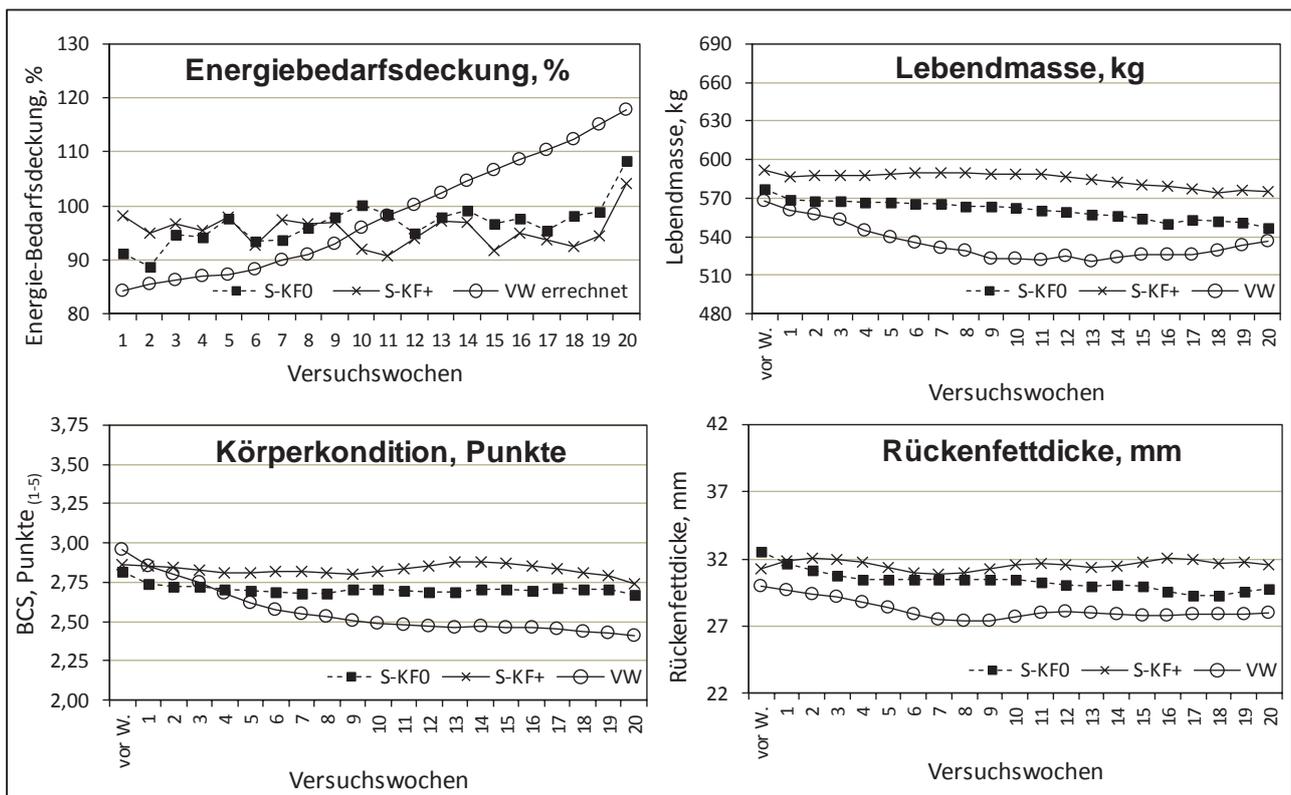


Abbildung 12: Energiebedarfsdeckung, Lebendmasse, BCS und Rückenfettdicke im Versuchsverlauf (Woche vor Versuch und Versuchswochen 1-20)

Tabelle 11: Milchleistung (Fütterungsgruppen) sowie P-Werte und Residualstandardabweichungen

	S-KF0	Gruppen S-KF+	VW	$s_e$	Gruppe	P-Werte Jahr	Gruppe x Jahr
Versuchsdauer, Tage	139	150	155				
<b>Milchleistung - Gesamt pro Kuh</b>							
ECM, kg	2.309 <sup>b</sup>	2.798 <sup>a</sup>	2.511 <sup>ab</sup>	393,2	0,020	0,867	0,243
Milch, kg	2.408 <sup>b</sup>	2.851 <sup>a</sup>	2.555 <sup>ab</sup>	388,1	0,037	0,828	0,234
Fett, kg	95 <sup>b</sup>	118 <sup>a</sup>	105 <sup>ab</sup>	16,8	0,024	0,830	0,221
Eiweiß, kg	69 <sup>b</sup>	86 <sup>a</sup>	81 <sup>ab</sup>	12,8	0,010	0,719	0,341
<b>Milchleistung - Versuchstag pro Kuh</b>							
ECM, kg/Tag	16,6 <sup>b</sup>	18,7 <sup>a</sup>	16,2 <sup>c</sup>	1,11	<,001	<,001	<,001
Milch, kg/Tag	17,3 <sup>b</sup>	19,1 <sup>a</sup>	16,5 <sup>c</sup>	1,20	<,001	<,001	<,001
Fett, %	3,96	4,15	4,10	0,176	0,139	0,507	0,031
Eiweiß, %	2,86 <sup>c</sup>	3,00 <sup>b</sup>	3,19 <sup>a</sup>	0,074	<,001	<,001	0,008
Laktose, %	4,68 <sup>ab</sup>	4,71 <sup>a</sup>	4,61 <sup>b</sup>	0,028	0,006	<,001	0,980
Milchharnstoff, mg/100 ml	24 <sup>b</sup>	24 <sup>b</sup>	43 <sup>a</sup>	1,6	<,001	<,001	0,066
Zellzahl, x1000	102	78	113	61,2	0,238	0,165	0,731

weißleistung (kg) wurden über die gesamte Versuchsperiode betrachtet vergleichbare Gruppenunterschiede festgestellt. Auf Grund der unterschiedlichen Versuchsdauer zeigten sich bei den Tagesmittelwerten andere Gruppendifferenzen. Die Vollweidetiere lagen in der Milch- und ECM-Leistung pro Tag mit 16,2 bzw. 16,5 kg signifikant tiefer als die Silagegruppen. Die ECM-Leistung der Gruppe S-KF+ war mit 18,7 kg auch signifikant über der Gruppe S-KF0 welche 16,6 kg erreichte. Bei einem mittleren Kraftfuttereinsatz von 1,54 kg T lag die Kraftfuttermittelwerteffizienz bei 1,37 kg. Berücksichtigt man die in der Gruppe S-KF+ längere Versuchsdauer und berechnet man die Kraftfuttermittelwerteffizienz über die Versuchsperiode, dann lag diese im Mittel bei 2,1 kg ECM/kg T Kraftfutter. Im Milchlaktose- und Zellzahlgehalt wurden keine signifikanten

Gruppenunterschiede festgestellt. Der Milcheiweißgehalt stieg von Gruppe S-KF0 mit 2,86 % über S-KF+ mit 3,00 % bis VW mit 3,19 % signifikant an. Auch im Milchharnstoffgehalt lag die VW-Gruppe über den Silagegruppen, demgegenüber ergab sich in der VW-Gruppe mit 4,61 % der geringste Milchlaktosegehalt.

Im Verlauf der Milchleistung (Abbildung 13) zeigte sich in den Silagegruppen ein linearer Milchleistungsabfall. Demgegenüber wurde bei den Weidekühen zu Vollweidebeginn ein deutlicher Milchleistungsanstieg festgestellt. Fünf Wochen nach Versuchsbeginn fiel die Milchleistung jedoch bereits unter die Gruppe S-KF0 ab und blieb dann bis Versuchsende unter dieser Gruppe. Der Milcheiweißgehalt zeigte bis Versuchsmitte einen vergleichbaren Verlauf, zu Versuchsende stieg dieser jedoch in VW wieder deutlich an.

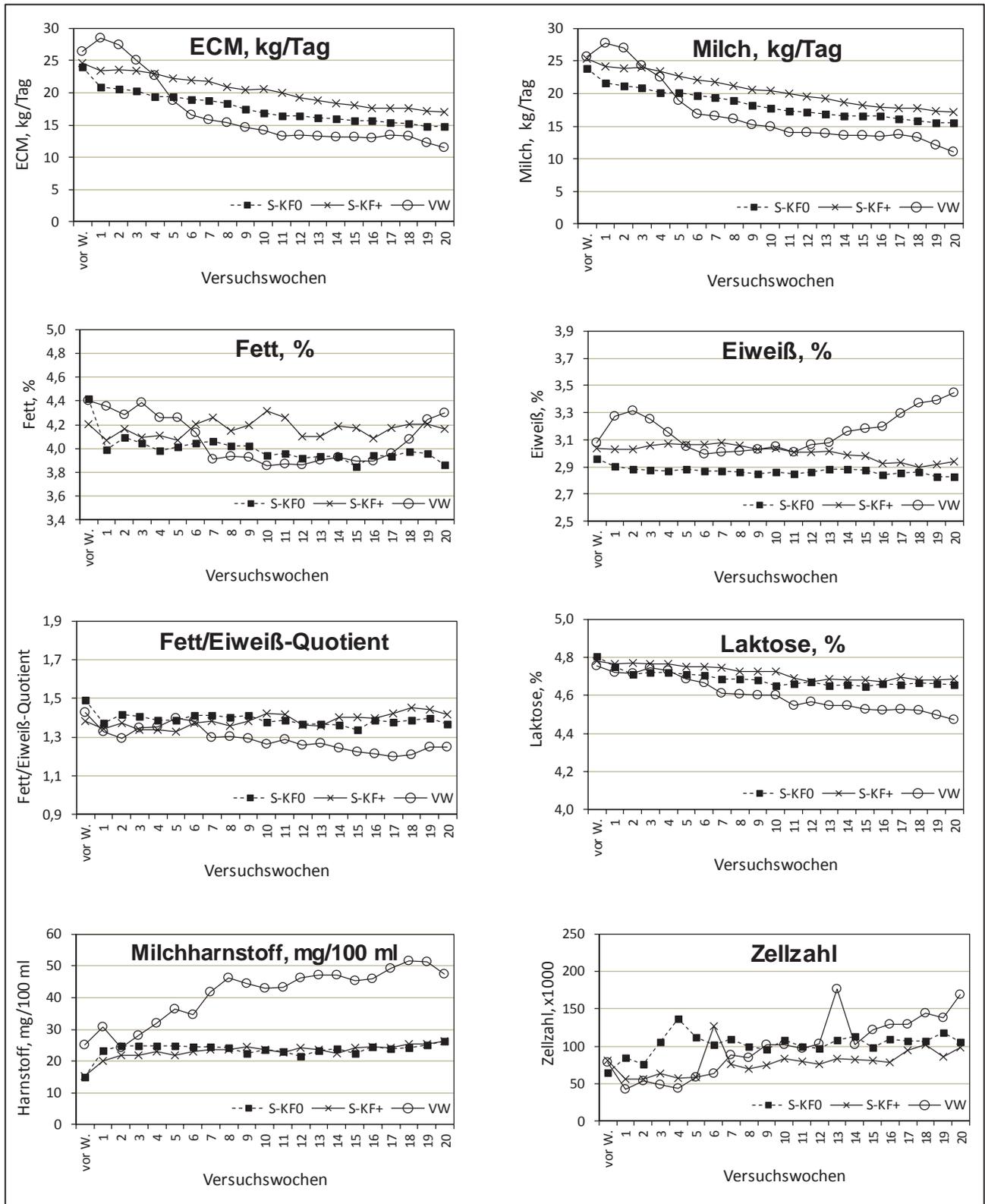


Abbildung 13: Milchleistung und Milch Inhaltsstoffe im Versuchsverlauf (Woche vor Versuch und Versuchswochen 1-20)

Der Milchfettgehalt lag in der VW-Gruppe zu Versuchsbeginn und Versuchsende über den beiden anderen Gruppen, fiel dann in den Versuchswochen 7-18 (Weidemonate August bis Mitte September) unter 4 % ab. Nach dem ersten Versuchsdrittel fiel der Laktosegehalt der Milch in VW zunehmend von den beiden Silagegruppen ab, gleichzeitig

stieg in diesem Zeitraum der Milchharnstoffgehalt in Gruppe VW deutlich an.

### 3.2.5 Flächenleistung

In der gemessenen Grundfutter-, Energie- und Rohproteinaufnahme je ha Grünlandfläche lagen die Silagegruppen

auf gleichem Niveau (Tabelle 12). Die über den Energiebedarf und die Energiekonzentration im Weidefutter errechnete Weidefuturaufnahme war für Trockenmasse bzw. Energie je Hektar numerisch um 9 bzw. 20 % höher als in den Silagegruppen. Die Rohproteinaufnahme stieg pro ha Grünlandfläche signifikant von etwa 1.100 in den Silagegruppen auf knapp 1.600 kg pro Hektar bei Vollweidehaltung (+45 %) an.

Die Milchflächenleistung je ha Grundfutterfläche betrug in Gruppe S-KF+ 9.690 kg ECM und war signifikant über der Gruppe S-KF0 mit 7.931 kg ECM.

Die Vollweidegruppe lag dazwischen und erzielte im Versuchszeitraum 8.637 kg ECM/ha. Auch wenn die Lebendmasseabnahme der Tiere im Versuchszeitraum berücksichtigt wurde, blieben die Gruppeneffekte grundsätzlich bestehen. Die ECM-Flächenleistung reduzierte sich je nach Gruppe um etwa 300 bis 900 kg. Die Differenzen zwischen der Gruppe VW (8.300 kg ECM) und S-KF0 (7.037 kg) wurden numerisch größer und zwischen S-KF+ (8.864 kg ECM/ha) und VW geringer.

Bei Allokation der ECM-Leistung auf die Gesamtfutterfläche (inkl. Kraftfutteranbaufläche) wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt.

Die Gruppe VW lag sowohl mit als auch ohne Berücksichtigung der Lebendmasseveränderung numerisch um etwa 5-20 % in der Flächenleistung über den Silagegruppen. Die numerisch geringste Gesamtflächenleistung wurde für S-KF+ errechnet.

### 3.2.5 Milcherlös und Futterkosten

Bei Silagefütterung und Kraftfutterergänzung wurden mit 1.448 Euro im Vergleich zur reinen Silagefütterung mit 1.195 Euro signifikant höhere Milcherlöse je Kuh festgestellt (Tabelle 13). Die Weidegruppe lag mit 1.307 Euro dazwischen. Die Futterkosten stiegen, sowohl bei Berücksichtigung der LM-Veränderungen als auch ohne Berücksichtigung, von Gruppe VW über S-KF0 bis hin zu S-KF+ signifikant an. Der Differenzbetrag zwischen den Milcherlösen und den Futterkosten lag in Gruppe VW bezogen auf eine Kuh bzw. pro Hektar Grundfutterfläche signifikant über der Silagegruppe ohne Kraftfutterergänzung (S-KF0), die Gruppe S-KF+ lag jeweils dazwischen.

Der Differenzbetrag zwischen Milcherlösen und Futterkosten pro ha Grundfutterfläche stieg bei Berücksichtigung der LM-Veränderung im Versuchszeitraum von 2.638 in Gruppe S-KF0 über 3.188 in S-KF+ auf 3.530 in VW an. Bezogen auf den Versuchstag schnitt die Gruppe S-KF+ je Kuh signifikant besser als S-KF0 ab, die Gruppe VW lag dazwischen und unterschied sich nicht signifikant von den Silagegruppen.

## 4. Diskussion

### 4.1 Weide-Aufwuchshöhenversuch

Obwohl die Nutzung des Dauergrünlandes als Schnittwiese oder Dauerweide unterschiedliche Wirkungen auf die Entwicklung der Pflanzenbestände hat (Johnson und Parsons

**Tabelle 12: Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Milchleistung je Hektar (Fütterungsgruppen) sowie P-Werte und Residualstandardabweichungen**

	Gruppen			s <sub>e</sub>	Gruppe	P-Werte	
	S-KF0	S-KF+	VW			Jahr	Gruppe x Jahr
<b>Futter- und Nährstoffaufnahme je ha Grundfutterfläche</b>							
Grundfuturaufnahme <sup>1)</sup> , kg T/ha GF	6.830	6.878	7.448	1.083,4	0,507	<,001	0,893
Energie aus Grundfutter, MJ NEL/ha GF	40.189	40.346	48.325	6.755,4	0,047	0,001	0,865
XP aus Grundfutter, kg/ha GF	1.106 <sup>b</sup>	1.104 <sup>b</sup>	1.582 <sup>a</sup>	193,8	<,001	0,005	0,893
<b>Milchflächenleistung je ha Grundfutterfläche</b>							
ECM/ha Grundfutter, kg/ha GF	7.931 <sup>b</sup>	9.690 <sup>a</sup>	8.637 <sup>ab</sup>	1.402,0	0,017	0,024	0,198
ECM/ha Grundfutter <i>LM.Dif. berücksichtigt</i> , kg/ha GF	7.037 <sup>b</sup>	8.864 <sup>a</sup>	8.300 <sup>ab</sup>	1.533,4	0,030	0,063	0,285
Milchweiß, kg/ha GF	238 <sup>b</sup>	299 <sup>a</sup>	275 <sup>ab</sup>	45,5	0,008	0,029	0,284
Milchfett+Milchweiß, kg/ha GF	567 <sup>b</sup>	702 <sup>a</sup>	632 <sup>ab</sup>	104,1	0,014	0,024	0,204
<b>Milchflächenleistung je ha Gesamtfutterfläche</b>							
ECM/ha Gesamtfutterfläche, kg/ha GES	7.931	7.598	8.637	1.304,9	0,214	0,297	0,036
ECM/ha Gesamtfutterfläche <i>LM.Dif. berücksichtigt</i> , kg/ha GES	7.037	6.906	8.300	1.362,0	0,143	0,500	0,095
Fett+Eiweiß, kg/ha Ges	567	550	632	94,3	0,192	0,284	0,031

1) Grassilage bzw. Weidefutter; Weidefuturaufnahme aus Nährstoffbedarf für Erhaltung, Milchleistung, LM-Veränderung, Trächtigkeit und Weideaktivität sowie Energiekonzentration im Weidefutter errechnet

**Tabelle 13: Wirtschaftliche Berechnungen (Fütterungsgruppen) sowie P-Werte und Residualstandardabweichung**

	S-KF0	S-KF+	VW	P-Werte		Gruppe	Jahr	Gruppe x Jahr
				se	se			
<b>Erlöse</b>								
Milcherlös je kg Milch, Cent/kg	49,4 <sup>b</sup>	50,9 <sup>ab</sup>	51,7 <sup>a</sup>	0,89	0,004	0,017	0,010	
Milcherlös-Versuchszeitraum, Euro/Kuh	1.195 <sup>b</sup>	1.448 <sup>a</sup>	1.307 <sup>ab</sup>	201,8	0,019	0,889	0,252	
<b>Futterkosten</b>								
Futterkosten, Euro/Kuh	389 <sup>b</sup>	497 <sup>a</sup>	262 <sup>c</sup>	70,9	<,001	0,017	0,139	
Futterkosten <i>LM.Dif. berücksichtigt</i> , Euro/Kuh	425 <sup>b</sup>	529 <sup>a</sup>	276 <sup>c</sup>	66,0	<,001	0,001	0,059	
<b>Milcherlös abzüglich Futterkosten</b>								
Milcherlös - Futterkosten, Euro/Kuh	805 <sup>b</sup>	955 <sup>ab</sup>	1040 <sup>a</sup>	150,3	0,009	0,477	0,122	
Milcherlös - Futterkosten <i>LM.Dif. berücksichtigt</i> , Euro/Kuh	771 <sup>b</sup>	922 <sup>ab</sup>	1027 <sup>a</sup>	151,2	0,007	0,327	0,152	
Milcherlös - Futterkosten <i>LM.Dif. berücksichtigt</i> , Euro/ha GF	2.638 <sup>b</sup>	3.188 <sup>a</sup>	3.530 <sup>a</sup>	536,1	0,006	0,098	0,082	
Milcherlös - Futterkosten <i>LM.Dif. berücksichtigt</i> , Euro/Kuh u. Tag	5,9 <sup>b</sup>	6,7 <sup>a</sup>	6,4 <sup>ab</sup>	0,40	0,002	<,001	<,001	

1985), wurden in der vorliegenden Untersuchung keine größeren Unterschiede festgestellt. Versuche, die bereits am selben Standort durchgeführt wurden (Starz et al. 2011, 2010, 2017a) zeigten hingegen deutliche Unterschiede zwischen Schnitt- und Weidenutzung auf. In diesen Untersuchungen wurde in den beweideten Varianten in der Regel ein höherer Anteil von Weißklee, Englisch Raygras und Wiesenrispengras festgestellt, was ebenfalls das Ergebnis einer Schweizer Weide-Untersuchung (Thomet et al. 2000) war. Eine mögliche Ursache, warum in dem vorliegenden Versuch keine Unterschiede festgestellt wurden, könnte in der methodischen Anlage des Versuches selbst liegen. Bei den vorhin erwähnten Untersuchungen wurde die Weidenutzung über mehrere Jahre auf ein und derselben Fläche durchgeführt. Im aktuellen Versuch wurde jedes neue Versuchsjahr ein neuer Flächenteil beweidet, der im vorherigen Jahr als Vierschnitt-Wiese genutzt wurde. Dies könnte auch eine Ursache dafür sein, weshalb keine Unterschiede in der Bestandeszusammensetzung zwischen den drei Nutzungen festgestellt wurden. Der Einfluss der vorjährigen Schnittnutzung lässt sich bei der Bestandesentwicklung innerhalb der Koppel- und Kurzrasenweide erkennen. In beiden Weidevarianten konnte zu Vegetationsbeginn die für die Weide untypische Gemeine Ripse beobachtet werden, die jedoch im weiteren Vegetationsverlauf bei beiden Weidenutzungen fast gänzlich zurückgedrängt wurde. Bei einer intensiven und dauernden Beweidung wird diese von den Weidetieren vertreten und ausgerissen (Steinwider und Starz 2015). Deutliche Unterschiede zeigten hingegen die drei für diesen Versuch herangezogenen Flächen. Hier zeigte sich, dass die Gemeine Ripse nur am Querfeld in einem nennenswerten Flächenausmaß vertreten war, welches in den Jahren vor dem Versuch hauptsächlich als Vierschnitt-Wiese genutzt wurde. Diese Grasart fehlte auf den langjährig als Dauerweiden genutzten Flächen Beifeld und Stallfeld. Auf diesen beiden war aber der Flächenanteil des Wiesenrispengrases signifikant höher als am Querfeld. Der Grund hierfür dürfte in der mehrjährigen Übersaat mit Wiesenrispengras auf den beiden Dauerweiden liegen. Dass sich intensive Beweidung mit einer begleitenden Übersaat von Wiesenrispengras positiv auf die Erhöhung der Flächenanteile dieser Grasart auswirkt, konnte bereits in einem am Bio-Institut durchgeführten Versuch beobachtet werden (Starz et al. 2013b). Diese Ergebnisse unterstreichen aber auch den positiven Effekt von Über- bzw. -Nachsaaten zur Bestandeslenkung im Dauergrünland (Huguenin-Elie et al. 2006).

Die nach dem Versuchsdesign geplanten unterschiedlichen Wuchshöhen bei der Ernte wurden erreicht und waren eine Voraussetzung für die Simulation der Koppel- und Kurzrasenweide. Bei der Erhebung der Restfütterhöhe nach der Ernte wurden signifikante Unterschiede zwischen allen drei Nutzungen gemessen. Eine mögliche Erklärung dafür könnte in der Methode der Höhenmessung liegen. Das verwendete Paster plate meter (RPM) hat ein definiertes Gewicht, mit dem es auf den Bestand drückt. Da in der vorliegenden Untersuchung die simulierte Kurzrasenweide bei den Beerntungen die signifikant geringsten Rohfaserwerte hatte, dürften auf den Parzellen mehr Blätter- und weniger Stängelmaterial vorhanden sein, was gegenüber der Platte des RPM mehr nachgibt und zu der um  $0,4 \text{ cm}_{\text{RPM}}$  geführt haben dürfte. Diese Interpretation würde sich auch mit Ergebnissen von Ribeiro Filho et al. (2005) decken, wo

unterschiedliche Weidehöhen einen Einfluss auf die auf der Fläche zurückbleibende Restfüttermenge hatten. Ebenfalls hatte in dieser Studie die niedrigere Weidehöhe auch die niedrigeren Fasergehalte (ADF).

Bei den bereits erwähnten und am Versuchsstandort durchgeführten Versuchen (Starz et al. 2011, 2010, 2017a) wurde in den Kurzrasenweidevarianten ein signifikant geringerer Ernteertrag als bei einer Vierschnittnutzung festgestellt. Demgegenüber zeigten die beiden simulierten Weidesysteme in der vorliegenden Untersuchung keinen mengenmäßigen Ertragsunterschied zur Vierschnittnutzung. Eine mögliche Erklärung für dieses Ergebnis könnte in der Nutzung der drei Flächen vor Versuchsbeginn liegen. Zwei der drei Versuchsflächen (Beifeld und Stallfeld) wurden schon langjährig als Kurzrasenweiden genutzt und während dieser Zeit intensiv mit weideangepassten Grasarten und ertragreichen Sorten (Wiesenrispengras und Englisch Raygras) nachgesät. Dabei wurden in den acht Jahren vor Versuchsbeginn in Summe etwa  $100 \text{ kg/ha}$  (mit max.  $10 \text{ kg/ha}$  pro Nachsaat) nachgesät. Ein weiterer Einfluss auf den Jahres-Trockenmasseertrag dürfte auch durch den vierten Schnitttermin bei der als Wiese genutzten Variante gegeben sein. Die beiden Weidevarianten hatten den letzten Erntetermin im Oktober und die Schnittwiesenvariante im September. Da ein späterer vierter Schnitt die Futterqualität negativ beeinflussen würde und ein fünfter Schnitt ökonomisch nicht sinnvoll wäre, kann der unterschiedliche Erntezeitraum der drei Varianten als systembedingte Tatsachen interpretiert werden. Bei Betrachtung der Mengenerträge in den einzelnen Versuchsjahren fällt auf, dass 2014 die beiden Weidevarianten numerisch über der Schnittnutzung lagen. In den folgenden beiden Versuchsjahren kehrte sich dieses Bild numerisch um und die Schnittnutzung zeigte die numerisch höchsten Erträge. Trotzdem waren die Mengenerträge der drei Nutzungsvarianten innerhalb eines Jahres nicht signifikant unterschiedlich. Eine mögliche Ursache für diesen drehenden Effekt bei den Weideerträgen könnte darin liegen, dass 2015 und 2016 die Weidebereiche auf einem im Vorversuchsjahr geschnittenen Bereich waren. Da bei Schnittnutzung die Triebanzahl gegenüber einem beweideten Bestand abnimmt (Johnson und Parsons 1985), könnte dieser Effekt das veränderte Ertragsbild von Schnitt- und Weidenutzung in den Jahren 2015 und 2016 gegenüber 2014 erklären. Generell lagen die Mengenerträge in diesem Versuch mit durchschnittlich  $10.495 \text{ kg T/ha}$  unter den Erträgen, wie sie in Schweizer Versuchen mit Mengenerträgen von  $13.000 \text{ kg T/ha}$  bis  $15.000 \text{ kg T/ha}$  erhoben wurden (Käch et al. 2014, Thomet et al. 2007). Diese im Schweizer Mittelland durchgeführten Versuche, befanden sich auf Standorten mit einer längeren Vegetationsperiode und wurden teilweise mit zusätzlichem mineralischem Stickstoff gedüngt (Thomet et al. 2007). Trotzdem sind auch im ostalpinen Klimaraum hohe Qualitätserträge von knapp über  $2.000 \text{ kg XP/ha}$  erreichbar.

Signifikant höhere Rohproteingehalte in Futterproben der Kurzrasenweide konnten ebenfalls bei Pulido und Leaver (2003) festgestellt werden. Die durchschnittlichen  $222 \text{ g/kg T}$  lagen etwas über den in diesem Versuch ermittelten  $209 \text{ g XP/kg T}$ . Dafür wurde in der britischen Studie der idente Rohproteingehalt für die Koppel, wie in dem aktuellen Versuch, ermittelt (jeweils  $192 \text{ g/kg T}$ ). Die Energiedichte erreichte in der vorliegenden Untersuchung im Frühling

sehr hohe Werte von 7,04 (Kurzrasen) und 6,76 MJ NEL/kg T (Koppel), viel aber bei beiden Weidenutzungen zum Zeitpunkt des ersten Schnittes im Juni auf 6,3 MJ NEL/kg T. Im Gegenzug erreichten zu diesem Zeitpunkt die Werte an Rohfaser (XF) mit 205 (Kurzrasen) und 219 g/kg T (Koppel) deutlich höhere Werte als im Frühling (Kurzrasen: 183 g/kg T und Koppel: 205 g/kg T). Diese Beobachtung ist ebenfalls nicht neu und wurde in den Weideversuchen am Bio-Institut schon mehrfach gemessen (Starz et al. 2011, 2010, 2017a). Diese Tatsache dürfte hauptsächlich auf die jahreszeitlich unterschiedliche Halmbildungstendenz der Gräser zurückzuführen sein. In Gunstlagen, wo auch spätreife Englisch Raygras Sorten verwendet werden, wurden im Vergleich zu den vorliegenden Ergebnissen geringere jahreszeitliche Schwankungen festgestellt (Thomet und Hadorn 1996).

Der Einfluss des Weidesystems auf die Futterzuwachskurven wurde schon in zwei weiteren Versuchen (Starz et al. 2013a, 2017b) am Bio-Institut untersucht. In diesen Versuchen wurden ähnliche Zusammenhänge zwischen der Ertragsentwicklung und den in der Zeitperiode gefallenen Niederschlägen beschrieben. In der vorliegenden Arbeit brach das Futterwachstum nach einer niederschlagsarmen Periode stark ein. Das kühlere Klima der Ostalpen und die damit einhergehende kürzere Vegetationsperiode hat auch zur Folge, dass die Höhe des Futterwachstums im Westalpenraum (Thomet und Blättler 1998), aber auch in anderen und klimatisch günstigeren Weidegebieten Europas (Thomet et al. 2011), auf einem deutlich höheren Niveau liegen. Wie die vorliegende Untersuchung verdeutlicht ist nicht der Jahresniederschlag oder die Niederschlagssumme in der Vegetationsperiode eine angemessene Maßzahl für das Potential eines Weidestandortes. Gerade beim System der Kurzrasenweide ist die Niederschlagsmenge während des jeweiligen Monats für ein optimales Futterwachstum entscheidend. Die Koppelweide, mit all ihren zu beachtenden Managementmaßnahmen, reagiert in solchen Perioden toleranter.

#### 4.2 Systemvergleichsversuch

Die Grünland-Flächenproduktivität wird wesentlich von den Standortbedingungen (Klima, Vegetationsdauer etc.) und der Bewirtschaftung (Düngung, Ernte etc.) beeinflusst. Der vorliegende Versuch wurde auf einem Grünlandbetrieb im Berggebiet Österreichs auf einer Seehöhe von 680 m über NN durchgeführt. Bei einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 8,2 °C und Niederschlägen von 1.056 mm/Jahr erstreckt sich die Vegetationsperiode von Ende März bis Anfang November (ZAMG 1981-2010, ZAMG 2001). Da sowohl zu Beginn als auch am Ende der Vegetationsperiode üblicherweise keine ganztägige Weidehaltung umgesetzt wird (vergl. Steinwider et al. 2011), dauerte der Versuch in der Vollweide-Versuchsgruppe von Mitte April bis Mitte September über durchschnittlich 155 Vollweidetage. Der Futterzuwachs ab Vegetationsbeginn wurde zu Weidebeginn bzw. bei der ersten Schnittnutzung für die Silagegruppen mitgenutzt. Zu Vollweideende wurde auf den schnittgenutzten Varianten der 4. Aufwuchs geerntet und gleichzeitig der Versuch in der Vollweidegruppe beendet. In beiden Varianten wurde dabei zu Versuchsende eine vergleichbare Restfutteraufwuchshöhe angestrebt und mit 4,8 bzw. 4,7 cm in der Silage- bzw. Vollweidevariante auch erreicht. Der Futterzuwachs ab Mitte September bis Vegetationsende wurde

in keiner Versuchsvariante mitberücksichtigt. Würde man die standortüblichen Herbstfüttererträge (Starz et al. 2017b) unterstellen, dann wären die jeweiligen Milchweideleistungen je Tier um etwa 10-15 % und die Milchflächenleistungen jeweils um etwa 5-10 % zu erhöhen.

Entsprechend dem Verlauf des aktuellen Weidefutterzuwachses müssen bei Weidehaltung die Flächengrößen im Jahresverlauf angepasst werden (Steinwider u. Starz, 2015). Um eine exakte Vergleichbarkeit der Versuchsvarianten zu erreichen, wurde in allen Versuchsgruppen immer die gleiche aktuelle Flächengröße über Weide bzw. Silage genutzt. Erweiterungsflächen wurden jeweils einheitlich bewirtschaftet und einen Tag nach der vorangegangenen Schnittnutzung beiden Systemen hinsichtlich Flächengröße zugeschlagen. Der Versuch wurde darüber hinaus auf drei möglichst homogenen Dauergrünlandflächen umgesetzt, wobei jeweils 1/3 der Fläche beweidet und 2/3 davon schnittgenutzt wurden. Die Weidefläche „wanderte“ jedes Jahr innerhalb der jeweiligen Versuchsfläche weiter, sodass in den drei Versuchsjahren jedes Flächendrittel auch einmal beweidet wurde. Die Grunddüngung aller Flächen erfolgte in gleicher Höhe über Kompost- und verdünnte Gülle. Um die feldfallenden N-Ausscheidungen der Weidetiere in der Weidegruppe entsprechend zu berücksichtigen, wurde auf den Schnittflächen eine um 100 kg höhere jährliche N-Düngung pro Hektar über Gülle durchgeführt. Bei der Silagebereitung wurden vier Schnitte umgesetzt, wobei jeweils eine hohe Futterqualität und minimale Ernteverluste angestrebt wurden. Die RPM-Aufwuchshöhe lag am Erntetag bei 15,4 ( $\pm 2,52$ ) cm. Umgelegt auf die in der Praxis übliche „Plastik-Deckelmethode“ bei der Aufwuchshöhenmessung würde dies etwa einer Aufwuchshöhe von 20-21 cm (RPM cm x 1,34) und dem Vegetationsstadium „Ähren-Rispenschieben“ entsprechen (Steinwider u. Starz 2015). Im Mittel über alle Jahre und Aufwüchse lag der Energiegehalt der in Form von Ballen konservierten Grassilagen bei 5,99 MJ NEL/kg T und der Rohproteingehalt bei 158 g. Entsprechend den üblichen Nährstoffgehalten Österreichischer Dauergrünland-Silagen und den Gärparametern kann die Qualität als gut beurteilt werden (Resch et al. 2006; DLG 2006). Zu Versuchsbeginn erhielten die Tiere der Stallgruppen jeweils eine ertragsliquote Mischung aus dem höherverdaulichen 1. und 4. Aufwuchs. In den Silagegruppen wurde der Versuch jeweils beendet, wenn der jeweilige Silagevorrat vollständig verbraucht war. Daraus ergab sich in den Versuchsgruppen eine unterschiedlich lange Versuchsdauer von 155 Tagen in der Vollweidegruppe (VW), von 150 Tagen in der Grassilagegruppe mit Kraftfutterergänzung (S-KF+) und von 139 Tagen in der Grassilagegruppe ohne Kraftfutterergänzung (S-KF0). Diese Unterschiede in der Versuchsdauer spiegeln die unterschiedlichen Futterverluste und Futteraufnahmeergebnisse sowie die Ergänzungsfütterung in S-KF+ wider. Der Versuch startete in allen Gruppen zu Mitte des 2. Laktationsmonats (46. Laktationstag) wobei die Versuchskühe zu Laktationsbeginn einheitlich gefüttert wurden. Zwei Wochen vor Versuchsbeginn wurden die Tiere jeweils gleitend auf die Rationsgestaltung in der Versuchsperiode umgestellt, das Futter von den Versuchsflächen (Silagen bzw. Kurzrasenweide) wurde aber erst ab Versuchsbeginn genutzt.

In der Untersuchung wurden auch die Futterverluste bei der Silageernte erhoben. Von der Stufe „Grünfütter bis gewickeltes Futter“ wurden im Mittel T-Verluste von 22 %

errechnet. Dabei ist zu beachten, dass für die Bestimmung des Brutto-Grünfütterertrages nicht die Gesamtfläche erfasst werden konnte, sondern auf Ertragszahlen in Parzellenversuchen in vierfacher Wiederholung zurückgegriffen wurde. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass durch das Umlegen der schonend handgeernteten Parzellenergebnisse auf die Gesamtfläche die T-Verluste von der Stufe „Grünfütter – gewickeltes Futter“ mit 22 %, möglicherweise durch nicht repräsentative Beprobungsflächen bzw. Randeffekte, überschätzt wurden. Resch et al. (2016) berichten von T-Verlusten bei der Feldfutter-Silageernte (von Erntestufe „Mähwerkmahd bis Schwad“) von 3-4 % und bei Luzernesilageernte von 14-15 %. Nach Dulphy (1987) ist beim Anwelken von Grünlandfutter, je nach Trockenmassegehalt und Futterart, von Feldverlusten im Bereich von 5-10 % auszugehen. Unter Berücksichtigung dieser Literaturergebnisse und Beachtung methodischer Unterschiede sowie des jungen blattreichen Pflanzenbestandes, könnte eine Überschätzung der Verluste auf dieser Erntestufe (5-10 %) aufgetreten sein. Im Gärprozess (Ballen frisch – vergorener Silageballen) traten im Mittel 8 % T-Verluste auf. Köhler et al. (2013) stellten diesbezüglich auf Praxisbetrieben für Grassilagen vergleichbare Verluste mit durchschnittlich 7 % (-2 bis + 26 %) fest. Wie in der vorliegenden Arbeit berichtet Köhler (2015) ebenfalls von Futtevorlageverlusten (vergorenes Futter – gefressenes Futter) im Ausmaß von 5 %. Über die gesamte Futterbereitungskette wurden im vorliegenden Versuch Trockenmasse-, Energie- bzw. Rohproteinverluste von 32, 34 bzw. 33 % festgestellt. Im Vergleich dazu berichtet Köhler (2015) von 29 % T-Verlusten. Unterstellt man, auf Grund der möglicherweise nicht zu 100 % repräsentativen Brutto-Parzellenertragsfeststellung, um etwa 10 % geringere Futteververluste bei der Futterwerbung (Grünfütter – gewickeltes Futter), dann lagen im Mittel immer noch Gesamtverluste an T, Nettoenergie und Rohprotein von 20-25 % vor. Die Trockenmasseaufnahme der Kühe je ha Grundfutterfläche von Vegetationsbeginn bis Mitte September (Erntetermin 4. Aufwuchs) lag in den Gruppen S-KF0 und S-KF+ bei 6.830 bzw. 6.878 kg T auf vergleichbarem Niveau. Bei Berücksichtigung von Ernteverlusten von 20 % bzw. 25 % würde dies Brutto-Trockenmasseerträgen von durchschnittlich 8.538 bzw. 9139 kg/ha oder Futteververlusten von 1.713 bzw. 2.285 kg/ha entsprechen. Dies würde Energie- bzw. Rohproteinverlusten von etwa 10.000-13.500 MJ NEL bzw. 276-368 kg Rohprotein pro ha entsprechen. Die Weideverluste wurden in der vorliegenden Arbeit nicht direkt erfasst. Wie bei Horn et al. (2014) beschrieben, wurde die Weidefutterraufnahme nicht erhoben, sondern aus dem Energiebedarf (Milch, Trächtigkeit, LM-Veränderung, Weideaktivität) und dem aktuellen Energiegehalt des Weidefutters (Parzellenversuch niedrige Aufwuchshöhe) errechnet.

Die so errechnete Weidefütter-, Energie- und Rohproteinaufnahme lag im Versuchszeitraum bei 7.448 kg T, 48.325 MJ NEL und 1.582 kg XP pro Hektar. Stellt man diese Ergebnisse den oben beschriebenen Bruttoerträgen der Silagegruppen gegenüber, dann würden sich Trockenmasseverluste von 13 bis 19 % und Energieverluste von 4 bis 10 % ergeben. Die Rohproteinaufnahme über die Weide lag demgegenüber höher als der oben beschriebene Rohprotein-Bruttoertrag auf den Schnittflächen (+7 bis 15 %). Dies ist auf deutliche Unterschiede in der Nährstoffkonzentration des Schnitt- bzw. Weidefutters zurückzuführen. Die Rohprotein- und Ener-

giegehalte der Weidefütterproben lagen nämlich mit 218 g XP und 6,55 MJ NEL deutlich höher als die Gehalte in den Grassilagen. Vergleichbar mit den Ergebnissen von Starz et al. (2014) wurden auch hier die höchsten Energiegehalte zu Weidebeginn und die niedrigsten von Mitte Mai bis Mitte August festgestellt. Preis und Menke (2011) untersuchten simulierte Kurzrasenweideproben in Verdauungsversuchen mit Hammeln hinsichtlich Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und Energiegehalt. Wie die Nährstoffgehalte variierte auch die Verdaulichkeit der organischen Masse zwischen den Jahreszeiten. Im Frühjahr zeigte sich mit 84 % die höchste Verdaulichkeit der OM. Die aus den verdaulichen Nährstoffen berechneten Energiegehalte lagen etwas höher, zeigten aber einen vergleichbaren Verlauf. Sie betragen im Frühjahr 7,44 MJ NEL, im Sommer 6,41 und im Herbst 6,60 MJ NEL/kg T (Preis und Menke 2011).

Neben der Futterqualität beeinflusst bei Weidehaltung auch das Futterangebot die Futteaufnahme, Milchleistung und Flächenproduktivität. In der vorliegenden Arbeit wurde auf Kurzrasenweidehaltung zurückgegriffen. Zur Erzielung einer hohen Flächenproduktivität wurde ein hoher Tierbesatz bzw. geringe Weideaufwuchshöhe angestrebt. Wenn der Tierbesatz auf Kurzrasenweiden zu gering ist, nimmt die Selektion der Tiere zu, beginnen zunehmend Weideflächenbereiche auszuwachsen, wird der Futtezuwachs weniger gut genutzt und steigen die Futteverluste an (vergl. Delgarde et al. 2001). Wie bei Steinwider und Starz (2015) beschrieben, kann es demgegenüber bei einem Überbesatz und zu geringer Weidefütter-Aufwuchshöhe zu einer reduzierten Weidefütteraufnahme und Milchleistung pro Kuh kommen. Dabei spielen Futtermenge pro Bissen und die begrenzte Bissanzahl pro Tag eine wichtige Rolle. In der vorliegenden Untersuchung wurde eine mittlere RPM-Weidefütter-Aufwuchshöhe von 5,0-5,5 cm angestrebt. Im Durchschnitt wurde dieser Zielbereich mit 5,3 cm erreicht, schwankte jedoch im Vegetationsverlauf und zwischen den Jahren (Abbildung 14). Insbesondere im ersten Versuchsjahr lag die Aufwuchshöhe von Mai bis Mitte Juni nur im Bereich von 4 cm, im zweiten Jahr wurden Aufwuchshöhen unter 5 cm nur kurzzeitig von Ende Mai bis Anfang Juni und im Herbst festgestellt. Im dritten Weidejahr schwankten die Aufwuchshöhen weniger stark und lagen nach der Weidebeginnphase nahezu immer im Bereich zwischen 5 und 6 cm. Die tägliche Milchleistung der VW-Kühe lag im Mittel über die 155 tägige Versuchsperiode bei 16,2 kg und damit signifikant unter den Silagegruppen, welche in Gruppe S-KF0 bzw. S-KF+ bei kürzerer Versuchsdauer von 139 bzw. 150 Tagen 16,6 bzw. 18,7 kg ECM molken. Die Milchleistungen der Silagegruppen gingen im Versuchsverlauf nahezu linear zurück, demgegenüber zeigten die VW-Kühe in den ersten Vollweidewochen einen deutlichen Anstieg. Sowohl das Futterangebot als auch die hohe Weidefütterqualität in diesem Zeitraum liefern eine Erklärung dafür. Vergleichbare Effekte wurden auch von Steinwider et al. (2011) bei Spätwinter-Abkalbung beschrieben. Nach der 5. Vollweidewoche fiel jedoch die Milchleistung der VW-Kühe unter jene der Silagegruppen ab, obwohl die Energie- und Rohproteinkonzentration in der Ration über jener der Silagegruppen lag. Eine mögliche Ursache dafür stellt das im Mittel knappe Futterangebot (geringe Aufwuchshöhe) in diesem Zeitraum dar. Wie Abbildung 14

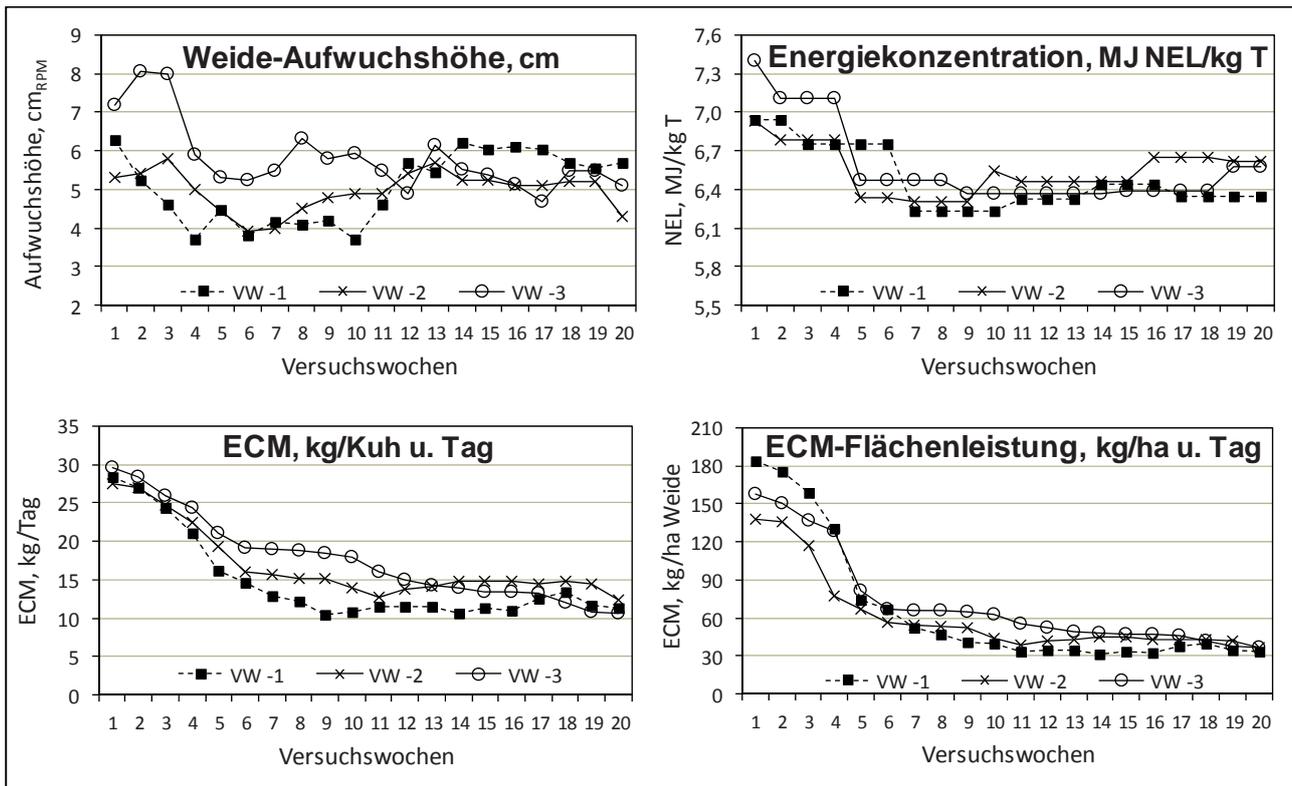


Abbildung 14: Weide-Aufwuchshöhe, Energiekonzentration des Weidefutters, Milchleistung je Kuh bzw. ECM-Flächenleistung im Versuchsverlauf der 3 Weideperioden

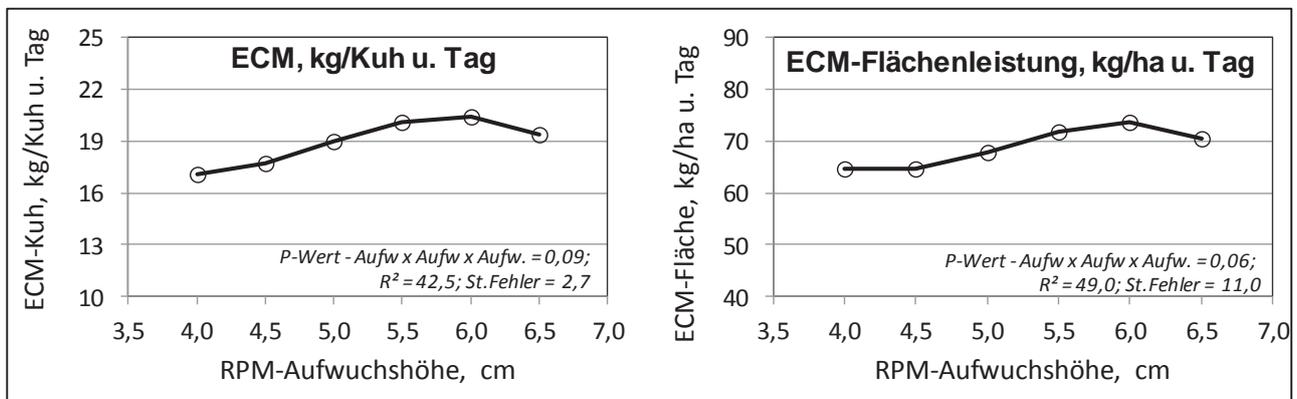


Abbildung 15: Zusammenhang zwischen Weidefutteraufwuchshöhe und ECM-Leistung pro Kuh bzw. pro Hektar von Versuchswochen 5 bis 15 (Multiple Regressionsauswertung unter Berücksichtigung von: Laktationstag, Energiekonzentration des Weidefutters, Aufwuchshöhe kubisch; Darstellung für: 80. Laktationstag und 6,4 MJ NEL/kg T)

zeigt, trat dieser Milchleistungseffekt im ersten Jahr, wo die Weidefutteraufwuchshöhe ab Ende Mai gering war, am deutlichsten auf. Im 3. Versuchsjahr lag die Aufwuchshöhe darüber und wurde dieser Effekt praktisch nicht festgestellt. Der Zusammenhang zwischen der Aufwuchshöhe und der Milchleistung pro Tier bzw. pro ha für den Zeitraum vom 2. bis 4. Vollweidemonat ist in Abbildung 15 dargestellt. Es zeigt sich, dass unter einer Aufwuchshöhe von 5,5-6 cm mit einem Rückgang der Milchleistung sowohl pro Kuh als auch pro Hektar zu rechnen ist. In diesem Zusammenhang ist auch zu beachten, dass die Anzahl der Kot- und Harnstellen im Weideverlauf zunehmen und damit diese Weideflächen-teile vorübergehend nicht bzw. nur bedingt genutzt werden. Dies verringert indirekt die „effektive Weidefläche“ und beschleunigt den Rückgang der Aufwuchshöhe in den

Zwischenbereichen. Die Auswertung hat gezeigt, dass Aufwuchshöhen über 6 cm demgegenüber zu keiner Leistungssteigerung mehr führen, sondern das Risiko, dass Weideflächenbereiche uneinheitlich bzw. nicht mehr effizient genutzt werden, erhöht. Insbesondere in Grünlandregionen mit uneinheitlicher Topografie bzw. uneinheitlichem Pflanzenbestand, wie man dies oft im Grünland-Berggebiet antrifft, muss dies besonders bei Kurzrasenweidehaltung bedacht werden. Zu geringer Tierbesatz erhöht jedenfalls die Futterverluste und verringert die Flächeneffizienz (vergl. McCarthy et al. 2011). Die Energieversorgung der Weidetiere zeigt sich auch im Milcheiweißgehalt sowie in der Lebendmasse-, Rückenfett- und BCS-Entwicklung. Obwohl die Weidetiere im letzten Versuchszeitraum bereits wieder an Lebendmasse zunah-

men, blieb die tägliche Milchleistung unter dem Niveau der Silagegruppen. Der niedrigere Milchlaktosegehalt sowie der höhere Milchlaktosegehalt der Weidetiere weisen auf eine im Herbst unausgeglichene Ration und damit möglicherweise begrenzte Milchsynthese hin (Rigout et al. 2002). Obwohl die durchschnittliche Tagesmilchleistung der VW-Kühe unter jener der Silagegruppen lag, unterschied sich die Milchleistung über die gesamte Versuchsperiode, auf Grund der längeren Versuchsdauer (weniger Verluste, höher Nettofuttermenge etc.) nicht von diesen. Die ECM-Leistung lag in Gruppe S-KF+ mit 2.798 kg signifikant über S-KF0 mit 2.309 kg ECM pro Kuh, die VW-Gruppe lag mit 2.511 kg ECM dazwischen.

Im Mittel über die gesamte Versuchsperiode erzielten die Tiere der Silagegruppen S-KF0 und S-KF+ eine ECM-Leistung von 18,7 kg bzw. 16,6 kg. Bei einem mittleren Kraftfuttereinsatz von 1,54 kg T/Tag lag die Grundfuttermenge bei 0,60 und die Kraftfuttermenge bei 1,37 kg Milch pro kg T Kraftfutter. Die Verdrängung des Grundfutters als auch die Steigerung der Milchleistung durch Kraftfutter wird wesentlich von der Energiebilanz der Milchkuh, der Kraftfütterzusammensetzung, der Kraftfuttermenge (Pansenstoffwechsel), dem Laktationsstadium und in Fütterungsversuchen auch von der Dauer der Untersuchung (Lebendmasseveränderungen) beeinflusst (vergl. Gruber 2007; Gruber 2009). Bei Energiemangel ist von einer hohen Kraftfuttermenge und einer geringen Grundfuttermenge auszugehen.

Die Kraftfütterwirkung im Bereich der Normfütterung lässt demnach eine Milchleistungssteigerung von 0,8 bzw. 1,0 kg ECM pro kg T Kraftfutter erwarten. Mit steigendem Energieniveau geht die Kraftfütterwirkung von 2,3 auf 0,5 kg ECM pro kg T Kraftfutter zurück (Gruber 2009). Wie die Ergebnisse zur Energiebedarfsdeckung, der Lebendmasse-, BCS- und Rückenfedtdicke-Entwicklung zeigen, waren die Kühe im Versuchszeitraum in einer leicht negativen Energiebilanz, was die Höhe der Kraftfuttermenge im Durchschnitt der drei Versuchsjahre erklärt. Berücksichtigt man bei der Berechnung der Kraftfuttermenge demgegenüber die längere Versuchsdauer in Gruppe S-KF+ und führt die Berechnung auf Basis der Gesamtversuchsdauer durch, dann lag die KF-Effizienz, bedingt durch den Grundfuttereinsparungseffekt, in Gruppe S-KF+ bei 2,1 kg ECM/kg T Kraftfutter.

Da sich die Kuhanzahl je ha Grundfutterfläche (GF) zwischen den Versuchsgruppen nicht unterschied, waren die

Gruppeneffekte in den Milchflächenleistungen je ha Grundfutterfläche ähnlich wie jene der Gesamt-Milchleistungen pro Kuh. Die ECM-Leistung je ha Grundfutterfläche lag in Gruppe S-KF+ mit 9.690 kg signifikant über der Gruppe S-KF0 mit 7.931 kg ECM/ha GF.

Die Vollweidegruppe lag dazwischen und erzielte im Versuchszeitraum 8.637 kg ECM/ha GF. Bei Berücksichtigung der Lebendmasseabnahme der Tiere im Versuchszeitraum verringerte sich die Flächenleistung je nach LM-Abnahme in den Gruppen um etwa 300 bis 900 kg ECM. Die Differenzen zwischen der Gruppe VW (8.300 kg ECM) und S-KF0 (7.037 kg) wurden numerisch größer und zwischen S-KF+ (8.864 kg ECM/ha) und VW geringer (Abbildung 16). Da bei Kraftfüttereinsatz in Gruppe S-KF+ auch Fläche verbraucht bzw. „zugekauft“ wird, wurde die Milchleistung in einem zweiten Schritt auch auf die Gesamtfutterfläche umgelegt.

Dazu wurde für 100 kg T Kraftfutter, unter Berücksichtigung durchschnittlicher Bio-Erträge in Österreich, ein Flächenbedarf von 357 m<sup>2</sup> unterstellt (Grüner Bericht, 2016; Resl und Brückler 2017).

Bezogen auf die Gesamtfläche wurden auf Grund der jährlichen Streuung keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt, die VW-Gruppe lag jedoch numerisch über den Silagegruppen (Abbildung 17). Diese Ergebnisse decken sich nicht mit jenen von Hofstetter et al. (2011). Die Autoren verglichen hier in einem anderen Versuchsansatz auf „Betriebsebene“ und über drei volle Jahre, eine Vollweideherde mit einer TMR-Stallgruppe. Hier erreichte die milchbetontere Stallgruppe eine höhere Einzeltierleistung als auch eine höhere ECM-Flächenleistung als die Vollweidetiere. Wolfthaler et al. (2017) führten darauf aufbauend wirtschaftliche Untersuchungen unter österreichischen Rahmenbedingungen durch. Unter passenden Betriebsgegebenheiten erzielte die Vollweidehaltung, insbesondere wenn eine biologische Wirtschaftsweise unterstellt wurde, günstigere ökonomische Ergebnisse. Auch die vorliegenden ökonomischen Berechnungen weisen, trotz geringerer Einzeltiertagesleistung, auf die Konkurrenzfähigkeit der Vollweidegruppe hin. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass in der vorliegenden Arbeit ausschließlich der Differenzbetrag aus den Bio-Erlösen und Futterkosten im Versuchszeitraum errechnet wurde. Mögliche Auswirkungen auf die Gesamtlaktationsleistung, Zuchtviehlerlöse, Arbeitszeit, Tiergesundheit sowie sonstiger Kosten und Erlöse sind dabei nicht erfasst.

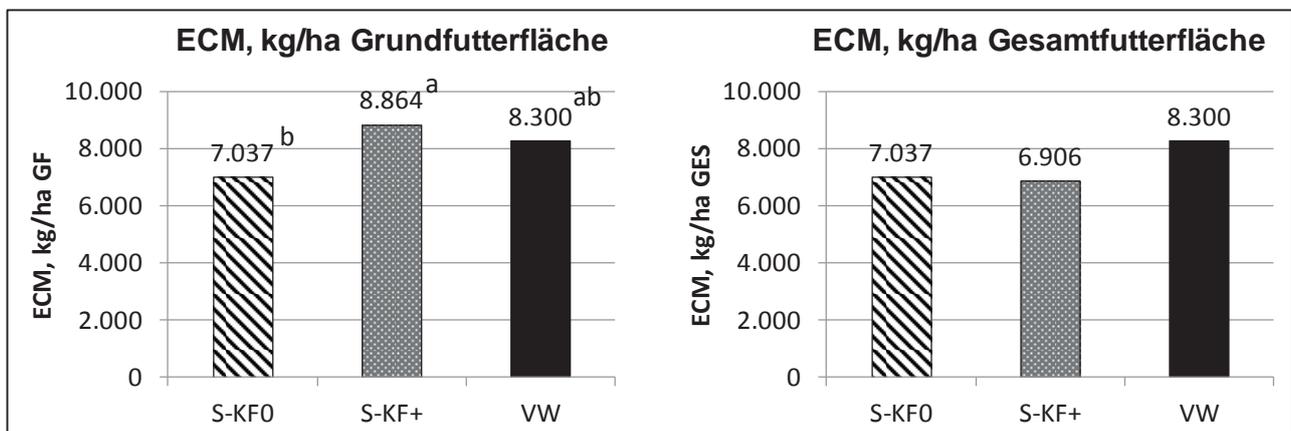


Abbildung 16: ECM-Flächenleistung je ha Grundfutter- bzw. Gesamtfutterfläche in den Versuchsgruppen (LM-Veränderung der Tiere berücksichtigt)

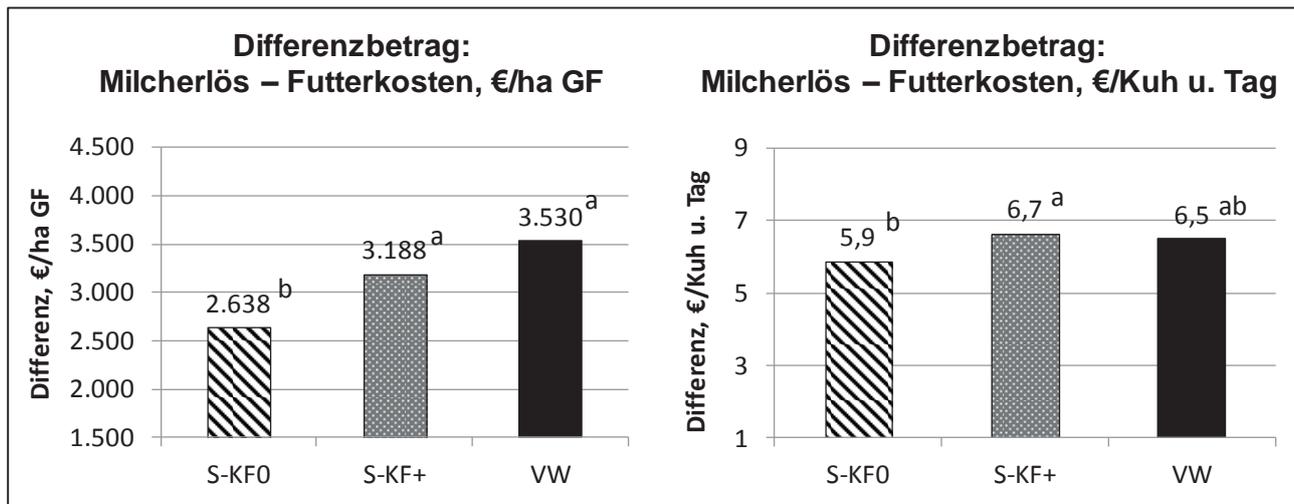


Abbildung 17: Differenzbetrag aus Milcherlös und Futterkosten je ha Grundfutterfläche (links) bzw. je Kuh und Versuchstag (rechts) (LM-Veränderung der Tiere berücksichtigt)

## 5. Schlussfolgerungen

### 5.1 Weide-Aufwuchshöhenversuch

- Regelmäßige und bestandeserhaltende Nachsaaten auf der Weide halten den Bestand dicht und stellen die Basis für einen optimalen Weideertrag dar.
- Das Englische Raygras kann sich bei intensiver Weidenutzung mit hohen Flächenanteilen behaupten und ist neben dem Wiesenrispengras und dem Weißklee ein wichtiger Partner für ein funktionierendes Weidesystem.
- Wird das Weidesystem optimal auf dem Betrieb umgesetzt, dann ist mit gleich hohen Mengenerträgen als bei Schnittnutzung zu rechnen. Sowohl die Kurzrasenweide als auch die Koppelweide sind beide zu empfehlende Weidesysteme, sofern die Besonderheiten eines jeden Systems in der Weideführung beachtet und an die jeweiligen Betriebsverhältnisse angepasst werden.
- Keine landwirtschaftliche Kultur in Mitteleuropa stellt pro Hektar so viel Rohprotein zur Verfügung wie das Grünland, welches über den Wiederkäuer veredelt für den Menschen als Nahrung zur Verfügung steht. Dabei übertrifft in der Grünland-Rohproteinbereitstellung die Weide die Schnittnutzung.
- Diese hohen Rohproteinmengen auf der Weide sind auch das Resultat eines optimalen Weißkleebestandes, der einen Großteil des Stickstoffs über die Knöllchenbakterien in das Grünlandssystem holt. Daher kann die Weide auch als „Klee gras des Dauergrünlandes“ bezeichnet werden. Weide trägt damit langfristig zu einer Stickstoffoptimierung auf Bio-Betrieben bei.

### 5.2 Systemvergleichsversuch

- Aus den vorliegenden Daten sowie Ergebnissen der Literatur können Futtertrockenmasse-, Energie- und Rohproteinverluste von zumindest 20 % bei der Grassilagebereitung erwartet werden.
- Bei Vollweidehaltung wurde im Vergleich zur Grassilagebereitung ein höherer Grundfutter-Nettoertrag

(Trockenmasse, Energie und insbesondere Rohprotein) festgestellt.

- Im Vergleich zur Stallfütterung schwankte die Tagesmilchleistung der Vollweidekühe im Laktationsverlauf stärker und lag auch im Mittel auf tieferem Niveau. Zu Vollweidebeginn zeigte sich in allen Jahren in der Weidegruppe ein deutlicher Milchleistungsanstieg. Diese Milchleistung ging jedoch, insbesondere in jenen Jahren, wo die Aufwuchshöhe ab dem 2. Vollweidemonat unter 5,5 cm lag, deutlich zurück und blieb im weiteren Versuchsverlauf auch auf tieferem Niveau als in den Vergleichsgruppen.
- Hinsichtlich Milch-Grundfutterflächenleistung lag die Vollweidegruppe, trotz geringerer Tagesmilchleistungen, auf Grund des höheren Netto-Futterangebots und der damit verbundenen längeren Versuchsdauer, numerisch über der Silage-Gruppe, welche kein Kraftfutter erhielt. Die Kraftfutter-Silagegruppe lag in der Milch-Grundfutterflächenleistung numerisch über der Vollweidegruppe und signifikant über der Silagegruppe ohne Kraftfutterergänzung. Bezogen auf die Gesamtfutterfläche (inkl. Ackerfläche für das Bio-Kraftfutter) schnitt die Vollweidegruppe in der Milchflächenleistung numerisch am besten ab.
- Die ökonomischen Berechnungen zu den Milcherlösen und Futterkosten im Versuchszeitraum weisen auf die Konkurrenzfähigkeit der Weidehaltung bei passenden Betriebsbedingungen hin.
- Maßnahmen zur Verringerung des Milchleistungsabfalls im Anschluss an das erste Vollweidemonat können einen wichtigen Beitrag zur weiteren Verbesserung der Vollweidehaltung leisten. Im Versuch wurde diesbezüglich ein deutlicher Effekt der Aufwuchshöhe des Pflanzenbestandes festgestellt.

## 6. Zusammenfassung

In der grünlandbasierten Milchviehhaltung wird eine hohe Grundfutterflächenleistung angestrebt. Im vorliegenden Versuch wurde die Flächeneffizienz der Milchproduktion bei Vollweidehaltung (VW) bzw. Silage-Stallfütterung (S) im Berggebiet Österreichs mit 63 Milchkühen über drei

Jahre am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb Moarhof der HBLFA Raumberg-Gumpenstein verglichen. Um den Effekt der Kraftfuttermittelsversorgung bei Silagefütterung zu berücksichtigen, erhielten jeweils die Hälfte der Stalltiere kein Kraftfutter (S-KF0) bzw. Kraftfutter nach Norm (S-KF+; KF kg FM/Tier u. Tag = 0,5 x kg Tagesmilch – 18; max. jedoch 8,5 kg FM/Tier u. Tag). Die Vollweidetiere (VW) wurden über die Vollweideperiode ganztägig ausschließlich mit Weidefutter auf einer Kurzrasenweide bei einer mittleren RPM-Aufwuchshöhe von 5,3 ( $\pm$  0,81) versorgt. Die Dauergrünlandflächen wurden dazu gedrittelt, wobei in jedem Versuchsjahr 1/3 der Fläche über die Vollweideperiode als Kurzrasenweide genutzt wurde. Die restliche Fläche wurde jeweils als Grassilage bei einer mittleren RPM-Wuchshöhe von 15,4 ( $\pm$  2,52) über 4 Schnitte genutzt und in Form von Silageballen konserviert und in den Wintermonaten gleichmäßig den Silagefütterungsgruppen zugeteilt. Die Größe der Silageernteflächen entsprach bei jedem Schnitttermin dem aktuellen Weideflächenbedarf der VW-Gruppe. Die Grunddüngung aller Flächen erfolgte in gleicher Höhe. Um die feldfallenden N-Ausscheidungen der Weidetiere in der Weidegruppe entsprechend zu berücksichtigen, wurde auf den Schnittflächen eine um 100 kg/ha höhere jährliche N-Düngung über Gülle nach den jeweiligen Schnitten durchgeführt. Aus der Versuchsherde wurden insgesamt 63 Milchkühe entsprechend der Laktationszahl, der Rasse und dem Abkalbezeitpunkt ausgewählt und den drei Versuchsgruppen gleichmäßig zugeteilt. Die Versuchskühe kamen im Durchschnitt am 46. ( $\pm$  11,9) Laktationstag in den Versuch. Die Versuchsperiode der Weidegruppe wurde zeitlich vorgezogen, die Stallgruppen befanden sich im folgenden Winter im Versuch und erhielten als Grundfutter ausschließlich die auf den Versuchsflächen in der vorangegangenen Vegetationsperiode geernteten Ballensilagen. Die Weideperiodenlänge richtete sich nach den Witterungsbedingungen im jeweiligen Jahr, die Fütterungsversuchsdauer in den Stallgruppen ergab sich aus dem jeweils zur Verfügung stehenden Silagefutterangebot. Die Futteraufnahme der Stalltiere wurde täglich individuell erfasst, die Weidefutteraufnahme wurde aus dem Energiebedarf der Tiere errechnet. Die Milchleistung wurde täglich, die Milchinhaltsstoffgehalte dreimal wöchentlich, die Lebendmasse wöchentlich und der BCS sowie die Rückenfettdicke zweiwöchentlich erfasst. Zur Berechnung der Milch-Flächenleistung wurde die erhobene ECM-Leistung sowohl auf die benötigte Grundfutterfläche als auch auf die errechnete Gesamtfutterfläche (inkl. Bio-Ackerflächenbedarf für das Kraftfutter) umgelegt. Im Versuchszeitraum ergab sich ein mittlerer Grünlandflächenbedarf pro Kuh von 0,29 ha, pro 100 kg T Kraftfutter wurde ein Bio-Ackerflächenbedarf von 357 m<sup>2</sup> in Gruppe S-KF+ angenommen.

Dieser Versuch wurde auch dazu genutzt die Bestände, Erträge und Futterqualitäten des Dauergrünlandes zu erheben. Dazu wurden sowohl die als Vierschnittwiesen genutzten Flächenbereiche als auch die nach dem System der Kurzrasenweide genutzten Fläche beprobt. Die Flächenbereiche mit der Kurzrasenweide wurden dazu genutzt zwei Weidesysteme (Kurzrasen- und Koppelweide) zu simulieren. Zur Erhebung der Weidebestände und Futtererträge wurden Weidekörbe von 1 m<sup>2</sup> Grundfläche verwendet, wobei die Simulation der Kurzrasenweide 8-Mal und die der Koppelweide 6-Mal pro Jahr mit Akkuhandscheren abgemäht wurde. Die

Pflanzenbestände zeigten keinen großen Unterschied in der Artenzusammensetzung. Das Englische Raygras konnte Flächenanteile von knapp über 40 % in allen drei Nutzungen erreichen. Deutlicher fiel dagegen der Unterschied in der Bestandeszusammensetzung auf den drei Standorten aus, was auf unterschiedliche Nutzungen vor Versuchsbeginn zurückzuführen ist. Im Mittel der drei Versuchsjahre konnte zwischen den drei Nutzungsvarianten kein Unterschied im Mengenertrag festgestellt werden. Dabei erreichten alle Varianten einen Ertrag von knapp über 10.000 kg/ha (Schnitt: 10.729 kg T/ha; Koppel: 10.482 kg T/ha; Kurzrasen: 10.273 kg T/ha). Dagegen lieferte die Kurzrasenweide mit 2.156 kg XP/ha die signifikant höchsten Rohproteinträge gegenüber der Koppelweide (2.012 kg XP/ha) und der Vierschnittvariante (1.744 kg XP/ha). Die Futterzuwachskurven unterschieden sich zwischen den beiden Weidenutzungen, wobei die Kurzrasenweide ausgeprägte unterschiedliche Zuwachsraten während der Vegetationsperiode aufwies. Bei der Kurzrasenweidenutzung lag der höchste Futterzuwachs (29.07.2014: 79,3, 07.08.2015: 84,8 und 15.04.2016: 74,6 kg T/ha und Tag) in jedem der drei Versuchsjahre zu einem anderen Zeitpunkt. Bei der Koppel wurden nicht die kurzfristig hohen Futterzuwächse (19.05.2014: 61,6, 31.07.2015: 59,6 und 01.07.2016: 61,3 kg T/ha und Tag) wie bei der Kurzrasenweide erreicht, dafür war das Futterwachstum über die gesamte Vegetationsperiode gleichmäßiger.

Der Rohproteingehalt der Silagen lag im Mittel bei 158 g und der Energiegehalt bei 5,99 MJ NEL/kg T. Im Vergleich zur Grassilage lagen der Rohprotein- und Energiegehalt der Weidefutterproben von den simulierten Kurzrasenweideparzellen mit 218 g XP und 6,55 MJ NEL deutlich höher. Die höchsten Energiegehalte wurden immer zu Weidebeginn und die niedrigsten von Mitte Mai bis Mitte August festgestellt. Die Futterverluste bei der Werbung, Konservierung und Verfütterung der Silage lagen im Mittel bei 32 %. Die Versuchsdauer betrug in der Weidegruppe 155 ( $\pm$ 5,8) Tage. Für die Silagegruppe ohne Kraftfütterergänzung (S-KF0) reichte das Grundfutter im Mittel für 139 ( $\pm$ 34,1) Tage, die Versuchsdauer war damit um 10 % kürzer als in Gruppe VW. Bei Silagefütterung und leistungsabhängiger Kraftfütterergänzung (S-KF+) betrug die Versuchsdauer 150 ( $\pm$ 32,6) Tage, was einer um 3 % kürzeren Versuchsdauer im Vergleich zur Vollweidegruppe (VW) entsprach. Die Kraftfütteraufnahme lag in S-KF+ bei durchschnittlich 1,5 kg T und ging im Versuchsverlauf von knapp 3 auf 0,5 kg T pro Tier und Tag zurück. Die Grundfütteraufnahme unterschied sich mit 14,7 bzw. 14,1 kg T/Tag numerisch zwischen den beiden Silagegruppen S-KF0 bzw. S-KF+. Die mittlere Grundfütterungsverdrängung durch Kraftfutter lag bei 0,60. Die errechnete Weidefütteraufnahme betrug im Mittel 14 kg T. In der Lebendmasse lagen die Kühe der Gruppe S-KF+ mit 584 kg signifikant über den anderen beiden Gruppen mit 561 kg in S-KF0 und 530 kg in VW. Die Tiere der Silagegruppen nahmen von Versuchsbeginn bis Versuchsende durchgehend leicht an Lebendmasse ab. Die VW-Tiere verloren bis Versuchsmitte im Vergleich zu den anderen Gruppen stärker an Lebendmasse, nahmen aber ab Versuchswoche 14 bis Versuchsende wieder zu. Im gesamten Versuchszeitraum erzielte die Gruppe S-KF+ mit 2.798 kg eine signifikant höhere ECM-Leistung pro Kuh als die Gruppe S-KF0 mit 2.309 kg ECM. Für die VW-Gruppe ergab sich eine Leistung von 2.511 kg ECM

pro Kuh. Auf Grund der unterschiedlichen Versuchsdauer lag die ECM-Leistung pro Tag mit 16,2 kg in VW signifikant tiefer als in den Silagegruppen. Die ECM-Leistung der Gruppe S-KF+ war mit 18,7 kg auch signifikant über der Gruppe S-KF0, welche 16,6 kg erreichte. Die Milchflächenleistung je ha Grundfutterfläche war in Gruppe S-KF+ mit 9.690 kg signifikant über der Gruppe S-KF0 mit 7.931 kg ECM. Die Vollweidegruppe lag dazwischen und erzielte im Versuchszeitraum 8.637 kg ECM/ha. Bei Allokation der ECM-Leistung auf die Gesamtfutterfläche (inkl. Bio-Kraftfutteranbaufläche) wurden keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt, die VW Gruppe erzielte hier numerisch die höchste Gesamflächenleistung. Der Differenzbetrag zwischen den Milcherlösen und den Futterkosten war in Gruppe VW bezogen auf eine Kuh bzw. pro Hektar Grundfutterfläche signifikant über S-KF0, die Gruppe S-KF+ lag jeweils dazwischen. Die ökonomischen Berechnungen zu den Milcherlösen und Futterkosten weisen auf die Konkurrenzfähigkeit der Weidehaltung bei passenden Betriebsbedingungen hin. Maßnahmen zur Verringerung des Milchleistungsabfalls im Anschluss an das erste Vollweidemonat können einen wichtigen Beitrag zur weiteren Verbesserung der Vollweidehaltung leisten. Im Versuch wurde diesbezüglich ein deutlicher Effekt der Weideaufwuchshöhe festgestellt.

## 7. Literatur

- Blättler, T., B. Durgjai, S. Kohler, P. Kunz, S. Leuenberger, H. Menzi, R. Müller, H. Schäublin, P. Spring, R. Stähli, P. Thomet, K. WanneR und A. Weber (2004): Projekt Opti-Milch: Zielsetzungen und Grundlagen. *Agrarforschung* 11, 80-85.
- Baur, I., M. Dobricki und M. Lips (2010): Einstellungen zu Hochleistungs- und Vollweidestrategie. *Agrarforschung Schweiz* 1 (9), 326-333.
- Delagarde, R., P. Faverdin, C. Baratte und J.L. Peyraud (2011): GrazIn: A model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 2. Prediction of intake under rotational and continuously stocked grazing management. *Grass Forage Sci.* 66, 45-60.
- DLG (Deutsche-Landwirtschafts-Gesellschaft) (1997): Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. erweiterte u. überarbeitete Auflage, DLG-Verlag Frankfurt, 212 S.
- DLG (Deutsche-Landwirtschafts-Gesellschaft) (2006): Grobfutterbewertung. Eil B – DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf Basis der chemischen Untersuchungen. DLG-Information 2/2006, 4 S.
- Dulphy, J.P. (1987): Fenaïson – pertes en cours de récolte et de conservation. In: Demarquilly, C. 1987: Le fourrages secs: récolte, treatment, utilisation, INRA, Paris, 103-124.
- Durgjai, B. und R. Müller (2004): Projekt Opti-Milch: Betriebswirtschaftliche Planungen. *Agrarforschung* 11, 280-285.
- Gahleitner, G. (2017): AWI-Deckungsbeiträge und Kalkulationen – Bio-Grassilage bzw. Kurzrasenweide (persönliche Mitteilung Gahleitner, G: 04.09.2017)
- Gazzarin, C., H.J. Frey, R. Petermann und M. Höltschi (2011): Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain. Weide- oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), 418-423.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuß für Bedarfsnormen) (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag Frankfurt, 136 S.
- Gruber L. (2007): Einfluss der Kraftfutteraufnahme und Leistung von Milchkühen. 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung von 19.-20. April 2007, Tagungsband HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 35-51.
- Gruber L. (2009): Zur Effizienz des Kraftfüttereinsatzes in der Milchviehfütterung – eine Übersicht. <http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/publikationen/downloadsveranstaltungen/viewdownload/1789-3432-wt-entw-futteraufnahmeschaetzformelmilchkuehe/14151-zur-effizienz-des-kraftfüttereinsatzes-in-der-milchviehfütterung-eine-uebersicht.html> (14.09.2017)
- Grüner Bericht (2016): Bericht über die Situation der Österreichischen Land- und Forstwirtschaft im Jahr 2015. 57. Auflage, Herausgeber Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Wien, 263 S.
- Hofstetter, P., H.J. Fey, R. Petermann, W. Gut, L. Herzog und P. Kunz (2011): Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain. Stallhaltung versus Weidehaltung – Futter, Leistung und Effizienz. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), 402-411.
- Horn, M., A. Steinwider, W. Starz, R. Pfister und W. Zollitsch (2014): Interactions of calving season and cow type in a seasonal Alpine organic and low-input dairy system. *Livest. Prod. Science* 160, 141-150.
- Huguenin-Elie, O., C. Stutz, A. Lüscher und R. Gago (2006): Wiesenverbesserung durch Übersaat. *Agrarforschung* 13 (10), 424-429.
- Johnson, I.R. und A.J. Parsons (1985): Use of a model to analyse the effects of continuous grazing managements on seasonal patterns of grass production. *Grass and Forage Science* 40 (4), 449-458.
- Käch, S., J. Pitt und D. Eastes (2014): Professionelles Umtriebsweidesystem für Milchkühe. Grasland- und weidebasierte Milchproduktion. In: Reidy, B., B. Gregis und P. Thomet (Ed.) *Grasland- und weidebasierte Milchproduktion*. Zollikofen, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Band 16. 91-97.
- Kohler S., T. Blättler, K. Wanner, H. Schäublin, C. Müller und P. Spring (2004): Projekt Opti-Milch: Gesundheit und Fruchtbarkeit der Kühe. *Agrarforschung* 11, 80-85.
- Kolver, E.S. und L.D. Muller (1998): Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci.* 81, 1403-1411.
- Köhler, B. (2015): Effiziente Futterwirtschaft und Nährstoffflüsse in Futterbaubetrieben. Foliensatz. [http://www.google.at/url?sa=t&rc=1&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjiILUjKLWahWBUrQKHQgACNwQFggrMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.landwirtschaft-mv.de%2Fserviceassistenz%2Fdownload%3Ffid%3D1590077&usq=AFQjCNHsA-JSOu8pzGFZXPn4uO\\_uV-BCA](http://www.google.at/url?sa=t&rc=1&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjiILUjKLWahWBUrQKHQgACNwQFggrMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.landwirtschaft-mv.de%2Fserviceassistenz%2Fdownload%3Ffid%3D1590077&usq=AFQjCNHsA-JSOu8pzGFZXPn4uO_uV-BCA) (13.09.2017)
- Köhler, B., M. Diepolder, J. Ostertag, S. Thurner und H. Spiekers (2013): Dry matter losses of grass and maize silages in bunker silos. *Agricultural and Food Science* 22, 145-150.
- Mayne, C. und J.L. Peyraud (1996): Recent advances in grassland utilization under grazing and conservation. *Grassland and Land use systems*. 16th EGF Meeting 1996, 347-360.
- McCarthy, B., L. Delaby, K.M. Pierce, F. Journot und B. Horan (2011): Meta-analysis of the impact of stocking rate on the productivity of pasture-based milk production systems. *Animal* 5, 784-794.
- Pries, M. und A. Menke (2011): Futterbewertung: Verdaulichkeit von Frischgras aus dem System der Kurzrasenweide. In: *Riswick Ergebnisse* 1/2011. LZ Haus Riswick, Kleve, 16-20. [http://www.landwirtschaftskammer.de/riswick/pdf/ergebnisse\\_futterwertpruefung/ergebnisse-futterwertpruefung-2010.pdf](http://www.landwirtschaftskammer.de/riswick/pdf/ergebnisse_futterwertpruefung/ergebnisse-futterwertpruefung-2010.pdf) (13.09.2017).

- Pulido, R.G. und J.D. Leaver (2003): Continuous and rotational grazing of dairy cows – the interactions of grazing system with level of milk yield, sward height and concentrate level. *Grass and Forage Science* 58 (3), 265-275.
- Resch, R., T. Guggenberger, G. Wiedner, A. Kasal, K. Wurm, L. Gruber, F. Ringdorfer und K. Buchgraber (2006): Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. *Der Fortschrittliche Landwirt*. 84: 1-20.
- Resch, R., G. Huber, A. Pöllinger (2016): Test der Pickup-Schwadertechnologie hinsichtlich erdiger Futtermittelverschmutzung, Rechverluste, Schwadform und Flächenleistung. Abschlussbericht Forschungsprojekt „Pickup-Schwader“ Nr. 3638 (DaFNE 101069), 26 S.
- Resl, T. und M. Brückler (2017): Erträge des österreichischen Biolandbaus im Vergleich zu konventioneller Produktion. [https://www.ages.at/download/0/0/1732e6c689dc9e9c1114ade14a1d2d58a635d417/fileadmin/AGES2015/Service/AGES-Akademie/2016-10-13\\_Foodsecurity.at/2016\\_10\\_13\\_Thomas\\_Resl\\_BIO\\_Mengenertr%C3%A4ge\\_FOOD-SECURITY\\_Fachtagung\\_final.pdf](https://www.ages.at/download/0/0/1732e6c689dc9e9c1114ade14a1d2d58a635d417/fileadmin/AGES2015/Service/AGES-Akademie/2016-10-13_Foodsecurity.at/2016_10_13_Thomas_Resl_BIO_Mengenertr%C3%A4ge_FOOD-SECURITY_Fachtagung_final.pdf) (04.09.2017)
- Ribeiro Filho, H.M.N., R. Delagarde und J.L. Peyraud (2005): Herbage intake and milk yield of dairy cows grazing perennial ryegrass swards or white clover/perennial ryegrass swards at low- and medium-herbage allowances. *Animal Feed Science and Technology* 119 (1–2), 13-27.
- Rigout S., S. Lemosquet, J.E. van Eys, J.W. Blum und H. Rulquin (2002): Duodenal glucose increases glucose fluxes and lactose synthesis in grass silage-fed dairy cows. *Journal of Dairy Sci.* 85, 595-606.
- Schaumberger, A. (2011): Räumliche Modelle zur Vegetations- und Ertragsdynamik im Wirtschaftsgrünland. Technische Universität Graz, Institut für Geoinformation, 264 S.
- Stähli, R., F. Merk-Lorez und A. Weber (2004): Projekt Opti-Milch: Zusammenarbeit in Erfahrungsgruppen. *Agrarforschung* 11, 378-383.
- Schechtner, G. (1958): Grünlandsoziologische Bestandesaufnahme mittels „Flächenprozentschätzung“. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau*, 105(1), 33-43.
- Starz, W., A. Steinwidder, R. Pfister und H. Rohrer (2011): Vergleich zwischen Kurzrasenweide und Schnittnutzung unter ostalpinen Klimabedingungen. 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis - Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen, Verlag Dr. Köster, 16.-18.03.2011, 93-96.
- Starz, W., J. Kreuzer, A. Steinwidder, R. Pfister und H. Rohrer (2013a): Ernte- und Qualitätserträge einer simulierten Kurzrasen- und Koppelweide bei trockenheitsgefährdetem Dauergrünland. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung - Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, Verlag Dr. Köster, 05.-08.03.2013, 176-179.
- Starz, W., A. Steinwidder, R. Pfister, und H. Rohrer (2013b): Etablierung von Wiesenrispengras in einer 3-schnittigen alpinen Dauerweide mittels Kurzrasenweide. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung, Bonn, 05.-08.03.2013, 146-149.
- Starz, W., A. Steinwidder, R. Pfister und H. Rohrer (2014): Ertrag und Futterqualität auf Weiden im bayerischen und österreichischen Alpenvorland sowie im inneralpinen Raum. In: Wiesinger, K., K. Cais und S. Obermaier: *Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern*, Öko-Landbau-Tag, Tagungsband, 49-55.
- Starz, W., A. Steinwidder, R. Pfister und H. Rohrer (2010): Continuous grazing in comparison to cutting management on an organic meadow in the eastern Alps. *Grassland in a changing world - Proceedings of the 23<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation*, Kiel, 15, 1009-1011.
- Starz, W., A. Steinwidder, R. Pfister und H. Rohrer (2017a): Ertrag und Futterqualität bei Weide- und Schnittnutzung im ostalpinen Berggebiet. 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ökologischen Landbau weiterdenken - Verantwortung übernehmen - Vertrauen stärken - Hochschule Weinstephan-Triesdorf, Freising, Verlag Dr. Köster, 07.-10.03.2017, 206-209.
- Starz, W., A. Steinwidder, C. Weißenbach, R. Pfister und H. Rohrer (2017b): Einfluss der Weideaufwuchshöhe auf Ertrag und Zuwachsleistung im Berggebiet. 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Ökologischen Landbau weiterdenken - Verantwortung übernehmen - Vertrauen stärken - Hochschule Weinstephan-Triesdorf, Freising, Verlag Dr. Köster, 07.-10.03.2017, 228-229.
- Steinwidder, A. und W. Starz (2007): Ergebnisse bei der Umstellung auf Vollweidehaltung von Bio-Milchkühen im österreichischen Berggebiet. In: Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau „Zwischen Tradition und Globalisierung“. Universität Hohenheim, 20.-23. März 2007, Band 2, 529-532.
- Steinwidder, A. und W. Starz (2015): Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen. Leopold Stocker Verlag, 300 S.
- Steinwidder, A., H. Frey, P. Hofstetter, C. Gazzarin und W. Starz (2017): Stall- und weidebasierte Milchproduktionssysteme – Analysen zur Lebensmittelkonversionseffizienz. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Tagungsband, 484-487.
- Steinwidder, A., W. Starz, L. Podstatzky, J. Gasteiner, R. Pfister, H. Rohrer und M. Gallnböck (2011): Einfluss des Abkalbezeitpunktes von Milchkühen auf Produktionsparameter bei Vollweidehaltung im Berggebiet. *Züchtungskunde*, 83, (3) S. 203–215.
- Thomet, P. und M. Hadorn (1996): Futterangebot und Milchproduktion auf Kurzrasenweiden. *Agrarforschung* 3 (10), 505-508.
- Thomet, P. und T. Blättler (1998): Graswachstum als Grundlage für die Weideplanung. *Agrarforschung* 5 (1), 25-28.
- Thomet, P., M. Hadorn, J. Troxler und B. Koch (2000): Entwicklung von Raigras/Weissklee-Mischungen bei Kurzrasenweide. *Agrarforschung* 7 (5), 218-223.
- Thomet, P., M. Stettler, M. Hadorn und E. Mosimann (2007): N-Düngung zur Lenkung des Futterangebotes von Weiden. *Agrarforschung* 14 (10), 472-477.
- Thomet, P., E. Cutullic, W. Bisig, C. Wuest, M. Elsässer, S. Steinberger und A. Steinwidder (2011): Merits of full grazing systems as a sustainable and efficient milk production strategy. *Grassland Farming and Land Management Systems in Mountainous Regions - Proceedings of the 16<sup>th</sup> Symposium of the European Grassland Federation*, Irtdning, 16, 29.-31.08.2011, 273-285.
- Undersander, D.J., B. Albert, D. Cosgrove, D. Johnson und P. Peterson (2002): *Pastures for profit: A guide to rotational grazing*: Cooperative Extension Publications, University of Wisconsin-Extension.
- Weissbach, F. und S. Kuhla (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfütter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. *Übers. Tierernähr.* 23, 189–214.
- Wolfthaler, J., A. Steinwidder, H. Frey, P. Hofstetter, C. Gazzarin, S. Kirchwegger und J. Kantelhardt (2017): Stall- und weidebasierte Milchproduktionssysteme - Modellbetriebsanalysen zur Wirtschaftlichkeit unter österreichischen Produktionsbedingungen. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Tagungsband, 480-483.
- Wyss, U., J. Mauer, H.J. Frey, T. Reinhard, A. Bernet und P. Hofstetter (2011): Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain. Aspekte zur Milchqualität und Saisonalität der Milchlieferung. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9), 412-417.
- ZAMG-Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2011): Klimadaten von Österreich 1981-2010, CD.

## 8. Tabellenanhang

Tabelle 14: Nährstoff-, Energie- und Mineralstoffgehalt der Gassilagen sowie des Kraftfutters in den Versuchsjahren 1-3 (je kg Trockenmasse)

Jahr	Grassilage												Kraftfutter		
	2014				2015				2016				2014	2015	2016
Aufwuchs	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
T, g	377	385	340	413	374	579	505	339	351	381	377	355	875	864	861
XA, g	100	101	114	117	103	105	107	109	98	121	145	125	26	27	27
XP, g	160	148	153	176	161	132	172	185	158	130	156	170	127	137	146
XL, g	36	35	34	35	37	29	35	37	36	31	34	35	24	25	26
XF, g	233	263	268	222	235	246	235	213	209	271	244	223	50	59	53
XX, g	472	453	431	450	464	487	451	456	498	446	421	447	772	752	749
ADF, g	275	305	322	265	286	301	298	258	243	319	301	271	65	72	63
NDF, g	383	434	435	376	425	446	406	376	374	456	411	390	182	204	181
ADL, g	21	30	39	22	29	32	34	30	21	35	34	27	11	9	9
NFC, g	322	282	265	296	275	287	280	292	334	261	254	280	640	607	621
<b>NEL, MJ</b>	<b>6,45</b>	<b>5,77</b>	<b>5,61</b>	<b>5,99</b>	<b>6,40</b>	<b>5,83</b>	<b>5,96</b>	<b>6,15</b>	<b>6,74</b>	<b>5,50</b>	<b>5,55</b>	<b>5,91</b>	<b>8,02</b>	<b>8,02</b>	<b>8,04</b>
nXP, g	142	131	129	137	141	130	136	141	146	124	127	135	165	167	170
RNB, g	2,8	2,8	3,8	6,2	3,1	0,5	5,6	7,1	1,9	1,0	4,6	5,6	-6,0	-4,9	-3,8
Ca, g	7,9	9,3	10,4	9,4	7,4	8,8	10,6	9,7	7,4	8,6	10,6	10,3	0,9	0,9	1,1
P, g	4,2	4,3	4,9	4,5	3,9	3,9	4,5	4,5	3,6	3,6	4,2	4,6	3,7	4,1	4,2
K, g	30,8	28,1	25,8	28,2	27,3	23,3	25,2	25,3	28,2	25,1	27,7	28,5	6,8	6,1	6,5
Mg, g	2,3	2,8	3,5	2,9	2,2	2,5	3,0	3,0	2,1	2,4	3,0	3,1	1,3	1,4	1,6
Na, mg	371	290	441	550	286	224	222	533	362	300	397	561	129	111	95
Cu, mg	9	9	11	11	8	8	10	10	8	8	11	10	5	5	6
Mn, mg	72	80	106	118	63	76	63	70	59	98	130	91	34	20	26
Zn, mg	28	29	34	32	27	29	31	32	28	28	38	35	35	40	44

Tabelle 15: Nährstoff-, Energie- und Mineralstoffgehalt der Weidefutterproben je kg Trockenmasse (simulierte Kurzrasenweide)

Jahr Termin	2014								2015								2016							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
T, g	206	185	196	163	174	201	197	214	173	167	200	191	171	186	187	213	180	199	144	173	192	164	182	178
XA, g	96	104	104	99	93	101	95	94	99	101	103	91	100	93	99	94	99	97	99	101	98	99	96	95
XP, g	170	191	194	220	232	200	217	215	206	206	216	225	245	264	276	225	219	190	232	201	199	211	234	239
XL, g	26	25	26	27	29	27	26	28	28	28	27	28	31	28	28	29	33	31	36	34	31	34	34	26
XF, g	197	217	224	225	221	208	196	173	204	216	208	191	201	222	180	172	169	188	207	210	214	212	193	162
XX, g	511	461	451	420	410	459	451	475	462	447	442	465	424	385	417	479	472	493	419	447	457	442	444	477
ADF, g	249	271	280	290	281	276	244	222	253	274	271	246	270	270	237	207	236	250	262	276	281	282	250	220
NDF, g	422	448	443	452	437	428	402	362	420	436	401	380	412	439	395	372	363	393	409	416	420	415	397	364
ADL, g	20	27	36	39	42	39	32	30	27	22	30	30	33	26	31	26	26	29	30	33	35	35	32	34
NFC, g	286	230	233	201	209	244	260	300	246	230	252	276	212	175	202	279	286	288	225	247	252	241	240	276
NEL, MJ	<b>6,90</b>	<b>6,70</b>	<b>6,18</b>	<b>6,28</b>	<b>6,39</b>	<b>6,30</b>	<b>6,47</b>	<b>6,59</b>	<b>6,91</b>	<b>6,77</b>	<b>6,32</b>	<b>6,53</b>	<b>6,45</b>	<b>6,45</b>	<b>6,64</b>	<b>6,60</b>	<b>7,32</b>	<b>7,03</b>	<b>6,40</b>	<b>6,28</b>	<b>6,28</b>	<b>6,31</b>	<b>6,49</b>	<b>6,69</b>
nXP, g	144	143	143	146	148	145	149	152	147	146	148	153	154	154	160	155	152	148	150	145	146	147	153	158
RNB, g	4,3	7,7	8,3	11,9	13,4	8,8	10,9	10,2	9,5	9,7	11,0	11,4	14,7	17,6	18,4	11,2	10,7	6,8	13,1	9,0	8,6	10,3	12,9	12,9
Ca, g	7,2	7,0	9,2	9,9	10,3	9,9	9,5	7,7	7,3	7,7	9,9	8,9	10,4	8,6	8,8	10,1	7,8	7,3	9,0	9,0	9,1	10,3	10,1	9,1
P, g	4,4	4,8	4,7	5,2	5,3	4,9	4,6	4,1	5,0	4,9	5,0	4,7	5,7	5,5	5,3	5,0	5,1	4,8	4,8	4,4	4,2	4,9	5,0	4,2
K, g	28,3	30,5	32,5	28,7	30,3	30,1	29,1	24,9	30,3	28,7	28,6	25,6	26,8	31,5	28,2	19,5	32,7	29,6	33,3	31,8	28,1	26,2	25,2	23,4
Mg, g	2,1	2,3	2,9	3,5	3,3	2,7	2,9	2,8	2,6	2,8	3,4	2,6	3,6	3,1	3,4	3,5	2,4	2,4	2,8	2,5	2,8	3,3	3,4	2,8
Na, mg	219	220	169	303	246	305	491	474	261	287	336	328	372	334	613	1143	403	294	282	223	289	650	726	714
Cu, mg	9	10	10	12	14	13	12	12	9	9	10	10	13	12	13	11	10	8	10	9	10	13	12	10
Mn, mg	51	68	58	69	77	83	102	120	61	74	82	53	53	67	62	85	76	58	84	92	74	77	70	60
Zn, mg	66	90	61	71	89	103	109	129	52	68	67	65	76	76	65	126	61	56	63	63	86	92	82	102

Tabelle 16: Futteraufnahme, Nährstoffkonzentration und Lebendmasse (Gruppe x Jahr)

Gruppe	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW
Versuchsjahr	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Versuchsdauer, Tage	166	177	161	113	122	147	139	150	156
Tiere, N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>Futteraufnahme</b>									
Grundfutter <sup>1)</sup> , kg T	13,52	11,97	13,62	14,46	14,42	13,80	14,51	13,75	14,47
Kraffutter, kg T	0,00	0,79	0,00	0,00	1,48	0,00	0,00	2,35	0,00
Gesamtfutter, kg T	13,52	12,75	13,62	14,46	15,90	13,80	14,51	16,10	14,47
<b>Nährstoffkonzentration</b>									
Energie, MJ NEL/kg T	5,83	5,93	6,42	6,00	6,20	6,56	5,82	6,12	6,49
XP, g/kg T	162	161	199	167	163	230	159	153	211
nXP, g/kg T	132	133	146	135	139	152	131	136	149
XF, g/kg T	265	255	211	242	223	197	251	224	201
NDF, g/kg T	435	424	434	428	404	407	429	396	406
ADF, g/kg T	313	302	272	298	274	254	302	269	265
NFC, g/kg T	257	276	224	261	298	230	249	302	245
<b>Energieaufnahme</b>									
Energie <sup>1)</sup> , MJ NEL/Tag	78,8	75,6	87,5	86,8	98,6	90,5	84,4	98,5	93,9
<b>Lebendmasse</b>									
Ø Lebendmasse, kg	538	558	503	582	602	531	563	592	556
Tageszunahmen, g	-371	-371	-58	-199	-205	-105	-347	-243	-144
<b>Nährstoffbedarfsdeckung</b>									
Energie – MJ NEL, %	96	97	101	90	87	98	103	102	98
nXP, %	118	117	125	107	99	123	120	115	123

<sup>1)</sup> Grassilage bzw. Weidefutter; Weidefutteraufnahme aus Nährstoffbedarf für Erhaltung, Milchleistung, LM-Veränderung, Trächtigkeit und Weideaktivität sowie Energiekonzentration im Weidefutter errechnet

Tabelle 17: Milchleistung (Gruppe x Jahr)

Gruppe	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW
Versuchsjahr	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Versuchsdauer, Tage	166	177	161	113	122	147	139	150	156
<b>Milchleistung - Gesamt pro Kuh</b>									
ECM, kg	2.572	2.565	2.406	2.177	2.911	2.452	2.177	2.918	2.675
Milch, kg	2.739	2.690	2.447	2.227	2.869	2.550	2.258	2.995	2.669
Fett, kg	107	108	101	92	123	100	87	124	113
Eiweiß, kg	75	76	78	66	91	81	65	90	86
<b>Milchleistung – Versuchstag</b>									
ECM, kg/Tag	15,5	14,5	14,9	19,3	23,9	16,7	15,7	19,5	17,1
Milch, kg/Tag	16,5	15,2	15,2	19,8	23,6	17,3	16,3	20,0	17,1
Fett, %	3,91	4,01	4,14	4,13	4,30	3,93	3,85	4,13	4,24
Eiweiß, %	2,74	2,82	3,18	2,95	3,19	3,16	2,89	3,01	3,23
Laktose, %	4,62	4,66	4,56	4,68	4,73	4,62	4,72	4,75	4,66
Milchharnstoff, mg/100 ml	25	25	44	25	23	45	22	23	39
Zellzahl, x1000	109	122	123	95	42	100	102	71	115

1) Weidefutteraufnahme aus Nährstoffbedarf für Erhaltung, Milchleistung, LM-Veränderung, Trächtigkeit und Weideaktivität sowie Energiekonzentration im Weidefutter errechnet

Tabelle 18: Futter- und Nährstoffaufnahme sowie Milchleistung je Hektar (Gruppe x Jahr)

Gruppe	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW	S-KF0	S-KF+	VW
Versuchsjahr	1	1	1	2	2	2	3	3	3
<b>Futter- und Nährstoffaufnahme je ha Grundfutterfläche</b>									
Grundfutteraufnahme <sup>1)</sup> , kg T/ha GF	7.430	7.005	7.349	5.491	5.944	6.459	7.568	7.685	8.537
Energie aus Grundfutter, MJ NEL/ha GF	43.316	40.644	47.280	33.115	35.933	42.254	44.135	44.461	55.442
XP aus Grundfutter, kg/ha GF	1.202	1.134	1.457	915	981	1.493	1.202	1.196	1.794
<b>Milchflächenleistung je ha Grundfutter</b>									
ECM/ha Grundfutter, kg/ha GF	8.488	8.417	7.964	7.192	9.692	7.882	8.113	10.962	10.067
ECM/ha Grundfutter LM-Dif. berücksichtigt, kg/ha GF	7.227	7.132	7.769	6.781	9.237	7.604	7.104	10.223	9.528
Milcheiweiß, kg/ha GF	247	253	253	219	306	256	247	338	316
Milchfett+Milcheiweiß, kg/ha GF	598	600	583	519	714	573	584	792	739
<b>Milchflächenleistung je ha Gesamtfutterfläche</b>									
ECM/ha Gesamtfutterfläche, kg/ha GES	8.488	7.328	7.964	7.192	8.122	7.882	8.113	7.346	10.067
ECM/ha Gesamtfutterfläche LM-Dif. berücksichtigt, kg/ha GES	7.227	6.292	7.769	6.781	7.779	7.604	7.104	6.646	9.528
Fett+Eiweiß, kg/ha Ges	598	523	583	519	598	573	584	529	739

<sup>1)</sup> Grassilage bzw. Weidefutter; Weidefutteraufnahme aus Nährstoffbedarf für Erhaltung, Milchleistung, LM-Veränderung, Trächtigkeit und Weideaktivität sowie Energiekonzentration im Weidefutter errechnet

Tabelle 19: Wirtschaftliche Berechnungen (Gruppe x Jahr)

<b>Gruppe</b>	<b>S-KF0</b>	<b>S-KF+</b>	<b>VW</b>	<b>S-KF0</b>	<b>S-KF+</b>	<b>VW</b>	<b>S-KF0</b>	<b>S-KF+</b>	<b>VW</b>
<b>Versuchsjahr</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Erlöse</b>									
Milcherlös je kg Milch, Cent/kg	48,7	49,5	51,6	50,4	52,5	51,0	49,2	50,6	52,4
Milcherlös-Versuchszeitraum, Euro/Kuh	1.331	1.332	1.247	1.123	1.506	1.291	1.130	1.507	1.384
<b>Futterkosten</b>									
Futterkosten, Euro/Kuh	450	482	264	321	430	249	397	580	273
Futterkosten <sub>LM.Dif. berücksichtigt</sub> , Euro/Kuh	500	530	274	338	449	261	436	609	294
<b>Milcherlös abzüglich Futterkosten</b>									
Milcherlös - Futterkosten, Euro/Kuh	883	853	977	804	1080	1039	728	931	1.104
Milcherlös - Futterkosten <sub>LM.Dif. berücksichtigt</sub> , Euro/Kuh	833	805	969	787	1061	1028	693	901	1.085
Milcherlös - Futterkosten <sub>LM.Dif. berücksichtigt</sub> , Euro/ha GF	2.744	2.638	3.205	2.597	3.532	3.303	2.574	3.396	4.081
Milcherlös - Futterkosten <sub>LM.Dif. berücksichtigt</sub> , Euro/Kuh u. Tag	5,2	4,7	5,5	7,2	9,1	6,9	5,4	6,1	6,8

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

Andreas Steinwider<sup>1\*</sup> und Michaela Sturm<sup>1,2</sup>

## 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

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

<sup>2</sup> 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](mailto: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
<b>AMS-Kuhverkehr</b>	
Frei	9
Gelenkt	1
<b>Tägliche Zugangsdauer zur Weide</b>	
Max. 6 Stunden	5
>7 bis 12 Stunden	3
>12 Stunden	2
<b>Steuerung Weidezugang</b>	
Frei	9 <sup>1</sup>
Selektiv (automatisiert)	1
Geblockt <sup>2</sup>	21
<b>Weide-Flächenwechsel</b>	
Nein	3
Ja	7
<b>Regelmäßige Kraftfuttermahlzeit am Futtertisch</b>	
Nein	8
Ja	2

<sup>1</sup> zwei Betriebe mit freiem und geblocktem Weidezugang, je nach genutztem Weideteilstück

<sup>2</sup> 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, wengleich 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.

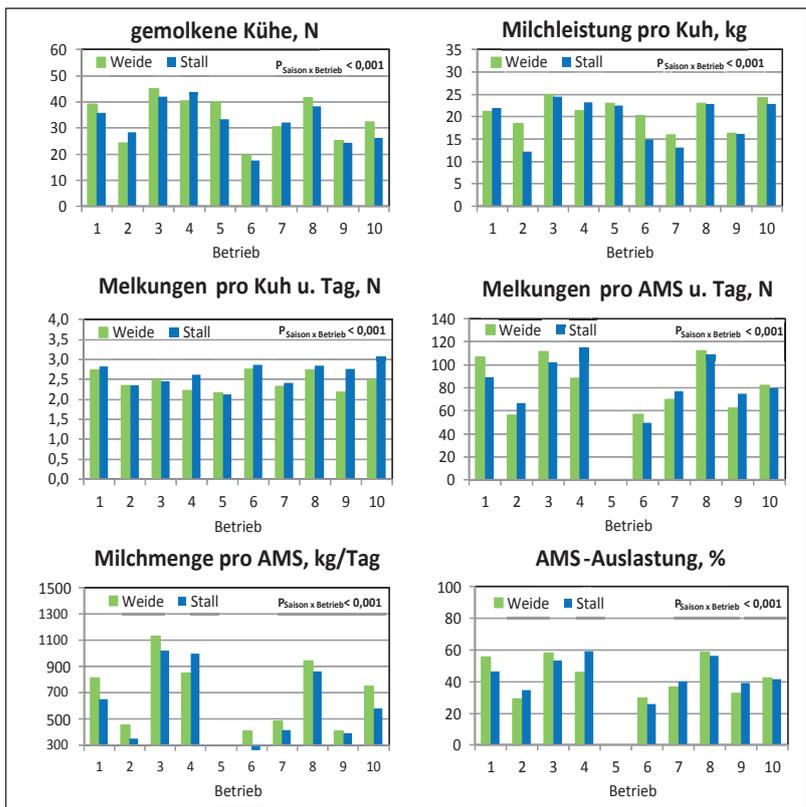


Abbildung 1: AMS-Ergebnisse der 10 Projektbetriebe

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 <sub>e</sub>	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 <sub>e</sub>	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

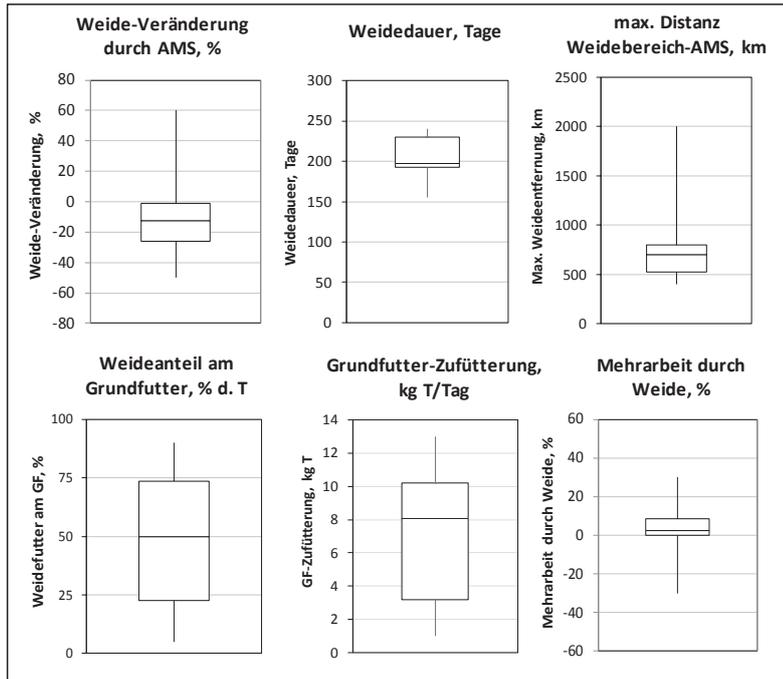


Abbildung 2: Weideveränderungen durch AMS-Umstellung, Weidedauer, Weideentfernung (weitest entfernter Weidebereich zum AMS), Rationsparameter und Mehrarbeit durch AMS-Weidehaltung im Vergleich zur AMS-Stallperiode

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 Milchnitrogen- 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 Saisoneffekte (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 angegeboten.

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-

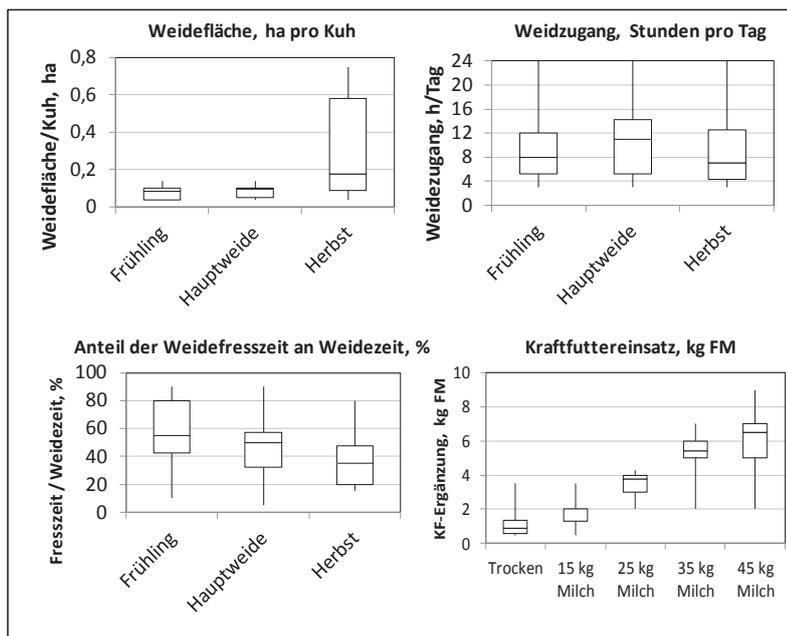


Abbildung 3: Weideveränderungen durch AMS-Umstellung, Weidedauer, Weideentfernung (weitest entfernter Weidebereich zum AMS), Rationsparameter und Mehrarbeit durch AMS-Weidehaltung im Vergleich zur AMS-Stallperiode

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-Futtermittelaufnahmeaktivität 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 Grundfuttervorlage (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 Grundfuttervorlage den Nachtreibeaufwand verringern konnten. Betrieb 1 führte bei seiner automatischen Fütterung eine frische Futtermittelvorgabe 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 Grundfuttervorgabe, 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 Grünfuttervorgabe 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 Kraftfütterbedarfs 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 stufen 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 Grundfuttermischungsmenge. 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  $\pm 0$ .

#### *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 Kraftfüttereinsatz 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 entspannende „Gewöhnung“ der Tiere sowie der Betriebsleiter/innen an das AMS gegeben ist. Darüber hinaus muss bei der Interpretation der Melkhäufigkeitseffekte auf die Milchleistung auch der Kraftfüttereinsatz (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 Milchleistungspotenzial 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 deutschen Bio-AMS-Weidebetrieben, jedoch mit etwa 300.000 deutlich darüber. Da die Zellzahl ein Richtwert für die Eutergesundheit 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 Milchqualitätsparameter. Es zeigte sich bei den meisten Parametern, dass die Ergebnisse zwischen den Betrieben mit gleichem Melksystem stärker streuten als die Ergebnisse zwischen den Melkssystemen. Das bedeutet, dass das Betriebsmanagement wichtiger für die Qualität war als das Melksystem 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-Grundfütterrationsanteil 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 Weidezugangszeit 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 Vergleich 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 konventionelle 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 Melkhäufigkeiten durch verminderte Rüstzeiten etwas erhöht werden. Bei ausschließlicher Kraftfütterzuteilung im AMS müssen Verschiebungen in der Melkhäufigkeit auch beachtet werden. Bei geringerer Melkhäufigkeit steht den Tieren eine längere Zeit zur Kraftfütteraufnahme pro Melkung zur Verfügung, gleichzeitig erhöht sich aber auch die Kraftfuttermenge

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 niedrigleistenden 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 (Spördly 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 Spördly 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 Spördly 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 (Spöndly 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. Eifelbrück-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 Kraftfüttereinsatzes 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](http://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](http://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](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](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.

## Voraussetzungen und Empfehlungen zum Einsatz von automatischen Melksystemen (AMS) auf Bio-Betrieben mit Weidegang

Uwe Eilers<sup>1\*</sup>, Maximiliane Landwehr<sup>2</sup>, Marina Bühler<sup>3</sup>, Larissa Merz<sup>3</sup>, Monika Krause<sup>3</sup>, Felix Adrion<sup>3</sup>, Heinz Bernhardt<sup>2</sup>, Andreas Steinwider<sup>4</sup>, Gudrun Plesch<sup>5</sup> und Bernadette Albrecht<sup>6</sup>

### Zusammenfassung

Zur Systembeschreibung und –bewertung wurden 25 Milchviehbetriebe in Bayern und Baden-Württemberg mit automatischem Melksystem und Weidegang der Kühe analysiert. Die Datenerhebung erfolgte neben einem Betriebsbesuch mit Interview durch Generierung von Kennzahlen der Auslastung des automatischen Melksystems (AMS) und Auswertung von Daten der Milchleistungsprüfung (MLP). Die Umsetzung des Weide-AMS-Systems erfolgt je nach betrieblichen Gegebenheiten sehr unterschiedlich, z.B. hinsichtlich der täglichen Zugangszeit zur Weide, die zwischen drei und 24 Stunden variiert. Die meisten der untersuchten Betriebe erreichen aufgrund relativ niedriger Bestandsgröße und Milchleistung keine volle Auslastung des AMS. Einzelnen Betrieben der Stichprobe gelingt jedoch die Vereinbarung der Ziele des ökologischen Landbaus sowie der Ökonomie. Diese können als Pilotbetriebe für die Formulierung von Beratungsempfehlungen dienen. Folgende Voraussetzungen und Maßnahmen sind grundsätzlich notwendig bzw. förderlich: Weidefläche mit direktem Anschluss an den Stall, Weideflächenwechsel oder Portionsweide, tiergerechte Verbindungswege zwischen Weide und Stall, selektive Steuerung des Zugangs zur Weide, freier Zugang von der Weide in den Stall mit Rücklaufsperrung, 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 bzw. das verfügbare Weidegrasangebot.

*Schlagerwörter:* Milcherzeugung, Milchleistung, Auslastung, Ökonomie, Weidesystem

### Summary

In order to describe and evaluate systems of automatic milking and pasture 25 dairy farms in Baden-Wuerttemberg and Bavaria were analyzed. Data was generated by visiting and interviewing the farmers, the retrieval of Automatic-Milking-System (AMS) parameters and the analysis of milk yield data. Pasture-AMS-systems are used very differently due to the operational conditions of each farm, e.g. the daily access time to pasture varies from three to 24 hours. Most of the farms do not achieve a full workload of AMS. However individual farms reach the requirements in terms of ecology and economy. These could be used as test farms suitable to formulate references. The following preconditions and measures are necessary or rather recommended to run the system successfully: pastures with direct connection to the barn, change in plots of pasture offered to the cows, animal appropriate tracks between pasture and barn, selective access to pasture, free one-way access from pasture to barn, attractive concentrate in automatic milking system, daily offered attractive feed at the trough, no supplementary feeding on pasture, adaption of stocking density and daily grazing time to grazing land and grass supply.

*Keywords:* dairy farming, milk yield, workload, economy, pasture system

### Einleitung und Zielsetzung

Weidegang und automatisches Melken sind in der Milcherzeugung Süddeutschlands zwei starke Trends, die vermehrt Verbreitung in der Praxis finden.

Der erfolgreiche Einsatz von AMS ist stark davon abhängig, dass die Kühe in möglichst gleichmäßigen Intervallen zum

Melken gehen. Bei ausgedehntem Weidegang ist es dafür nötig, Anreize zu schaffen, damit die Kühe freiwillig in den Stall kommen, um die angestrebten Melkungen je Kuh und Tag zu realisieren. Im Rahmen des Projektes „Optimierung des Systems Weidegang und automatisches Melken im ökologischen Landbau“ des Landwirtschaftlichen Zentrums Baden-Württemberg (LAZBW) wurden entsprechende

<sup>1</sup> Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW), Rinderhaltung Aulendorf, Atzenberger Weg 99, D-88326 Aulendorf

<sup>2</sup> Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Am Staudengarten 2, D-85354 Freising

<sup>3</sup> Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, Fachgebiet Verfahrenstechnik der Tierhaltungssysteme, Grabenstraße 9, D-70599 Stuttgart

<sup>4</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

<sup>5</sup> Biokreis Erzeugerring Nordrhein-Westfalen e.V., Dammstraße 19, D-57271 Hilchenbach

<sup>6</sup> Biokreis Erzeugerring Bayern e.V., Stelzlhof 1, D-94034 Passau

\* Ansprechpartner: Uwe Eilers, [Uwe.Eilers@lazbw.bwl.de](mailto:Uwe.Eilers@lazbw.bwl.de)

Betriebe baden-württembergischer und bayerischer Milchzeuger bezüglich ihrer aktuellen praktischen Umsetzung untersucht. Aus der Status Quo-Erhebung und Bewertung der Systeme sollen „Best Practice“-Empfehlungen für den ökologischen Landbau abgeleitet werden, die den Zielkonflikt zur Ökonomie möglichst gut auflösen.

## Material und Methoden

An der Untersuchung nahmen 12 Milchviehhalter in Baden-Württemberg und 15 Betriebe in Bayern teil, die schwerpunktmäßig in den Regionen Oberschwaben/Allgäu und Oberbayern ansässig sind. Mit Hilfe eines Fragebogens wurde im Rahmen eines Betriebsbesuches das Weide-, Fütterungs- und Arbeitsmanagement erfasst. Hinzu kam rückwirkend die Generierung von Leistungsparametern aus dem AMS. Die AMS-Daten wurden in eine Stall- und eine Weidesaison unterteilt, um den Saisoneffekt auf die technische Auslastung des AMS herauszuarbeiten. Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikpaket SAS 9.4 und der Prozedur MIXED. Die Systembeschreibungen und Ergebnisse der baden-württembergischen Betriebe wurden zudem im Rahmen einer Nutzwertanalyse mit einem selbstentwickelten Bewertungssystem hinsichtlich der Umsetzung der Vorgaben und Ideen des ökologischen Landbaues beurteilt. Außerdem erfolgte eine ökonomische Bewertung der einzelbetrieblichen Systeme auf Grundlage von Kalkulationsdaten. Dabei wurden die Kosten für das Melksystem (AMS im Vergleich zu Melkstand) sowie für die Fütterung (Weidegras im Vergleich zu Stallfütterung mit Grünfütter, Grassilage und Heu bzw. nur Grünfütter und Heu) als maßgebliche Kostenblöcke des Systems berücksichtigt.

## Ergebnisse

### Betriebe und Leistungen

Die Struktur und Milchleistungen der Projektbetriebe gibt Tabelle 1 wieder. Zwei Betriebe in Baden-Württemberg wirtschaften konventionell, alle anderen nach den Vorgaben des ökologischen Landbaues. In 15 Betrieben sind die Kühe hornlos, in den anderen mindestens zum Teil horntragend. Das vorherrschende Stallsystem ist der Liegeboxenlaufstall, lediglich zwei Betriebe in Baden-Württemberg besitzen einen Kompostierungsstall mit freier Liegefläche.

**Tabelle 1: Struktur und Milchleistung der untersuchten Milchviehbetriebe (n=25)**

	Mittelwert	Spanne von... bis...
Kühe, Anzahl (30.09.2015)	68	31 bis 192
Milchleistung, kg (MLP 2015)	6.827	4.557 bis 9.053
Weidefläche für Kühe gesamt, ha	7,7	1,0 bis 15,0
Weidefläche je Kuh, ha	0,12	0,02 bis 0,28

### Systeme

24 der 25 Betriebe, deren AMS-Daten mindestens zum Teil ausgewertet werden konnten, besitzen eine Ein-Boxen-AMS-Anlage. Ein Betrieb mit einem Kuhbestand von 192 Kühen, betreibt eine Drei-Boxen-Anlage mit einem Melkarm der Firma GEA. Unter den Einboxen-Anlagen befinden sich 12 Systeme der Firma DeLaval, 10 von Lely

**Tabelle 2: Kennzeichen der Weide-AMS-Systeme in den untersuchten Milchviehbetrieben (n=25)**

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

<sup>1</sup> davon einer mit Vorselektion

<sup>2</sup> zwei Betriebe mit freiem und geblocktem Weidezugang, je nach genutztem Weideteilstück

<sup>3</sup> 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.

und je eines der Firmen GEA und Insentec/Happel. Die Melksysteme wurden zwischen den Jahren 2009 und 2016 in Betrieb genommen. In Tabelle 2 sind weitere Charakteristika der untersuchten Weide-AMS-Systeme enthalten. Alle Betriebe füttern täglich Grundfutter im Stall zu. Auf 14 Betrieben kommt dabei eine Totale-Misch-Ration (TMR), d.h. inklusive Kraftfutterkomponenten zum Einsatz. Die vorherrschenden Weidesysteme sind Kurzrasen-, Umtriebs- und Portionsweide. Zwei Betriebe praktizieren Standweide. Die maximal eingesetzten Kraftfuttermengen je Kuh und Tag betragen 4 bis 10 kg über das AMS als Lockfutter und ggf. am Futtertisch.

### AMS-Leistungen und Saisoneffekt

Im Mittel der Projektbetriebe werden 1.044 kg Milch je Melkbox und Tag ermolken. Die technische Auslastung des AMS liegt bei 66%, mit durchschnittlich 48 melkenden Kühen.

Die statistische Analyse ergab für alle AMS-Parameter in Tabelle 3 einen signifikanten Effekt der Saison. Jedoch konnte für keinen der vier definierten Weideparameter (Zugang/Selektion, Weidesystem, Weidefläche je Kuh und tägliche Weidezugangsdauer) ein signifikanter Einfluss auf die Kennzahlen des AMS festgestellt werden. Ein Zugewinn an Information wurde im Modell auf die Zielvariable Anzahl Melkungen je Kuh und Tag durch die tägliche Weidezu-

**Tabelle 3: Saisoneffekt ausgewählter AMS-Parameter über alle Betriebe (n=25; Merz 2016)**

Parameter	Weide-saison	Stall-saison	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

gangsdauer und das Weidesystem gefunden. Somit führen eine zunehmende Weidezugangsdauer und die Weidesysteme Kurzrasen-/Joggingweide (im Vergleich zu Umtriebs-/Portionsweide) zu mehr Melkungen je Kuh und Tag.

### Bewertung von Ökologie und Ökonomie

Die Bewertung der 12 baden-württembergischen Betriebe nach Kriterien des ökologischen Landbaues in den Bereichen Weidegang, Stall und Management, und der Ökonomie (Melktechnik und Futterkosten) hat gezeigt, dass das ökonomische Ziel, die Mehrkosten für das AMS durch die Ersparnis von Futterkosten durch Weidegang auszugleichen, lediglich zwei Betriebe erreichen. Drei Betrieben gelingt die Kombination aus Ökonomie und Ökologie vergleichsweise gut.

### Diskussion

Den meisten der untersuchten Betriebe gelingt es nicht, 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 ermolkenener Milch je Melkstation und Tag gegenüber der Stallperiode. Ursache dafür könnte grundsätzlich eine Aufwertung des Grundfutters durch das Weidegras oder auch der saisonal bedingte 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 Futterration wurden konkret unter den Bedingungen eines stallbasierten AMS durch Brocard et al. (2015) bestätigt.

Die Mittelwerte der AMS-Parameter kommen durch relativ große Bandbreiten auf einzelbetrieblicher Ebene zustande. Diese sind unter anderem durch die großen Unterschiede in der Struktur und Milchleistung (Tabelle 1) sowie der Umsetzung des Weide-AMS-Systems (Tabelle 2) bedingt. Als „Best Practice“-Beispiele eignen sich am ehesten Systeme, die das Potenzial haben, gleichermaßen die Ziele des ökologischen Landbaues und der Ökonomie zu erfüllen. Eilers

(2017) hat Eckpunkte dazu formuliert. Aus der untersuchten Stichprobe, die die süddeutschen Verhältnisse repräsentiert, entsprechen diesen am ehesten die Betriebe D, L, 3 und 9. Deren Weide-AMS-Systeme sind mit einigen Kennzeichen in Tabelle 4 dargestellt.

Der Erfolg von Weide-AMS-Systemen hängt stark von den einzelbetrieblichen Gegebenheiten und dem Management ab. Nachfolgend werden auszugsweise die wichtigsten Voraussetzungen und Empfehlungen dazu dargestellt.

### Wichtige Voraussetzungen und Empfehlungen

Unabhängig von der Finanzierbarkeit der Investition lässt sich ein automatisches Melksystem aufgrund des geringen Platzbedarfes in der Regel leicht in Altgebäude integrieren. Die Platzierung im Grundriss spielt für die Kombination mit Weidegang keine entscheidende Rolle. Vorteilhaft ist, wenn es sich nicht zu dicht am Stallein- bzw. -ausgang zur Weide befindet, um dort keine Engpässe für den Kuhverkehr zu schaffen. Auch sollte der Zugang zum AMS vom Stallzugang aus einfach möglich sein und nicht zum Beispiel durch fressende Tiere behindert werden.

### Geeignete Weideflächen

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. Letzteres ermöglicht den freien Kuhverkehr, was insbesondere für die Rückkehr der Kühe in den Stall von Bedeutung ist. Um die Auslastung des Melksystems zu steigern und den Nachtreibeaufwand zu reduzieren, müssen die Tiere ungehindert in den Stall gelangen können. Weideflächen, die z.B. durch eine Straße vom Stallgebäude getrennt sind können deshalb nur begrenzt, also für wenige Stunden täglich, in das System integriert werden. Grundsätzlich ist es positiv, dadurch die für die Kühe verfügbare Weidefläche zu vergrößern und die Weidedauer zu verlängern, insbesondere wenn es darum geht, das nötige Minimum (z.B. 600 m<sup>2</sup>/Kuh) an Weidefläche zu erreichen. Sofern dieses über ständig ans Stallgebäude

Tabelle 4: Weide-AMS-Systemkennzeichen ausgewählter Betriebe

Betrieb Nr.	Technische Auslastung AMS% So. Wi.		Anz. Kühe 30.09.2015	Milchleistung kg MLP 2015	AMS-Kuhverkehr	Weidefläche ha/Kuh	tägl. Zugangs-dauer Weide Std. Uhrzeit	Steuerung Weide-zugang	Weide-system	Flächen-wechsel	Vorlage Uhrzeit/ Anzahl	max. KF kg T. u. T.
D	74	73	82	7.197	gelenkt	0,06	14 03.00-17.00	Tor dezentral Stall	Umtrieb	ja	08:00 u. 6x autom. nach- schieben	9
L	73	-	74	7.270	frei	0,09	5 08.00-13.00	frei (Weidetor ab 2017)	Kurzrasen/ Umtrieb	ja	13.00 17.00	6
3	72	67	65	6.400	frei	0,12	8 09.00-17.00	frei	Portion	ja	07.00 16.30	7
9	77	80	56	6.803	frei	0,06	ganzt. (So.) 08.00-17.00 (Fj. u. He.)	Tor dezentral Stall	Kurzrasen/ Umtrieb	nein	ca. 10x automatisch	6

\* Konventionell wirtschaftender Betrieb

angebundene Flächen bereit steht, wäre es sinnvoller die vom Stall bzw. AMS abgetrennten Weideflächen für andere Tiergruppen (z.B. Trockensteher, Aufzuchtrinder) zu nutzen. Die Mindestweidefläche von ca. 600 m<sup>2</sup> je Kuh leitet sich von dem Anspruch im Öko-Landbau ab, den Tieren nicht nur ausreichend lange (mindestens 5 Stunden täglich) Weidegang sondern in dieser Zeit auch die Aufnahme von frischem Weidegras zu ermöglichen. Der bestimmende Faktor für die Mindestweidefläche ist demnach der durchschnittlich zu erwartende Weidefutterzuwachs.

### *Entfernung zwischen AMS und Weide*

Eine kurze Entfernung zwischen Melksystem und Weidefläche ist grundsätzlich positiv. Bei weiteren Strecken als etwa 300 Meter kann es zu erweiterten Melkintervallen, Milchleistungseinbußen oder erhöhtem Nachtreibeaufwand kommen. Allerdings hängen diese Effekte stark vom sonstigen Management ab. Wegstrecken die direkt auf der Weidefläche zurückgelegt werden müssen, sind in der Regel weniger hinderlich für den Kuhverkehr als lange Triebwege zur Weide. Förderlich ist auf jeden Fall auch, wenn vom Stallausgang aus jede Stelle der Weide sichtbar ist und umgekehrt. Die notwendigen technischen Rahmenbedingungen für Weidegang, wie geeignete Treibwege, Wasserversorgung, Weidezaun lassen sich mit überschaubarem Aufwand herstellen.

### *Typus und Know-how*

Neben diesen harten betriebsstrukturellen Faktoren, gibt es einige „weiche Faktoren“ in Bezug auf den Betriebsleiter und sein Personal, die als Bedingung für die Umsetzbarkeit eines Systems aus Weidegang und AMS gelten können. Dazu gehören zunächst die Eigenschaften und Notwendigkeiten, die den Einsatz eines AMS begünstigen:

- Aufgeschlossenheit gegenüber Technik und datenbasiertem Management
- Vertrauen in Technik
- Flexibilität und Bereitschaft zu unregelmäßigen Arbeiten wie Störungsbehebung oder Kühe anlernen
- Disziplin, um Routinearbeiten (z.B. Liegeboxenpflege, Tränkenkontrolle, Tierbeobachtung, Nachtreiben) unabhängig von festen Melkzeiten zuverlässig zu erledigen.

Außerdem ist das Know-how zum Management der Weide erforderlich. Je nach Weidesystem sind die Anforderungen diesbezüglich unterschiedlich hoch. In Hinblick auf die Fütterung sollte das Weidegras gezielt als Rationskomponente eingesetzt werden. Dazu wird Sachkenntnis und Fingerspitzengefühl benötigt. Zu guter Letzt ist Innovationsgeist und Motivation gefragt, mit deren Hilfe das System aus AMS und Weidegang entsprechend der betrieblichen Gegebenheiten und Zielsetzungen entwickelt wird.

### *Ausgangssituationen, Ziele und Empfehlungen*

Wenn persönliche und fachliche Voraussetzungen gegeben sind, bleibt als wesentliche systembestimmende Rahmenbedingung, die auch maßgeblich die betriebspezifischen Zielsetzungen eines Weidegang-AMS-Systems beeinflusst,

die Größe der verfügbaren und geeigneten Weidefläche für die Milchkühe. In Abhängigkeit von dieser Weidefläche lassen sich dazu besser passende bzw. weniger passende Zielsetzungen ableiten. Eine geringe Weidefläche steht naturgemäß dem Ziel der Maximierung des Weideganges mit entsprechender Aufnahme von Weidegras entgegen. Reichlich Weidefläche kann demgegenüber dem Ziel eines möglichst hohen Milchertrages je Kuh und je Melkbox widersprechen, da das Weidegras den wesentlichen Anteil am täglichen Grundfutter ausmachen soll und die Zufütterung im Stall inklusive Kraftfutterkomponenten entsprechend minimiert wird. Auch erschwert eine lange Aufenthaltsdauer der Kühe auf der Weide die Fütterung größerer Kraftfuttermengen und die maximale Auslastung des Melksystems.

Alle anderen Zielsetzungen lassen sich durch die passende Kombination von Systemkomponenten gezielt verfolgen. Die Ausgestaltung der Bedingungen für Weide und AMS kann sehr vielfältig erfolgen. Die Zuordnung der Systemkomponenten zu den Zielsetzungen ist häufig nicht eindeutig möglich und es gibt Wechselwirkungen untereinander. Hinter den einzelnen Zielsetzungen stehen normalerweise grundsätzliche Ideen und Strategien, die vom einzelnen Milchviehhalter verfolgt werden. Um die Vielfalt der Einflussfaktoren übersichtlicher zu gestalten und Wechselwirkungen besser zu berücksichtigen, macht es Sinn, diese Strategien mit ihren wesentlichen Eigenschaften zu charakterisieren:

#### Weidepriorität

- Ziele: hohe Weidefutteraufnahme (mind. 80% der täglichen 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 (bis 70) Kühe je Melkstation, hoher Stallkomfort.

#### Freigelände- und Kuhkomfortpriorität

- Ziele: hohe Weidefutteraufnahme (mind. 60% der täglichen TM), möglichst langer Freigeländeaufenthalt, mittlere Auslastung des AMS (60%)
- Systemkomponenten: freier Kuhverkehr, mind. 0,2 ha Weidefläche je Kuh, mind. 12 Stunden täglich Weidegang, freier Zugang zur Weide, hoher Weidekomfort, Kurzrasen-, Portions- oder Umtriebsweide mit Weideflächenwechsel, Zufütterung von Grundfutter ggf. auf der Weide, Kraftfutterfütterung am Trog und im AMS, Bestandsgröße bis zu 60 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 Um-

triebsweide, intensive Zufütterung am Trog (Mischration), leistungsabhängige Kraftfutterfütterung in AMS und ggf. KF-Station, Bestandsgröße mind. 70 Kühe je Melkstation, hoher Stallkomfort.

**Funktionspriorität**

- Ziele: Minimierung von Störungen und Nachtreibeaufwand, mittlere Auslastung des AMS (60%)
- 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- oder Standweide, intensive Zufütterung am Trog (Mischration), Bestandsgröße bis zu 60 Kühe je Melkstation, hoher Stallkomfort.

Diese Systembeschreibungen sind nicht absolut zu sehen. Es gibt je nach betrieblichen Rahmenbedingungen Mischformen. Bestimmte Zielesetzungen lassen sich bei Abweichungen vom idealen System auch durch entsprechendes Management verfolgen. Um Probleme im System zu vermeiden und die selbstgesteckten Ziele möglichst gut zu erreichen, werden im Folgenden entsprechende Empfehlungen formuliert.

*Optimale Weidenutzung oder minimales Nachtreiben?*

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. Auch wenn es ein Ziel jedes AMS-Betreibers ist, den Nachtreibeaufwand zu minimieren, muss die gesamte Herde regelmäßig in Augenschein genommen werden. Das Nachtreiben wird bei einer hohen Weideauslastung selbst bei optimalem Management nie komplett entfallen, ebenso wie bei reiner Stallhaltung. Hier kommen vor allem die Faktoren Laktationsstadium der Kühe, Zufütterung, Weideaufwuchs, Schmackhaftigkeit des Weidefutters, Parzellierung der Weide und vor allem die Witterung sowie ggf. Witterungsschutz ins Spiel. Gutes Management muss immer versuchen – und dies auch noch tageszeitabhängig – entweder den Stall (um den Nachtreibeaufwand zu reduzieren) oder die Weide (Nutzung des Weidepotentials) attraktiv zu machen. Nachfolgend werden Faktoren angeführt (Tab. 5), die die Nutzung der Weide bzw. die Rückkehr in den Stall positiv beeinflussen:

Als grundlegende Erfolgsfaktoren für AMS und Weidegang gehen aus Tabelle 5 folgende Punkte hervor, weil sie

für beide Aspekte (Verbesserung der Weidenutzung und Reduzierung des Nachtreibeaufwandes) von Bedeutung sind: tierindividuell gesteuerter Weidezugang, Form und Zeitpunkt der Zufütterung im Stall, befestigte und klauengerechte Treibwege und eine gute Klauengesundheit bei den Kühen, um ihre Laufbereitschaft sicherzustellen.

*Zufütterung von Grundfutter*

Da Vollweidesysteme in unseren Breiten eher selten anzutreffen sind, erfolgt meistens Zufütterung von Grundfutter im Stall oder auf der Weide. Die Zufütterung muss als Ergänzung betrachtet und sollte daher auf das notwendige Maß beschränkt werden, um eine Verdrängung von Weidefutter zu vermeiden. Eine entsprechende individuelle Anpassung der Besatzstärke im Vegetationsverlauf ist maßgeblich für den Erfolg. Eine Ergänzung von Heu oder Grassilage auf der Weide (z.B. Raufen) kann generell nicht empfohlen werden, da dann der Impuls für die Kühe, in den Stall bzw. zum AMS zu gehen ausbleibt. Bei der Fütterung von Einzelkomponenten oder von Mischrationen im Stall spielt der richtige Vorlagezeitpunkt eine große Rolle. Kühe lieben Routinen und regelmäßige Abläufe. Da die tägliche Weidefutteraufnahme von vielen Faktoren (z.B. Aufwuchshöhe, Aufwuchszusammensetzung und –alter, Witterung) abhängt, ist es eine Herausforderung und bedarf gewisser Erfahrung, die Zufütterung tatsächlich zu minimieren und gleichzeitig die Kühe optimal mit Futter zu versorgen. Denn die Futterreste des Vortages sagen nichts über den Bedarf am betreffenden Tag aus. Deshalb wird in der Regel eher zu viel und zu gut zugefüttert, mit der Folge, dass der Weideaufwuchs nicht optimal genutzt wird.

Erfolgt eine Zufütterung im Stall, ist es sehr stark von der Leistung und dem Gesundheitszustand der Tiere sowie von der Witterung abhängig, zu welchem Zeitpunkt die Futtervorlage erfolgen sollte, damit die Tiere die Weide nutzen und ihren Nährstoffbedarf decken können. Es gibt dabei unterschiedliche Strategien: 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 bei hohen Leistungen, schmackhaftem Futter am Trog, ungünstiger Witterung (Hitze), mäßig attraktivem Weideaufwuchs oder bequemen Liegeboxen sowie gutem Stallklima dazu führen, dass die Kühe nicht ausreichend auf der Weide grasen. Der Anteil des Weidegrases an der täglichen Ration ist gering.

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 (siehe unten). 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. Die Futtervorlage ist idealerweise der Start der zweimal täglichen

**Tabelle 5: Faktoren zur Verbesserung der Weidenutzung und Reduzierung des Nachtreibeaufwands**

<b>Verbesserung der Weidenutzung</b>	<b>Reduzierung des Nachtreibeaufwands</b>
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

Stallroutine (Füttern, Tierkontrolle, Maßnahmen am Tier, Nachtreiben) und erleichtert so die Arbeitsabläufe.

In Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass durch eine unbegrenzte Futtermenge es zu keiner Erhöhung der Milchleistung gegenüber z.B. einer rationierten Futtermenge von 3 kg TM Grassilage gekommen ist. Dies muss jedoch immer in Abhängigkeit des verfügbaren Weidefutters gesehen werden.

### Zufütterung von Kraftfutter

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, welche zeigen, dass ein mehr an Kraftfutter (3 vs. 8 kg am AMS) keine deutliche Reduktion des Nachtreibeaufwandes nach sich zog (Bach et al. 2007). Die Schmackhaftigkeit des Lockfutters am AMS ist entscheidend für die Attraktivität des Melkroboters. Es kann auch über die Zufütterung von körnermaisbetontem Kraftfutter nachgedacht werden. Denn im Verlauf der Vegetationsperiode steigt der Eiweißanteil im Weidefutter. Das ermöglicht den Einsatz eines proteinreduzierten Kraftfutters, um einen Eiweiß-Überschuss (und damit erhöhte Harnstoffwerte in der Milch) und höhere Kosten zu vermeiden.

In milchleistungsorientierten Systemen kann die Kraftfüttermenge leistungsabhängig im AMS aufgestockt werden. Gegebenenfalls kann über eine Kraftfutterstation zusätzliche Kraftfutterfütterung individuell erfolgen, da je Gabe maximal 2 kg Kraftfutter zugeteilt werden sollen.

### Zugangssteuerung zur Weide

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 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 Zwischenmelkzeiten und Nachtreibeaufwand. Das Zugangstor in den Stall wird als Einwegtor konzipiert. Die Kühe können frei den Stall betreten, ihn aber nicht wieder frei verlassen. Je länger die Weidedauer der Tiere ist, desto höher ist in der Regel der Nachtreibeaufwand. Wenn das Futter schmeckt, Schatten und Wasser vorhanden sind, dann besteht für die Tiere oft kein Grund den Stall aufzusuchen. Dies kann vor allem bei altmelkenden Kühen der Fall sein. Diese Tiere können einen erheblichen Nachtreibeaufwand verursachen, außer man gewährt ihnen längere Zwischenmelkzeiten und nimmt in Kauf, dass die Altmelker im Schnitt unter zwei Melkungen je Tier und Tag fallen.

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 während der Nacht ist nicht zu empfehlen, da die Tiere grundsätzlich und insbesondere bei Hitze gerne nachts auf die Weide gehen.

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

### Tagesablauf

Um die wesentlichen Ziele, Ausnutzung der vorhandenen Weideflächen mit Weidegrasaufnahme und Reduzierung des Nachtreibeaufwandes bzw. hohe AMS-Auslastung zu erreichen, ist ein fester Tagesrhythmus mit Impulsen für die Rückkehr der Weidetiere in den Stall von Bedeutung. Diese Impulse bestehen vor allem in der Vorlage von Futter im Stall. Diese muss auf die Weidezugangszeiten abgestimmt sein. Für die oben beschriebenen vier unterschiedlichen Strategien ist in Abbildung 1 ein Tagesablauf mit den wichtigsten Maßnahmen und Einstellungen dargestellt. Die Grafik stellt bezüglich der Uhrzeiten und Zeiträume Richtwerte dar und macht vor allem die grundsätzlichen Unterschiede

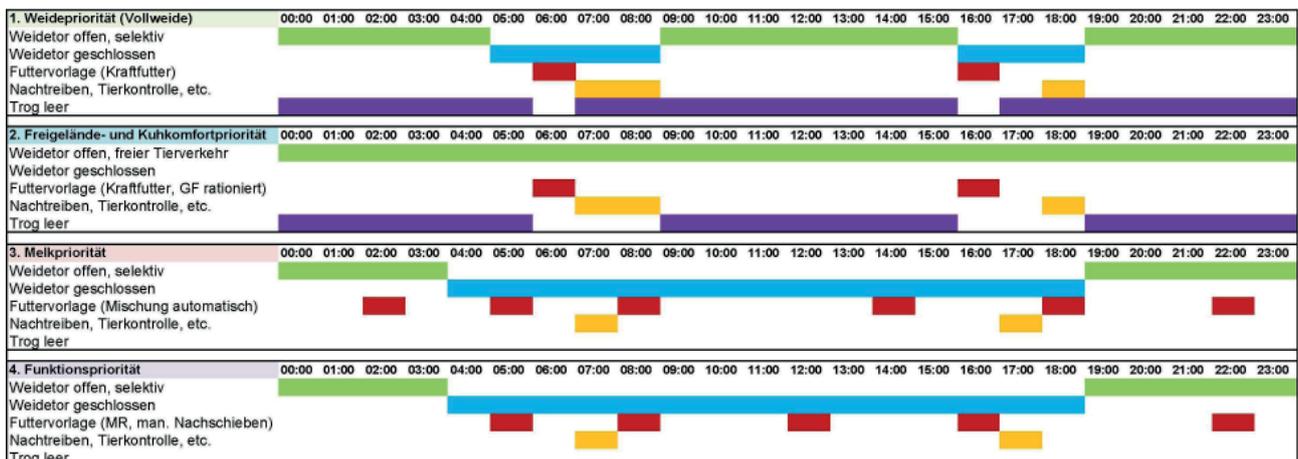


Abbildung 1: Maßnahmen im Tagesablauf für unterschiedliche Strategien in Weide-AMS-Betrieben

zwischen den Strategien deutlich. Die Zeitangaben können betriebsindividuell angepasst werden.

## Literatur

- Bach, L., C. Iglesias, S. Calsamiglia, M. Devant (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.
- Brocard, V., T. Huneau, J.-C. Huchon, M. Dehedin (2014): Combining robotic milking and grazing. *Grassland Science in Europe*, Vol 19 – EGF at 50: the Future of European Grasslands. Proceedings of the 25th General Meeting of the European Grassland Federation Aberystwyth, Wales 7-11 September 2014.
- Bühlen, F. (2013): Vereinbarkeit automatischer Melksysteme mit dem Tierwohl in der ökologischen Milchviehhaltung. Diplomarbeit Universität Kassel.
- Bühler, M. (2016): Optimierung des Systems Weidegang und automatisches Melken für Milchkühe im ökologischen Landbau. Master-Thesis Universität Hohenheim, Stuttgart.
- Eilers, U. (2017): Weidegang und automatisches Melken. Workshop am 29.03.2017, Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW), Aulendorf.
- Eilers, U., M. Landwehr, M. Bühler, L. Merz, M. Krause, F. Adrion und H. Bernhardt (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.
- Landwehr, M. (2016): Weidegang und automatisches Melken im ökologischen Landbau - Status Quo-Analyse am Beispiel bayerischer Milcherzeuger. Master-Thesis Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Freising.
- Lyons, N.A., K.L. Kerrisk, S.C. Garcia (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-Thesis Universität Hohenheim, Stuttgart.
- Philipsen, B., T. Derks, S. de Leeuw, J. Cornelissen (2015): Roboter&Weide. Fünf Konzepte für Melkroboter und Weidegang. Stichting Weidegang, Wageningen.



# Verwendung von milchsäuren Nebenprodukten der Lebensmittelverarbeitung zur Reduktion der Ammoniakemissionen während der Güllelagerung

Johannes Hämmerle<sup>1,2\*</sup>, Walter Starz<sup>1</sup>, Hannes Rohrer<sup>1</sup>, Rupert Pfister<sup>1</sup> und Bernhard Freyer<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Die während der Güllelagerung entstehenden Ammoniakemissionen führen zu ökologischen, sowie zu ökonomischen Schäden und können durch die Senkung des pH-Werts der Gülle reduziert werden. Deshalb wurden in der folgenden Arbeit die Lenkungsmöglichkeiten des Gülle pH-Werts und die daraus resultierenden Emissionen durch die Zugabe von milchsäurehaltigen Flüssigkeiten untersucht. Der Versuch wurde am Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Dort wurde die hofeigene Rindergülle in drei Versuchsbehältern mit Sauerkrautsaft, Molke und Wasser in einem Mischungsverhältnis von 1:1 gemischt. Diese Gülleversuchsbehälter waren mit jeweils drei Sonden ausgestattet, welche kontinuierlich Daten über den pH-Wert, das Redox-Potential und die elektrische Leitfähigkeit ermittelten. Um die Nährstoffzusammensetzung der jeweiligen Varianten zu beurteilen wurden während des Versuches Proben gezogen und diese auf deren Inhaltsstoffe untersucht. Weiters wurden die Kohlenstoff- und Stickstoffemissionen während des Untersuchungszeitraumes ermittelt. Im Versuch wurde festgestellt, dass der pH-Wert durch die Molkezugabe auf pH 5,5 und durch die Zugabe von Sauerkrautsaft auf pH 5,9 reduziert werden konnte. In der mit Wasser verdünnten Variante hingegen konnte der pH-Wert lediglich auf pH 7,5 eingestellt werden. Ebenfalls wurde durch die Beimischung der milchsäurehaltigen Gülleverdünnungsmittel eine signifikante Reduktion der N-Emissionen von 3,5 g/m<sup>3</sup> FM (Wasser) auf 0,5 g/m<sup>3</sup> FM (Molke) bzw. 0,1 g/m<sup>3</sup> FM (Sauerkrautsaft) festgestellt. Durch die Zugabe von Sauerkrautsaft und Molke konnte zwar keine signifikante, aber eine tendenzielle Steigerung der C-Emissionen beobachtet werden. In Bezug auf die Nährstoffzusammensetzung konnte in der mit Wasser verdünnte Variante ein N-Gehalt von 2,2 g/kg FM festgestellt werden. Durch die Zugabe der Molke konnte eine Steigerung um 0,6 g/kg FM und durch die Sauerkrautsaftzugabe eine Steigerung um 0,9 g/kg FM erzielt werden. Ebenfalls konnte eine Steigerung des NH<sub>4</sub>-Gehalts von 0,9 g/kg FM (Wasser) auf 1,2 g/kg FM (Molke) bzw. 1,4 g/kg FM (Sauerkrautsaft) erreicht werden.

**Schlagwörter:** Ammoniakreduktion, Güllelagerung, pH-Wert, Sauerkrautsaft, Molke

## Summary

Ammonia is developed during slurry storage and leads to ecological and economical damages which could be lowered by reducing the pH-value of the slurry. Therefore, the steering possibilities of the slurry and the resulting emissions by addition of lactic acid containing liquids were examined. The experiment was performed at the Institute of Organic Farming and Farm Animal Biodiversity of the HBLFA Raumberg-Gumpenstein. The cattle slurry was filled in three containers and following the slurry was mixed with water, whey or sauerkraut juice in a mixing ratio of 1:1. All of the containers were equipped with three probes which collected constantly data about pH-value, redox potential and electrical conductivity. For the evaluation of the nutrient composition of each variant, samples were taken and examined during the experiment. Additionally the carbon- and nitrogen emissions were determined during the investigation period. It was discovered that the pH-value could be reduced to pH 5.5 by the addition of whey and to pH 5.9 by the addition of sauerkraut juice. The pH-value of the control variant, which was diluted with water, could only be reduced to pH 7.5. By mixing the slurry with the lactic acid containing liquids a significant reduction of the N-emissions from 3.5 g m<sup>-3</sup> FM (water) to 0.5 g m<sup>-3</sup> FM (whey) and 0.1 g m<sup>-3</sup> FM (sauerkraut juice) was determined. There wasn't a significant increase of the C-emissions discovered by adding sauerkraut juice or whey to the slurry but a trend was distinguishable. Regarding to the nutrient composition, the water diluted variant contained 2.2 g kg<sup>-1</sup> FM nitrogen. By adding whey to the slurry, the nitrogen content increased to 2.8 g kg<sup>-1</sup> FM. By adding sauerkraut juice the nitrogen content increased to 3.1 g kg<sup>-1</sup> FM. There was also an improvement of the NH<sub>4</sub>-content from 0.9 g kg<sup>-1</sup> FM (water) to 1.2 g kg<sup>-1</sup> FM (whey) and 1.4 g kg<sup>-1</sup> FM (sauerkraut juice) determined.

**Keywords:** ammonia reduction, manure storage, pH-value, sauerkraut juice, whey

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Institut für Ökologischen Landbau, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

\* Ansprechpartner: Johannes Hämmerle, haemmerle\_j@gmx.at

## Einleitung

Die Verflüchtigung, Verfrachtung und Ablagerung von Ammoniak trägt zu einer Eutrophierung und Versauerung von Böden und somit zu einem Rückgang der Biodiversität und zum Waldsterben bei (B. AMON et al., 2001). Es wird angenommen, dass in Europa 80-90 % der Ammoniak-Emissionen aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung entstehen, wobei 75 % der tierischen Produktion zugeschrieben werden (J. WEBB et al., 2004). Neben den ökologischen Schäden durch die Ammoniak-Emissionen entstehen zusätzlich ökonomische Nachteile für die landwirtschaftlichen Betriebe aufgrund des erhöhten Stickstoffverlusts. Dieser muss wiederum durch Düngerzukauf oder durch pflanzenbauliche Maßnahmen kompensiert werden. Diese Verluste könnten durch die Lenkung verschiedener physikalischer Parameter während der Lagerzeit der Gülle reduziert werden. Als effektivste Maßnahme diese Emissionen zu reduzieren gilt die Steuerung des pH-Werts (R. FRICK et al., 1996). Dies kann unter anderem durch Verdünnung der Gülle mit Regenwasser, oder durch die Zugabe von organischen bzw. anorganischen Säuren gewährleistet werden (R. SCHRÖPEL et al., s.a.). Da die Zugabe von anorganischen Säuren in der ökologischen Landwirtschaft nicht gestattet ist, wird nicht weiter auf diese Maßnahme eingegangen. Das Ziel dieser Arbeit liegt darin, festzustellen ob der pH-Wert der Rindergülle mittels Zugabe von milchsauren Nebenprodukten der Lebensmittelverarbeitung während der Lagerung unter pH 7 gehalten werden kann. Weiters soll geprüft werden, inwiefern die pH-Wert Absenkung zur Reduktion gasförmiger Stickstoffverlusten beiträgt und wie sich dies auf die Nährstoffbilanz auswirkt.

## Methode

Der Versuch wurde am Lehr- und Forschungsbetrieb des Instituts für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Die untersuchte Rindergülle stammte von den 30 hofeigenen Milchkühen die nach den Richtlinien der ökologischen Landwirtschaft gehalten werden. Aufgrund des Vollweidesystems fällt die Gülle fast ausschließlich in den Wintermonaten an, wo den Tieren eine Ration aus 16,6 % Heu, 75,8 % Grassilage und 7,6 % Kraftfutter vorgesetzt wird. Der Versuch wurde im Zeitraum vom 07.04.2016 bis 28.07.2016 in der HBLFA Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Der Versuch setzte sich aus zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen zusammen. Vier Wiederholungen stellten einen Durchgang dar, wobei jede Wiederholung zwei Wochen lang dauerte. Insgesamt ergaben sich somit acht Wiederholungen mit einer gesamten Versuchsdauer von 16 Wochen. Die untersuchten Varianten (A) Rindergülle mit Wasser, (B) Rindergülle mit Molke und (C) Rindergülle mit Sauerkrautsaft wurden jeweils in einem Mischungsverhältnis von 1:1 erstellt. Die drei Varianten wurden zu Beginn jeder Wiederholung den Gülleversuchsbehältern zufällig zugewiesen. Nach einem Untersuchungszeitraum von zwei Wochen wurde die Gülle einer jeden Variante in einen von drei Kunststoffbehältern überführt und zwischengelagert. Dieser Ablauf wurde bei allen vier Wiederholung des ersten Durchgangs durchgeführt. Die zwischengelagerte Versuchsgülle wurde im zweiten Durchgang wiederum als Testsubstanz für die selbe Variante verwendet. Durch die Zwischenlagerung konnten die Auswirkungen der Lagerung

auf die Gülle festgestellt werden. Die drei Gülleversuchsbehälter wiesen ein Fassungsvermögen von je 200 kg auf und wurden aufgrund der hohen Materialbeanspruchung aus rostfreiem Stahl hergestellt. Diese wurden mit drei Messsonden ausgestattet. Der pH-Wert und das Redox-Potential konnten mit zwei SensoLyt® Messsonden (WTW, 2014a) bestimmt werden. Die elektrische Leitfähigkeit wurde mit einer TetraCon® Messzelle (WTW, 2014b) ermittelt.

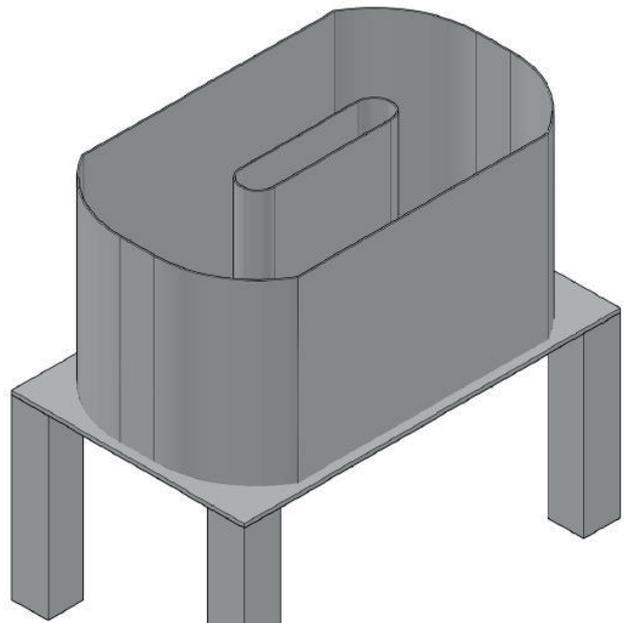


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines Gülleversuchsbehälters



Abbildung 2: Gülleversuchsbehälter während des Versuchsablaufs

Tabelle 1: Zusammenfassung der untersuchten Gülleeigenschaften

Physikalische Parameter	Chemische Eigenschaften	Emissionen
Elektrische Leitfähigkeit	Trockenmassegehalt	in FM
pH-Wert	Rohaschegehalt	in TM
Redox-Potential	Kaliumgehalt	in TM
	Calciumgehalt	in TM
	Magnesiumgehalt	in TM
	Phosphorgehalt	in TM
	Stickstoffgehalt	in TM & FM
	Ammoniumgehalt	In TM & FM

Für die Bestimmung der jeweiligen chemischen Eigenschaften (Tabelle 1) wurde am ersten, am siebten und am letzten Tag jeder Wiederholung eine Frischprobe aus jedem Gülleversuchsbehälter gezogen und im Labor der HBFLA Raumberg-Gumpenstein untersucht. Zur Emissionsbestimmung wurden am Beginn und am Ende jeder Wiederholung eine Frischprobe gezogen, getrocknet und mithilfe der Verbrennungsmethode nach Dumas wurde der Kohlenstoffgehalt bestimmt. Zusätzlich wurden die Versuchsbehälter zu Beginn und am Ende jeder Wiederholung gewogen und durch die Gewichtsreduktion konnte so indirekt auf mögliche Emissionen geschlossen werden.

Die Versuchsdaten wurden mit dem Softwareprogramm SAS 9.4 ausgewertet. Dazu wurde die MIXED-Prozedur verwendet. Die Residuen wurden auf Normalverteilung und auf Varianzhomogenität geprüft und konnten bestätigt werden. Als fixe Effekte dienten die Variante, der Durchgang und der Tag, sowie die Wechselwirkungen aus Variante\*Durchgang und Variante\*Tag. Es wurden die Versuchswochen und die Versuchsgüllebehälter als zufällig (random) angenommen. Um die Auswirkung von Temperaturschwankungen abzumildern, wurde die mitgemessenen Gülletemperaturen als Kovariable in das Modell mit aufgenommen. Das Signifikanzniveau wurde mit  $p < 0,05$  festgelegt. In den Ergebnissen werden die LSMEANS (Least Square Means) und der SEM (Standardfehler) präsentiert. Mittels Tukey-Test erfolgte der paarweise Mittelwertvergleich. Die Feststellung von signifikanten Unterschieden wurde mit verschiedenen Kleinbuchstaben

kenntlich gemacht.

## Ergebnisse

Bei der mit Wasser verdünnten Variante wurde der höchste pH-Wert festgestellt (Tabelle 2). Durch die Verdünnung mit Sauerkrautsaft konnte der pH-Wert gegenüber der Wasserverdünnung um 1,6 pH Punkte abgesenkt werden. Der niedrigste pH-Wert konnte mit pH 5,5 durch die Molkeverdünnung erzielt werden. In der Literatur konnten durch den Einsatz von fünfzigprozentiger Milchsäure eine pH-Reduktion auf pH 4,5 erreicht werden (BERG et al., 1998).

Die mit Wasser verdünnte Variante wies mit 14,1 mS/cm die geringste elektrische Leitfähigkeit auf (Tabelle 2). Durch die Molkeverdünnung stieg die elektrische Leitfähigkeit um 13 % und bei der Verdünnung mit Sauerkrautsaft um 68 % gegenüber der Wasserverdünnung an. Durch die Verdünnung einer Rindergülle mittels Molkezugabe (Verhältnis 1:1) konnten Buchgraber und Resch (1997) eine elektrische Leitfähigkeit von 16 – 17 % erzielen.

Das niedrigste Redox-Potential wurde bei der Wasserverdünnung mit -542,7 mV festgestellt (Tabelle 2). Durch die Sauerkrautsaftverdünnung erhöhte sich das Redox-Potential um 102,5 mV gegenüber der Variante mit Wasserverdünnung. Bei der molkeverdünnten Variante wurde das höchste Redox-Potential mit -392,6 mV ermittelt.

In der mit wasserverdünnten Variante konnten die höchsten Gehalte an Kalium, Calcium, Magnesium und Stickstoff- und Ammonium in der Trockenmasse festgestellt werden (Tabelle 3). Durch die Molkeverdünnung konnten lediglich die höchsten Phosphorgehalte festgestellt werden, jedoch konnte eine Steigerung im Stickstoff- und Ammoniumgehalt in der Frischmasse gegenüber der Wasserverdünnung festgestellt werden. In einer von Buchgraber und Resch (1997) behandelten Gülle konnte durch die Molkezugabe ebenfalls eine N-Steigerung festgestellt werden. Die mit Sauerkrautsaft verdünnte Variante wies den höchsten

Tabelle 2: Die physikalischen Eigenschaften in Abhängigkeit der Variante

Parameter	Einheit	Wasser		Variante Molke		Variante Sauerkrautsaft		p-Wert
		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	
pH-Wert		7,5 <sup>a</sup>	0,1	5,5 <sup>c</sup>	0,1	5,9 <sup>b</sup>	0,1	<0,0001
Elektrische Leitfähigkeit	mS/cm	14,1 <sup>c</sup>	0,3	15,9 <sup>b</sup>	0,3	23,7 <sup>a</sup>	0,3	<0,0001
Redox-Potential	mV	-542,7 <sup>c</sup>	12,5	-392,6 <sup>a</sup>	12,50	-440,2 <sup>b</sup>	12,6	<0,0001

Tabelle 3: Die chemischen Eigenschaften in Abhängigkeit der Varianten

Parameter	Einheit	Wasser		Variante Molke		Variante Sauerkrautsaft		p-Wert
		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	
TM-Gehalt	g/kg FM	40,3 <sup>c</sup>	1,0	60,1 <sup>b</sup>	1,0	62,6 <sup>a</sup>	1,0	<0,0001
XA-Gehalt	g/kg TM	273,8 <sup>b</sup>	6,5	219,6 <sup>c</sup>	6,5	291,9 <sup>a</sup>	7,2	<0,0001
K-Gehalt	g/kg TM	68,2 <sup>a</sup>	1,4	56,8 <sup>c</sup>	1,4	60,7 <sup>b</sup>	1,4	<0,0001
Ca-Gehalt	g/kg TM	23,4 <sup>a</sup>	0,3	19,1 <sup>b</sup>	0,3	18,4 <sup>b</sup>	0,3	<0,0001
Mg-Gehalt	g/kg TM	7,7 <sup>a</sup>	0,1	5,7 <sup>b</sup>	0,1	5,5 <sup>c</sup>	0,1	<0,0001
P-Gehalt	g/kg TM	9 <sup>a</sup>	0,2	9,2 <sup>a</sup>	0,2	7,2 <sup>b</sup>	0,2	<0,0001
N-Gehalt	g/kg TM	54,6 <sup>a</sup>	1,3	46,8 <sup>c</sup>	1,3	49,9 <sup>b</sup>	1,3	<0,0001
N-Gehalt	g/kg FM	2,2 <sup>c</sup>	0,0	2,8 <sup>b</sup>	0,0	3,1 <sup>a</sup>	0,0	<0,0001
NH4-Gehalt	g/kg TM	23,3 <sup>a</sup>	0,9	20,5 <sup>b</sup>	0,9	22,7 <sup>ab</sup>	0,9	<0,0358
NH4-Gehalt	g/kg FM	0,9 <sup>c</sup>	0,0	1,2 <sup>b</sup>	0,0	1,4 <sup>a</sup>	0,0	<0,0001

Tabelle 4: Die C-Emissionen in Abhängigkeit der Varianten

Parameter	Einheit	Variante						p-Wert
		Wasser		Milke		Sauerkrautsaft		
		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	
C-Emissionen	g/m <sup>3</sup> FM	8,5	22,7	35,4	22,7	54	22,7	0,3828

Tabelle 5: Die N-Emissionen in Abhängigkeit der Varianten

Parameter	Einheit	Variante						p-Wert
		Wasser		Milke		Sauerkrautsaft		
		LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	LSMEAN	SEM	
N-Emissionen	g/m <sup>3</sup> FM	3,2 <sup>a</sup>	1	0,5 <sup>b</sup>	1	0,1 <sup>b</sup>	1	0,0155

Trockenmassegehalt, Rohaschegehalt und Stickstoff- und Ammoniumgehalt in der Frischmasse auf.

Bei den C-Emissionen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten, den Durchgängen und den Variantendurchgängen festgestellt werden (Tabelle 4). Jedoch konnten bei allen genannten Faktoren numerische Unterschiede beobachtet werden. Die geringsten C-Emissionen wurden mit 8,5 g/m<sup>3</sup> FM in der mit Wasser behandelten Variante festgestellt. Die mit Molke verdünnte Variante wies einen um 26,9 g/m<sup>3</sup> FM erhöhten Kohlenstoffverlust gegenüber der Wasserverdünnung auf. Durch die Verdünnung mit Sauerkrautsaft erhöhte sich der Kohlenstoffverlust um 45,4 g/m<sup>3</sup> FM gegenüber der Wasserverdünnung.

In der mit wasserverdünnten Variante wurden mit 3,2 g/m<sup>3</sup> FM die höchsten N-Emissionen nachgewiesen (Tabelle 5). Durch die Molkeverdünnung konnten die N-Emissionen signifikant um 81,5 % und durch die Sauerkrautsaftbehandlung signifikant um 96,9 % gegenüber der Wasserverdünnung reduziert werden. Hierbei konnten die Ergebnisse von Berg et al. (1998) bestätigt werden, welche durch eine pH-Reduktion auf pH 5 mittels Milchsäure eine Ammoniakreduktion um 80–90 % erzielten. Zwischen der Molke- und Sauerkrautsaftbehandlung konnte kein signifikanter Unterschied in Bezug auf die N-Emissionen nachgewiesen werden.

#### Schlussfolgerung

Durch den Einsatz von milchsauren Güllebehandlungsmitteln konnte der pH-Wert reduziert und unter pH 6 gehalten werden. Durch diese pH-Wert Absenkung konnten die N-Emissionen, wie erwartet, stark reduziert werden. Zusätzlich stiegen durch die Güllebehandlung die C-Emissionen numerisch stark an. Die konkrete Zusammensetzung dieser

Emissionen sollten in zukünftigen Forschungsarbeiten untersucht und bei der Beurteilung der Klimarelevanz mitberücksichtigt werden. Aufgrund der Stickstoffverwertung der Molke und des Sauerkrautsafts und durch die reduzierten N-Emissionen während der Güllelagerung konnte ein N- und NH<sub>4</sub>-Anstieg in der Frischmasse beobachtet werden. Durch diese Stickstoffanreicherung kann die Düngereffizienz des Wirtschaftsdüngers erhöht und in weiterer Folge die Nährstoffversorgung der Pflanzenbestände verbessert werden.

#### Literatur

- Amon, B., Amon, T., Boxberger, J., & Alt, C. (2001): Emissions of NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (housing, manure storage, manure spreading). *Nutrient cycling in Agroecosystems*, 60(1-3), 103-113.
- Berg, W., Hörnig, G., & Türk, M. (1998): Güllebehandlung mit Milchsäure. *LANDTECHNIK—Agricultural Engineering*, 53(6), 378-379.
- Buchgraber K. & Resch R. (1997): Molke als Gülleverdünnungsmittel und Düngemittel für das Dauergrünland. Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- Frick, R., Menzi, H., & Katz, P. (1996): Ammoniakverluste nach der Hofdüngeranwendung. *FAT Berichte*, (486).
- Schröpel, R., Henkelmann, G. (s.a.): Untersuchungen zur Wirkung verschiedener Präparate auf Rindergülle. Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- Webb, J., Menzi, H., Pain, B. F., Misselbrook, T. H., Dämmgen, U., Hendriks, H., & Döhler, H. (2005): Managing ammonia emissions from livestock production in Europe. *Environmental pollution*, 135(3), 399-406.

# Gülle besser verstehen - Ergebnisse des Gülleforschungsprojektes 2017

Wolfgang Angeringer<sup>1\*</sup>, Christina Weber<sup>2</sup> und Gertrude Freudenberger<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Flüssige Wirtschaftsdünger, also alle Formen von Gülle und Jauche, geraten heute gesellschaftlich immer mehr in Kritik. Aus landwirtschaftlicher Sicht steht die verlustarme Ausbringung, vor allem in Hinblick auf gasförmige Stickstoffverluste im Vordergrund. Die Bevölkerung nimmt diese Ausgasungen, vor allem Ammoniak und Schwefelverbindungen als Geruchsbelästigung wahr, wodurch es immer häufiger zu Auseinandersetzungen kommt. Entsprechend groß war das Interesse der Landwirte, am Gülleprojekt der LK Steiermark teilzunehmen. Die Untersuchung beinhaltete Nährstoffgehalte, Trockenmasse und pH-Wert im NIRS-Schnelltestverfahren. Ziel war es, aus der Fülle an Proben zusammen mit Hintergrundinformationen über die Güllebehandlungen und Systeme auf den Betrieben, Praxisempfehlungen abzuleiten.

Die Daten weisen große Unterschiede bei den gemessenen Parametern zwischen den Betriebstypen auf. So zeigte sich der Zusammenhang bei steigendem Wasser-Verdünnungsgrad und reduziertem Ammoniumgehalt, womit sich auch die Ammoniak-Ausgasung reduzieren lässt. Die Zunahme an Stickstoff- und Phosphorgehalt mit steigender Leistung zeigte sich ebenfalls deutlich, während Betriebe mit viel Stroheinsatz höhere Kaliumwerte aufweisen. Diverse Zusätze wie Futterkalk oder das Streuen von Kalk-Magnesium-Steinmehlen zeigen sich in deutlich erhöhten Ca und Mg Werten. Keine eindeutigen Zusammenhänge gibt es hingegen bei Zusätzen wie silikatischen Steinmehlen und Kräuterextrakten und gemessener Parameter. Unbeeindruckt von Betriebssystem zeigte sich auch der pH-Wert als ein wichtiger Einflussfaktor auf das Ammonium-Ammoniak-Verhältnis.

*Schlagwörter:* Rindergülle, Wirtschaftsdüngerbehandlung, Ammoniak, Güllezusätze

## Summary

Application of liquid organic fertiliser is criticised increasingly in society. The main reason for this unfortunate mood is the unpleasant odour that is likely to occur while spreading. Especially ammonia and sulfur are identified as trigger for bad smell. In an Styrian pilot project amongst farmers, agricultural advisors of the chamber for agriculture offered them the opportunity to test their slurry in an guided monitoring by using a quick and simple NIRS method. Data of 118 slurry probes show great differences in measured parameters. For example, ammonium concentration decreases together with higher water content. Farms also differ in their performance in milk and cattle production, and therefore nutrient content increases with higher feed input. No influence of additives could be found, although many farmers confirmed effects of different types oft hem.

*Keywords:* cattle slurry, treatment of organic fertiliser, ammonia, slurry supplement

## Einleitung

Im ersten Halbjahr 2017 führte die steirische Grünlandberatung im Z-Lehrgang „Bodenpraktiker für das Grünland“ zusammen mit den Arbeitskreisen Milch, Mutterkuh und Rindermast einen Gülle-Monitoring Versuch durch. In diesem „Gülleprojekt“ nahmen rinderhaltende Betriebe im Zeitraum von Februar bis März selbständig Gülleproben und schickten diese an das Untersuchungslabor der Firma IPUS (Nanobag-Schnellanalyse, www.ipus.at). Die Untersuchung umfasste neben den Mineralstoffen P, K, Mg und Ca auch den Gesamt- und Ammoniumstickstoff sowie Trocken-

massegehalt und pH-Wert.

Die teilnehmenden Betriebe wurden davor von der Arbeitskreisberatung hinsichtlich Probenahme und –vorbereitung umfassend informiert. Außerdem bekamen die LandwirtInnen einen Fragebogen mit den Themen Produktions- und Entmischungssystem, Verdünnung, Zusätze und Leistung. Diese Informationen verwendeten wir für die Auswertung der Ergebnisse. Am bedeutendsten für die Praxis erwiesen sich die Parameter Ammonium-Stickstoff, Phosphor, Kalium und Kalziumgehalt zusammen mit dem Verdünnungsgrad und Trockenmasseanteil und Leistungsgruppen je nach

<sup>1</sup> Landwirtschaftskammer Steiermark, Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Murtal, Bio- und Pflanzenbau, Frauengasse 19, A-8750 Judenburg

<sup>2</sup> Landwirtschaftskammer Steiermark, Arbeitskreisberatung Milch, Mutterkuh und Rindermast Steiermark, Hamerlinggasse 3, 8010 Graz

\* Ansprechpartner: DI Wolfgang Angeringer, [wolfgang.angeringer@lk.stmk.at](mailto:wolfgang.angeringer@lk.stmk.at)

### Betriebstyp.

Eine wesentliche Fragestellung für die landwirtschaftlichen Betriebe sind die Möglichkeiten der Güllebehandlung um Nährstoffverluste zu minimieren. Die Ammoniakemissionen sind im Emissionshöchstmengengesetz Luft (BGBl. I Nr. 34/2003) geregelt. Die Gehalte an den wichtigen Pflanzennährstoffen Phosphor, Kalium, Magnesium und Kalzium sind für die Düngeplanung interessant, insofern die gemessenen Werte teils große Unterschiede zu den Tabellenwerten wiedergeben. Größtes Augenmerk wird auch auf den pH-Wert gelegt, der ab 7 aufgrund des Dissoziationsgleichgewichtes die Bildung von Ammoniak (NH<sub>3</sub>) aus dem Ammonium-Stickstoff (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ermöglicht (eg. STARZ 2017).

Für rinderhaltende Landwirte ist außerdem die Frage nach der Wertigkeit von Gülle als ihr Hauptdünger entscheidend. Fragen wie „zerstört die Gülle nach einigen Jahren meine Grasnarbe, und führt zu Verunkrautung?“ oder „ist die Phosphor- und Kaliumdüngung über die Gülle ausreichend?“ werden immer häufiger gestellt. Sowohl Bio- als auch konventionelle Betriebe beschäftigen sich zunehmend mit der Düngeplanung am Grünland, um so effizient wie möglich zu arbeiten. Der größte Unterschied zwischen den Wirtschaftsdüngern besteht in der Nährstoffwirkung. Während die Hauptnährstoffe Phosphor, Kalium, Kalzium und Magnesium in ihrer Wirkung den Mineraldüngern gleichgestellt werden (VOIGTLÄNDER & JACOB 1987), gibt es in der Wirksamkeit von Stickstoff große Unterschiede. Rindergülle hat ein ausgeglichenes Verhältnis von Ammonium- und organisch gebundenen Stickstoff, während letzterer im Mist einen höheren Anteil aufweist. Somit ist die langfristige Wirkung des Mistdüngers größer.

Häufig wird auf das hohe K- und relativ geringe P- und N-Angebot in der Rindergülle hingewiesen, als Hauptgrund für die Entstehung der unerwünschten krautreichen „Gülleflora“ (KUTSCHERA & SOBOTIK 1985). Heutzutage sieht man in der gestiegenen Nutzungshäufigkeit und der damit verbundenen Gefahr der Lückenbildung in der Grasnarbe den Hauptgrund für verunkrautete Bestände (BOHNER et al. 2011). Bei einem 3-jährigen Nutzungsintensivierungsversuch auf Goldhaferwiesen konnten nur geringe Unterschiede bei Gülle- zu Mistdüngung bei sachgerechter Ausbringung festgestellt werden. diese sind hauptsächlich auf die raschere N-Wirkung aus der Gülle zurückzuführen, wodurch das Ertragsniveau steigt (ANGERINGER et al. 2013).

Das Monitoring soll dazu dienen, Werte aus der Praxis als status quo darzustellen, und zu zeigen welche Maßnahmen von den Landwirten bereits gesetzt werden, um Nährstoffverluste aus der Gülle zu minimieren.

### Material und Methoden

Die Arbeitskreisberatung Milch, Mutterkuh und Rindermast bot den Mitgliedsbetrieben die Möglichkeit einer gemeinsamen Gülleuntersuchung mittels Schnelltest (NIRS, Fa. IPUS, Rottenmann) an. Zusätzlich ist diese auch Bestandteil der Bodenpraktiker Ausbildung für Grünlandbetriebe, die 2017 wieder in der Steiermark als Zertifikatslehrgang stattfand. Bei Arbeitskreistreffen informierte die Beratung hinsichtlich der Vorgangsweise bei der Probenziehung und über die untersuchbaren Parameter (Tabelle 1). Als Probemonate legten wir Februar bis März fest, um den

**Tabelle 1: Untersuchte Parameter mittels NIRS-Nanobag-Schnellanalyse (www.ipus.at)**

Parameter	Abkürzung	„grüner“ Bereich (IPUS)	Einheit
pH-Wert	pH	6,1 – 7,9	[-]
Gesamtstickstoff	Nges	< 3	[g/kg FM] = kg/m <sup>3</sup>
Ammonium	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	< 2	[g/kg FM] = kg/m <sup>3</sup>
Trockensubstanz	TS	40 - 80	[g/kg FM] = kg/m <sup>3</sup>
Organische TS	oTS	30 - 60	[g/kg FM] = kg/m <sup>3</sup>
Calciumoxid	CaO	0,2 - 2	[g/kg FM] = kg/m <sup>3</sup>
Magnesiumoxid	MgO	0,1 – 0,8	[g/kg FM] = kg/m <sup>3</sup>
Kaliumoxid	K <sub>2</sub> O	1 - 5	[g/kg FM] = kg/m <sup>3</sup>
Phosphat	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1 – 2,5	[g/kg FM] = kg/m <sup>3</sup>

verschiedenen klimatischen Bedingungen zwischen Süd- und Obersteiermark Rechnung zu tragen, da Anfang März einige Gruben noch gefroren waren.

Insgesamt konnten 118 Proben in der Auswertung berücksichtigt werden, von 98 Proben liegen außerdem Informationen zur Bewirtschaftung aus den Fragebögen auf. 96 Milchviehbetriebe (28 bio), 16 Mutterkuhbetriebe (13 bio) und 6 Rindermastbetriebe (1 bio) nahmen am Projekt teil. Die 42 Biobetriebe repräsentieren mit 36% etwa den derzeitigen Anteil an biologisch wirtschaftenden Betrieben in der Steiermark in den einzelnen Produktionszweigen. Die Betriebe sind über die gesamte Steiermark verteilt.

Zu beachten ist, dass Schnelltestverfahren auf Basis von Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) keine amtlich gültigen Ergebnisse liefern, das heißt die Parameter werden indirekt mit Hilfe von Regressionsformeln errechnet. Dadurch ergibt sich bei manchen Parametern zwangsläufig eine Unschärfe, je nach Zuverlässigkeit der Formel, wie etwa beim pH-Wert.

Die Auswertungen wurden rein deskriptiv mit Gruppenbildungen anhand vorhandener Daten zur Bewirtschaftung und Streudiagrammen durchgeführt. Die Durchführung statistischer Tests ist nicht möglich, da die Probeziehung nicht repräsentativ von den teilnehmenden Landwirten selber durchgeführt wurde. Aufgrund der vielfältigen Produktionsrichtungen und Stallsysteme ergeben sich auch große Unterschiede in den gemessenen Werten. Zur Vergleichbarkeit wurde die Betriebsergebnisse auf das Trockenmasse- Versuchsmittel von 5,8% eingestellt. Für die Berechnung des C/N-Verhältnisses wurde ein durchschnittlicher C<sub>org</sub>-Gehalt von 390g/kg TM angenommen (BOHNER A., mündl. Mittlg.).

### Betriebsstrukturen

Aufgrund der Vielzahl an teilnehmenden Arbeitskreisen und dem Bodenpraktiker-Lehrgang ergaben sich 6 ver-

**Tabelle 2: Gruppierung nach Betriebstypen, Milchleistung in kg produzierter Milch je Kuh und Jahr, nach Angabe Betriebsführer via Fragebogen.**

Betriebstyp	Merkmal	Anzahl	Bio	Low-Input (Milch)
Mutterkuh, Leistung 1	bis 6000kg	16	13	
Milch, Leistung 1	bis 6000kg	11	11	7
Milch, Leistung 2	6- 8000kg	17	11	3
Milch, Leistung 3	8- 10.000kg	34	4	0
Milch, Leistung 4	>10.000kg			0
Ochsenmast	nur Mast	3	1	
Stiermast	nur Mast	3	0	

schiedene Betriebsformen. Die Milchviehhalter wurden dabei in 4 Leistungsgruppen eingeteilt. Leistungsgruppe 1 besteht zum Großteil aus Teilnehmern des Arbeitskreises „Low-Input“, der 2016 in der Steiermark mit 19 Mitgliedern gegründet wurde. Die Zahl der Biobetriebe nimmt ab der Milch-Leistungsgruppe 2 deutlich ab, die Gruppe 4 und Stiermäster bilden rein konventionell wirtschaftende Betriebe (Tabelle 2).

## Ergebnis und Diskussion

### Überblick über die Daten

Auffallend große Spannen gibt es beim Gesamtstickstoff, sowie den Calcium, Kalium und Phosphor-Werten. Als konstant kann der pH-Wert gesehen werden (Tabelle 3).

Bei Standardisierung auf einen durchschnittlichen Trockenmassegehalt von 5,8 % werden die Unterschiede bei den Nährstoffen noch deutlicher. Jaucheähnliche Gülle mit hohem Harnanteil erreicht dabei hohe Stickstoffgehalte, während Proben aus Behältern mit viel Oberflächenwasser von Mistlagern und befestigten Ausläufen niedrige Nährstoffgehalte aufweisen, bei Phosphor manchmal an der Nachweisgrenze (Tabelle 4).

Auffallend sind die großen Unterschiede bei Kalk (CaO), was auf den weit verbreiteten Einsatz von Futterkalk und Kalk-Steinmehl im Stall zurückzuführen ist.

### Stickstoff

Der Gesamtstickstoffgehalt ist abhängig von Stallsystem, Betriebsform und Leistungsniveau. Bei den Leistungsgruppen 1 und 2, sowie Mutterkuh- und Ochsenmastbetrieben kommen aufgrund günstiger Umbaulösungen verschiedene Stallsysteme zum Einsatz. Die Milchleistungsgruppen 1 und 2 unterscheiden sich deshalb nur unwesentlich beim Stickstoffgehalt. Deutlich höhere Stickstoffwerte zeigen sich ab der Leistungsgruppe 3 und den Stiermältern, durchwegs Betriebe mit Vollspalten- Liegeboxensystem (Abbildung 1).

Betriebe mit Mist-Jauchesystem (Druckentmischung) zeigen hohe Ammoniumgehalte, während bei Auslaufsystemen und

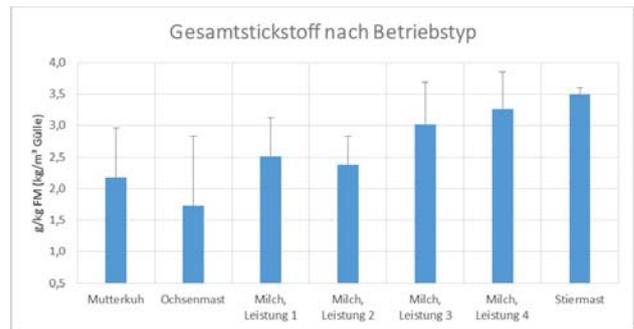


Abbildung 1: Mittelwerte und Standardabweichung von N<sub>ges</sub> nach Betriebstyp

Regenwassersammlung dieser Anteil deutlich sinkt. Ein negativer Zusammenhang besteht auch zwischen Gehalt an organischer Trockensubstanz und Ammoniumanteil (Abbildung 2). Bei Leistungsgruppe 1 und Mutterkuhhalter zeigt sich die größte Streuung, abhängig vom Stallsystem. Im Durchschnitt liegt dieser bei allen Leistungsgruppen bei rund 40%. Zusätzlich ist ein Teil des leicht verfügbaren Stickstoffes bereits bei der Lagerung verloren gegangen.

Betriebe mit Mist-Jauchesystem (Druckentmischung) zeigen hohe Ammoniumgehalte, während bei Auslaufsystemen und Regenwassersammlung dieser Anteil deutlich sinkt.

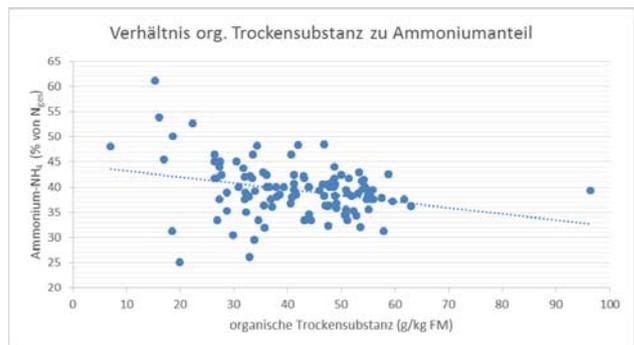


Abbildung 2: Zusammenhang Ammonium-Anteil und organische Trockensubstanz

Tabelle 3: Deskriptive Kennwerte im Gülleprojekt, sowie Vergleich mit „grünem“ Bereich Firma IPUS und Angaben aus den Richtlinien für die sachgerechte Düngung (BMLFUW 2006). Abweichende Werte fett.

in g/kg FM	pH	N <sub>ges</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	TS	oTS	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Mittelwert	7,2	2,8	1,1	58	42	6,0	0,8	3,1	0,9
Maximum	7,6	<b>5,1</b>	2,0	<b>128</b>	<b>96</b>	<b>21,7</b>	<b>14,7</b>	<b>6,1</b>	1,7
Minimum	6,8	<b>1,0</b>	<b>0,3</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	0,1	0,2	1,4	0,1
Spanne	0,8	<b>4,1</b>	1,7	113	89	21,6	14,5	4,7	1,6
<b>Bereich grün (IPUS)</b>	<b>6,1-7,9</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;2</b>	<b>40-80</b>	<b>30-60</b>	<b>0,2-2</b>	<b>0,1-0,8</b>	<b>1-5</b>	<b>0,1-2,5</b>
<b>SGD (BMLFUW, 2006)</b>		<b>2-3,9</b>		<b>50-100</b>				<b>3,3-6,5</b>	<b>1-2</b>

Tabelle 4: Deskriptive Kennwerte im Gülleprojekt, auf mittleren Trockenmassegehalt standardisiert (n=118). Abweichende Werte fett.

Standardisierung	pH	N <sub>ges</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	TS %	oTS	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	C/N
<b>In g/kg FM (5,8% TS)</b>										
Mittelwert	7,2	2,8	1,1	5,8	4,1	5,9	0,7	3,2	0,8	7
Maximum	7,6	9,5	4,6	5,8	5,7	21,8	0,9	11,1	1,5	11
Minimum	6,8	1,8	0,6	5,8	2,7	0,2	0,3	1,8	0,1	2
Spanne	0,8	7,8	4,0		3,0	21,6	0,7	9,3	1,4	9
<b>Bereich grün (IPUS)</b>	<b>6,1-7,9</b>	<b>&lt;3</b>	<b>&lt;2</b>	<b>4-8</b>	<b>3-6</b>	<b>0,2-2</b>	<b>0,1-0,8</b>	<b>1-5</b>	<b>0,1-2,5</b>	
<b>SGD (BMLFUW, 2006)</b>		<b>2-3,9</b>		<b>50-100</b>				<b>3,3-6,5</b>	<b>1-2</b>	

## Phosphor

Phosphor ist nach Stickstoff der wohl wichtigste und am meisten diskutierte Nährstoff in der Grünlandwirtschaft. Viele Studien zu Phosphorbilanzen kommen zum Schluss, dass bei entsprechenden Viehbeständen die Phosphorversorgung ausgeglichen ist (eg. LINDENTHAL 2010). Bodenuntersuchungen ergeben auf einem Großteil der Dauergrünlandbetriebe in der Steiermark niedrige Gehaltsklassen, was häufig im Widerspruch zur Düngung steht. Im Gülleprojekt steigt der Phosphorgehalt mit zunehmender Leistung (Abbildung 3). Die sehr niedrigen Phosphorgehalte sind jedoch auch auf das Stallsystem zurückzuführen. Bei Gülle (Jauche)-Mistsystemen bleibt das Phosphat als schwer löslicher Stoff in der festen Phase. Dies ist bei der Ausbringung und Düngelplanung zu berücksichtigen.

Im Allgemeinen kann festgehalten werden, dass die Phosphorgehalte beim Güllemonitoring unter den Werten von Wirtschaftsdüngertabellen liegen, mit  $P_2O_5$ -Konzentrationen um  $2 \text{ kg/m}^3$  (bei 11 % TM; im Versuch Mittel  $1,4 \text{ kg/m}^3$ ; DLG, 2005).

## Ausgebrachte Mengen – Düngelplanung

Stellt man die durchschnittlichen Werte je Leistungsgruppe mit praxisüblichen Ausbringungsmengen dar, werden Über- und Unterschreitungen der empfohlenen Mengen je Nährstoff rasch sichtbar (Tabelle 5). Ein Hochleistungsbetrieb (Gruppe 3 und 4) überschreitet bei einer ausgebrachten Menge von 20 bis  $30 \text{ m}^3$  rasch die empfohlene Stickstoffdüngemenge. Große Unterschiede ergeben sich auch bei den restlichen Nährstoffen. Deutlich werden potentielle Mängel bei Phosphor, bei 4 Nutzungen beträgt der Entzug  $90 \text{ kg/ha/J}$  (SGD 7.A.).

## Güllezusätze

27 Betriebe haben angegeben, Güllezusätze zu verwenden.

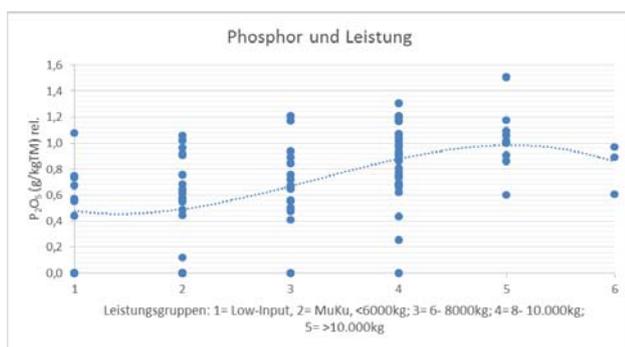


Abbildung 3: Phosphorgehalte (rel. auf 5,8% TM) in Abhängigkeit von der Leistungsgruppe

Davon entfiel der Großteil auf anorganische Zusätze (Steinmehle, Stall- und Tieranwendung) sowie organische Zusätze (Güllemax, etc.). 3 Betriebe setzten effektive Mikroorganismen ein, und 5 verwendeten sonstige Hilfsmittel wie informiertes Steinmehl. Nicht abgefragt wurde der Einsatz von kohlenurem Kalk und Futterkalk, diese werden aber verbreitet eingesetzt, wie aus den Tabellenwerten (Tabellen 3 und 4) zu entnehmen ist. Mit dieser geringen Anzahl an Daten sowie der Vielseitigkeit an Zusätzen sind seriöse Aussagen über ihre Wirkung aus dem Monitoring nicht möglich. Es wurden keine Zusammenhänge bei pH-Wert, Ammonium- und Gesamtstickstoff und Zusätzen festgestellt. Der positive Zusammenhang zwischen steigendem Ammonium-Anteil bei höherem pH-Wert lässt sich jedoch beobachten (Abbildung 4). Ansätze wie Verdünnung mit Regenwasser und verschiedenste physiologisch sauer wirkende Güllezusätze werden daher intensiv diskutiert (STARZ 2017).

## Schlussfolgerung

Die Vielzahl an freiwillig teilnehmenden Betrieben am Gülleprojekt zeigt die Aktualität und Brisanz des Themas Gülle in der Praxis. Die Landwirte haben ein großes Interesse daran, ihre Gülle als wichtigsten Wirtschaftsdünger so zu behandeln, dass die Nährstoffverluste so gering wie möglich sind, und damit gleichzeitig die Geruchsbelastung zu minimieren. Aufgrund der vielfältigen Produktionsrichtungen und Stallsysteme ergeben sich auch große Unterschiede in den gemessenen Werten. Die Wirtschaftsdüngeruntersuchung ist daher ein wichtiges Instrument, um die Düngelplanung am Betrieb zu optimieren. Aussagen zur Wirkung von Güllezusätzen können derzeit noch nicht getroffen werden. Aufgrund der vorliegenden Daten plant die steirische Grünlandberatung, einzelne Betriebe mit abweichenden Werten in einem Folgeprojekt erneut zu beproben, und die Maßnahmen in der Praxis näher zu beleuchten.

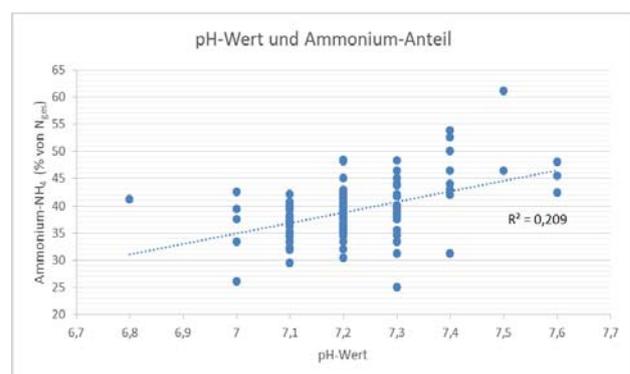


Abbildung 4: Zusammenhang pH-Wert und Ammoniumgehalt

Tabelle 5: Nährstoffsumme in Abhängigkeit von ausgebrachter Menge und Leistungsgruppe

Ausgebrachte Mengen in kg/ha	Gruppe 1			Gruppe 2			Gruppe 3			Gruppe 4		
	10 m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup>	30 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup>	30 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup>	30 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup>	30 m <sup>3</sup>
N <sub>ges</sub>	20	40	60	24	48	72	30	60	90	33	66	99
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7	14	21	7	14	21	10	20	30	11	22	33
K <sub>2</sub> O	29	58	87	29	58	87	32	64	96	30	60	90
CaO	56	112	168	44	88	132	63	126	189	86	172	258
MgO	5	10	15	6	12	18	8	16	24	8	16	24

Leistungsgruppen: 1= MuKu, Low-Input Milch, 2= 6000-8000kg, 3=8000-10.000kg, Stiermast, 4=>10.000kg

## Literatur

- Angeringer, W., Starz, W., Pfister, R., Rohrer, H. & G. Karrer (2013): Wirkung verschiedener Nutzungsintensitäten auf montane Goldhaferwiesen im Biolandbau. In: D. Neuhoff, C. Stumm, S. Ziegler, G. Rahmann, U. Hamm & U. Köpke (Hrsg.) (2013): Ideal und Wirklichkeit - Perspektiven Ökologischer Landwirtschaft. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 5. - 8. März 2013: 172-175.
- Bohner, A., Angeringer, W. & M. Sobotik (2011): Ist die Gülleflora heute noch ein Problem? In: Elsässer, M., Diepolder, M., Huguenin-Elie, O., Pötsch, E., Nußbaum, H. & J. Messner: Gülle 11: Gülle und Gärrestdüngung auf Grünland. Tagungsband S. 218-221.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, BMLFUW (2006): Richtlinien für die sachgerechte Düngung (6.A.), Wien 79pp.
- DLG (2005): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. DLG-Verlag, Frankfurt/M.
- Kutschera, L. & M. Sobotik (1985): Gülleflora – Unterschiede durch Klima und Boden. Nutzenanwendung der Pflanzensoziologie in der Praxis. Bericht über die 7. Arbeitstagung "Fragen der Güllerei", BAL Gumpenstein, S. 79-119.
- Lindenthal, T. (2010): Phosphorversorgung im Bio-Grünland unter Berücksichtigung von Standorten mit höheren pH-Werten. Vortrag im Rahmen der Fachtagung Phosphorbilanz im Biogrünland, 25.02.2010, Heffterhof, Slzbg.
- Starz, W. (2017): Gülle als wertvoller Wirtschaftsdünger im Bio-Grünland. ÖAG-Info 1/2017. Öst. Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG) Irdring, 12 S.
- Voigtländer, G. & H. Jacob (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer Stuttgart 480pp.



## Auswirkungen einer Düngung mit elementarem Schwefel am Dauergrünland auf Ertrag und Futterqualität

Stefanie Kiendler<sup>1,2\*</sup>, Walter Starz<sup>1</sup>, Rupert Pfister<sup>1</sup> und Hannes Rohrer<sup>1</sup>

### Zusammenfassung

Schwefel ist ein essentielles Mengenelement und daher unverzichtbar in der Pflanzenernährung. Da sich der Schwefeleintrag aus der Umwelt in den letzten 30 Jahren um ca. 80 % verringert hat, ist es notwendig die Versorgungsstufe der Grünlandbestände genauer zu betrachten und die Auswirkungen einer zusätzlichen Schwefeldüngung zu untersuchen. Dafür wurde eine einfaktorielle Blockanlage mit vierfacher Wiederholung angelegt, die vier Mal im Jahr geschnitten wurde. Der Schwefeldünger wurde in den Düngerstufen 0, 30, 60, und 90 kg/ha (Varianten S0, S30, S60 und S90) ausgebracht. Beim verwendeten Dünger „Sulfogüll plus“ der Firma BvG, lag der Schwefel in elementarer Form vor. Um Änderungen der Schwefelgehaltswerte im Boden festzustellen, wurde im Frühjahr und im Herbst 2016 eine Bodenbeprobung durchgeführt. Weiters wurden im Frühjahr 2016 und 2017 durch eine Pflanzenbonitur auf Artenebene, Änderungen im Pflanzenbestand erhoben.

Der Energieertrag, der Rohproteinertrag und der Weißkleebestand, zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Düngerstufen S0, S30, S60 und S90. Wenn auch nicht signifikant, lag die Variante S90 hinsichtlich des TM-Ertrages um 6,7 % über der Variante S0. Der durchschnittliche TM-Ertrag lag bei 12.213 kg/ha und Jahr. Allerdings waren beim NEL-Ertrag (p-Wert: 0,082) und beim XP-Ertrag (p-Wert: 0,088) Tendenzen zur positiven Wirkung des Schwefels erkennbar. So lag in der Variante S90 der NEL-Ertrag mit 74.355 MJ NEL/ha und Jahr um 7 % höher als in der Kontrollgruppe. Hinsichtlich des Pflanzenbestandes konnte nur die Gruppe der Gräser eine signifikante Zunahme zwischen den Artengruppenbonitierungen von 2016 auf 2017 verzeichnen. Die Zunahme des Weißkleebestandes durch die Schwefeldüngung zeigte hingegen keine Signifikanz. Der Schwefelgehalt des Grundfutters aller Parzellen lag in dem für Wiederkäuer optimalen Bereich (durchschn. 2,6 g/kg TM).

Da teilweise Tendenzen erkennbar waren und der eingesetzte elementare Schwefel längerfristig wirkt, sollten weitere Überprüfungen in längerfristig angelegten Versuchen vorgenommen werden.

**Schlagwörter:** Biologische Landwirtschaft, Milchkühe, Protein, Weißklee

### Summary

Sulfur is an essential macro element and therefore essential in plant nutrition. The sulfur input from the environment has decreased by approx. 80 % in the last 30 years. Therefore it is necessary to look more closely at the supply level of the grassland stocks and evaluate the need of an additional sulfur fertilization. To examine the need of a sulfur fertilization in grassland, a trial as single-factor block design with four replications was carried out. The four times cut permanent grassland was fertilized d. The sulfur fertilizer was applied four different levels 0, 30, 60 and 90 kg ha<sup>-1</sup> (variants S0, S30, S60 and S90). The used fertilizer „Sulfogüll plus“ from BvG supplied sulfur in elementary form. The soil from the trial plots was sampled in spring and autumn 2016 to determine changes in the sulfur content. In spring 2016 and 2017 also the botanical composition was rated.

The net energy yield (NEL), the crude protein (CP) yield and the cover of white clover showed no significant differences between the different fertilizer levels S0, S30, S60 and S90. Although variant S90 showed a 6.7 % higher dry matter (DM) yield than variant S0 but was not significant. The average DM yield was about 12,213 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. However, the NEL yield (p value: 0.082) and the CP yield (p value: 0.088) showed a positive trend to a sulfur fertilization. For example, in S90 variant the NEL yield of 74,355 MJ NEL ha<sup>-1</sup> and year was about 7 % higher than in the control group. Only the group of grasses significantly increased from 2016 to 2017. The sulfur fertilization showed no significant effect on the percentage cover of white clover. The sulfur content in average of all trial plots was in the ruminant optimum range (average 2.6 g kg<sup>-1</sup> TM).

As some trends were apparent and the elemental sulfur used reacts in the soil as a long-term fertilizer, further trials should be carry out.

**Keywords:** organic farming, dairy cows, protein, white clover

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

\* Ansprechpartner: Stefanie Kiendler, stefanie.kiendler@raumberg-gumpenstein.at

## Einleitung und Zielsetzung

Schwefel ist ein essentieller Pflanzennährstoff, der für das Wachstum der Pflanze notwendig ist. Vor allem bei der Proteinsynthese der Aminosäuren Cystein und Methionin ist der Schwefel unverzichtbar (MENGEL, 1961). Bis zum Beginn der 80er Jahre erfolgte der hauptsächlich Schwefeleintrag in der Landwirtschaft über die Emission von Schwefeldioxid aus schwefelhaltigen Brenn- und Treibstoffen der Industrie und dem Kleinverbrauch (ANDERL et al., 2016). Durch den Einbau von gesetzlich vorgeschriebenen Rauchgasentschwefelungsanlagen, sowie durch die Absenkung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten, konnte die umweltschädliche Emission deutlich gesenkt werden (HAGEL, 2000). So konnte in Österreich die Schwefeldioxid Emission um 78 % reduziert werden (ANDERL et al., 2016). Der derzeitige Schwefeleintrag aus der Umwelt wird mit 10 kg/ha angegeben (AMLINGER et al., 2006, HU et al., 2005). Demgegenüber stehen die in dem vorliegenden Versuch festgestellten Entzüge über das Erntegut von 32 kg/ha und Jahr.

Ziel dieser Arbeit war es, eventuelle Mängel in den Schwefelgehaltswerten im Grünland aufzuzeigen bzw. herauszufinden ob sich eine zusätzliche Schwefeldüngung positiv auf den Pflanzenbestand und in weiterer Folge auf den Ertrag auswirkt. Zur Überprüfung des Einflusses des Schwefels auf den Boden, wurde eine Schwefelbilanzierung erstellt und mittels Bodenbeprobungen kontrolliert. Weiters wurde die Wirkung des Schwefels auf den Trockenmasse-Ertrag, den Energie-Ertrag, den Rohprotein-Ertrag sowie den Einfluss auf den Pflanzenbestand untersucht.

## Material und Methoden

Im Versuchsjahr 2016 wurde am Dauergrünland des Bio-Institutes der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, auf einer Seehöhe von 740 m, mit einem Jahresniederschlag von 1.014 mm und einer Jahresdurchschnittstemperatur von 7° C eine einfaktorielle, randomisierte Blockanlage in vierfacher Wiederholung angelegt. Die 16 Parzellen hatten jeweils eine Größe von 4 mal 4 Metern. Die unterschiedlichen Schwefeldünger-Niveaus mit 0, 30, 60 und 90 kg/ha, stellten die vier Untersuchungs-Varianten S0, S30, S60 und S90 dar. Zum Einsatz kam ein in elementarer Form vorliegender Schwefeldünger („Sulfogüll plus“ der Firma BvG). Im Zuge der ersten Gülleausbringung wurde der mehligere Dünger in die Gülle eingerührt und im Anschluss auf den Parzellen mittels spezieller Gülle-Gießkannen ausgebracht. Alle Parzellen wurden neben der Schwefeldüngung noch mit 150 kg/ha Stickstoff in Form von Rindergülle gedüngt. Die Gülledüngung der Versuchspartellen erfolgte in fünf Gaben. Die Parzellen wurden vier Mal mit einem Einachsmäher auf eine Schnitthöhe von 7 cm geschnitten, zusammengereicht und einzeln gewogen. Aus dem Futter jeder Parzelle wurden mittels Probenstecher eine Mischprobe gezogen. Ein Teil des Materials wurde zur Erhebung der Trockenmasse (TM) herangezogen. Dies erfolgte in zweifacher Wiederholung, wobei jeweils 100 g eingewogen und bei 105° C für 48 h im Trockenschrank getrocknet wurden. Der Rest der Futterproben wurde schonend bei 30° C, im

Trockenschrank getrocknet, vermahlen und im chemischen Labor der HBLFA Raumberg-Gumpenstein weiter untersucht. Im Labor wurden eine Weender Futtermittelanalyse, sowie eine Analyse der Gerüstsubstanzen, der Mineralstoffe und der Spurenelemente durchgeführt. Die Energiewerte in MJ NEL, wurden aus den in der Analyse erhobenen Rohnährstoffen, mittels Regressionsgleichung berechnet (BMLFUW, 1997).

Um die Ausgangssituation festzustellen, wurde zu Beginn des Versuches im Frühjahr 2016 eine Artenbonitur des Pflanzenbestandes vorgenommen. Um etwaige Änderungen bzw. Beeinflussungen im Pflanzenbestand zu dokumentieren, wurde die Artenbonitur im Frühjahr des Folgejahres 2017 wiederholt. Um Veränderungen der Lückigkeit, dem Gräseranteil und im Anteil an Kräutern und Leguminosen zu dokumentieren, wurde vor den Ernteschnitten, eine zusätzliche Artengruppenbonitur durchgeführt. Die Bonituren erfolgten nach der Methode der wahren Deckung (SCHECHTNER, 1958).

Zur Ermittlung des Schwefelumsatzes auf den Flächen diente eine Schlagbilanzierung (siehe Tabelle 1).

Zur Messung von Veränderungen des Schwefelgehaltes im Boden, wurden zu Beginn des Versuches sowie im Herbst nach dem letzten Ernteschnitt, Bodenproben gezogen. Die Probenahme erfolgte mittels Bodenprobenstecher bis zu einer Tiefe von 10 cm. Es wurden 10 Proben je Parzelle gezogen, getrocknet, gesiebt und die daraus resultierende Mischprobe (AMLINGER et al., 2006) an die AGES zur Analyse geschickt.

Die statistische Auswertung der normalverteilten Versuchsdaten wurde mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 vorgenommen. Es wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mittels der SAS-Anwendung „Procedure Mixed“ durchgeführt. Als fixe Effekte wurden die Varianten (S0-S90), die Wiederholung, der Termin und die Versuchsspalten herangezogen. Als zu-

**Tabelle 1: Input- und Outputparameter die die Flächenbilanz des Schwefels beeinflussen**

Input	Output
+ S aus Gülle	- S-Gehalt Erntegut
+ S-Dünger	- Auswaschung
+ nasse Deposition	
Flächenbilanz	

**Tabelle 2: Der Zeitplan mit den dazugehörigen Maßnahmen des Versuchsjahres 2016**

	2016				
	April	Mai	Juli	August	September
<b>Bodenbeprobung</b>	7.				24.
<b>Ernte u. Artengruppenbestimmung</b>	1. Aufwuchs	23.	5.	18.	23.
	2. Aufwuchs				
	3. Aufwuchs				
	4. Aufwuchs				
<b>Sulfogüll Düngung</b>	14.				
<b>Artenbonitur</b>		6.			
<b>Düngung</b>	Frühjahr	14.			
	nach 1. Schnitt		24.		
	nach 2. Schnitt			7.	
	nach 3. Schnitt				29.
	nach 4. Schnitt				26.

fällig (random) wurden die Wiederholungen und die Spalten des Versuches angenommen. Das Signifikanzniveau wurde mit  $\alpha \leq 0,05$  festgesetzt.

Die Daten werden als Least Square Means (LSMEANS) mit dem Standardfehler (SEM) dargestellt. Für den paarweisen Mittelwertsvergleiches, wurde der Tukey-Test angewendet.

Die durchgeführten Maßnahmen mit den zugehörigen Durchführungszeiten sind in Tabelle 2 aufgelistet.

## Ergebnisse und Diskussion

Der durchschnittliche Jahrestrockenmasseertrag der Varianten S30-S90 lag bei 12.338 kg/ha und Jahr. Dies entsprach einem Mehrertrag von 501 kg TM/ha und Jahr, im Gegensatz zur Kontrollvariante (S0). Mit einem p-Wert von 0,190 konnte in diesem Fall jedoch keine signifikante Wirkung des Schwefels auf den TM-Ertrag festgestellt werden (Tabelle 3 und Abbildung 1).

Vergleicht man die Variante S0 mit der Variante S90, errechnet sich ein Mehrertrag von 790 kg/ha und Jahr (Abb.1). Wenn auch nicht signifikant, lässt sich diese Ertragssteigerung mit einem Versuch von Böhm (2013) untermauern, welcher durch die Düngung von Magnesiumsulfat ( $MgSO_4$ ), mit den Düngerstufen 30 bzw. 60 kg/ha, einen signifikant höheren TM-Ertrag im Vergleich zur Referenzfläche erzielte. Der Schwefel im Versuch von Böhm (2013) lag in pflanzenverfügbarer Sulfat-Form vor, wodurch sich ein signifikantes Ergebnis schon im ersten Versuchsjahr erklären lassen könnte.

Durch die immer höher werdenden Milchleistungen und dem damit verbundenen erhöhten Proteinbedarf der Tiere, ist es umso wichtiger hohe Proteingehalte aus dem Grundfutter zu erzielen (Resch und Gruber, 2015). Unter Berücksichtigung des Kostenfaktors der Proteinversorgung, ist es vor allem in der Biologischen Landwirtschaft von größter Bedeutung, die bestmögliche Qualität aus dem Grundfutter zu erzielen und somit die Kosten des Futterzukaufes zu minimieren (Velik und Knaus, 2007). Der Rohproteintrag des Jahres 2016, zeigte einen Anstieg von 1.857 auf 2.041 kg/ha von der Variante S0 auf S90 (Tabelle 4 und Abbildung 1). Das entspricht einem Plus von 184 kg XP/ha und Jahr. Statistisch gesehen lässt sich eine tendenzielle (p-Wert: 0,088) Verbesserung des XP-Ertrages durch die Düngung mit elementarem Schwefel erkennen.

Der durchschnittliche XP-Ertrag der Schwefelvarianten (S30-S90) war um 6,7 % höher als der XP-Ertrag der Kontrollvariante (S0). Diese Entwicklung lässt sich durch schwefelhaltige Aminosäuren, deren Zunahme durch die

**Tabelle 3: Der Trockenmasseertrag der vier getesteten Varianten in kg/ha und Jahr**

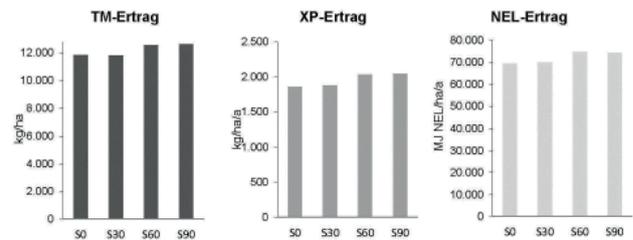
Merkmal	Variante				SEM	p-Wert
	S0	S30	S60	S90		
TM Ertrag, kg/ha	11.837	11.811	12.575	12.627	320	0,190

**Tabelle 4: Der Rohproteintrag der vier getesteten Varianten in kg/ha und Jahr**

Merkmal	Variante				SEM	p-Wert
	S0	S30	S60	S90		
XP Ertrag, kg/ha/a	1.857	1.874	2.029	2.041	56	0,088

**Tabelle 5: Der Nettoenergie Laktations-Ertrag in Megajoule pro Hektar und Jahr der vier getesteten Varianten**

Merkmal	Variante				SEM	p-Wert
	S0	S30	S60	S90		
NEL Ertrag, MJ/ha/a	69.285	70.057	74.742	74.355	1.610	0,082



**Abbildung 1: Die TM-Erträge, XP-Erträge und NEL-Erträge aller vier getesteten Varianten aufgetragen in einem Säulendiagramm**

Schwefeldüngung begünstigt wird (MENGEL, 1961), und welche zur Bildung von Proteinen führen (ABROL und AHMAD, 2013), erklären. Ein weiterer Grund für die positive Entwicklung des XP-Ertrages, könnte in der besseren symbiotischen Stickstofffixierung der Leguminosen liegen, welche maßgeblich vom Vorhandensein des Schwefels beeinflusst wird (BOTHE et al., 1983). Weiters lassen sich die erhöhten XP-Erträge durch einen Schwefeldüngerversuch von FISCHINGER et al. (2011) untermauern. In diesem Versuch konnten erhöhte Stickstofffixierungen festgestellt werden und in Folge dessen, einen 70 % höheren Stickstoffgehalt im Erntegut erzielen.

Neben dem TM-Ertrag und dem XP-Ertrag sind auch die Energiekonzentrationen von größter Bedeutung. In der Milchviehfütterung wird der Energiegehalt des Futters in MJ NEL angegeben. Der MJ NEL-Gehalt spiegelt sowohl den Energiebedarf für die Laktation sowie den Erhaltungsbedarf einer Milchkuh wieder (KIRCHGEßNER et al., 2014). Durch die Düngung mit elementarem Schwefel, zeigte der Jahresenergieertrag an MJ NEL der einzelnen Varianten, eine positive Tendenz (p-Wert: 0,082). Die Versuchspartikeln S90 hatten einen um 5.070 MJ NEL/ha höheren Ertrag pro Jahr als die Referenzpartikeln S0 (Tabelle 5 und Abbildung 1). Die Durchschnittserträge der Schwefeldüngervarianten (S30-S90) sind im Schnitt um 5,4 % höher als die Energie-Erträge der Kontrollgruppe (S0). Diese tendenziell besseren Energie-Erträge aus den Düngervarianten gehen mit einer Studie von DIEPOLDER et al. (2006) einher. Hierbei wurden signifikant höhere Energie-Erträge in Düngervarianten mit schwefelhaltigem Mineraldünger im Vergleich zu ungedüngten oder nur mit Rindergülle und Stallmist gedüngten Referenzflächen erzielt.

Im Schwefelgehalt des Grundfutters, waren weder signifikante noch tendenzielle Veränderungen erkennbar (Tabelle 6).

Die Grenzwerte für den Bedarf und die Überversorgung mit Schwefel in der Wiederkäuerernährung sind sehr knapp gehalten. Underwood (1999) geht von einem Schwefelbedarf von 1 bis 1,5 g/kg TM aus. Das NRC (2001) erhöht diese Annahme auf 2 g/kg TM (Tabelle 7).

Mit dem Schwefelgehaltswert von 2,6 g/kg TM, erfüllten die Proben aus diesem Versuch somit den geforderten Bedarf.

Tabelle 6: Die Schwefelgehaltswerte der vier getesteten Varianten in g/kg TM des Erntegutes

Merkmal	Variante								p-Wert
	S0		S30		S60		S90		
S g/kg	lsmean	SEM	lsmean	SEM	lsmean	SEM	lsmean	SEM	0,9924
	2,619	0,049	2,610	0,054	2,625	0,049	2,633	0,055	

Tabelle 7: Die Schwefelbedarfswerte einer Milchkuh nach Wall (2015)

	Bedarf	Übersversorgung
Laktierende Kuh	2 g/kg TM*	4 g/kg TM**

\*(NRC, 2001)

\*\*(Puls, 1994)

Eine Übersversorgung ist selbst bei der höchsten Düngerstufe nicht zu befürchten.

DIRKSEN et al. (2006) gehen in ihrer Arbeit von einem Schwefelbedarf für Wiederkäuer von 50-70 mg/kg Lebendmasse (LM) aus. Laut der Zentralen Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter (ZAR), liegt das durchschnittliche Gewicht der österreichischen Holstein Friesian (HF) Kuh bei 775 kg. Eine HF-Kuh hätte demnach einen durchschnittlichen Schwefelbedarf von 46,5 g/Tag.

Gruber et al. (2006) gehen bei ihrem Versuch zur Bestimmung der TM-Aufnahme von Milchkuhen mittels Regressionsgleichung bei einer HF-Kuh mit einer Milchleistung von 30 kg pro Tag, in der 3. Laktation am 140. Laktationstag bei einem hohen Managementniveau, von 20,9 kg TM Futteraufnahme aus, wobei 13,9 kg TM auf das Grundfutter fallen. Mit dem Schwefelgehaltswert aus diesem Versuch von 2,6 g Schwefel/kg TM, würden rein aus dem Grundfutter tägliche Schwefelmengen von 36,14 g anfallen. Das bedeutet, dass 77,7 % des Schwefelbedarfs über das Grundfutter, welches 66,5 % in der Gesamtration ausmacht, gedeckt werden. Die übrigen Rationsbestandteile (33,5 %) müssten somit einen Mindestgehalt von 1,48 g/kg TM aufweisen um den von DIRKSEN et al. (2006) beschriebenen Bedarf zu decken.

Bei der statistischen Auswertung der Wechselwirkung Jahr mal Variante, konnte hinsichtlich der Artengruppe der Gräser ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Gräser haben vom Jahr 2016 auf das Jahr 2017 und zwischen den Düngerstufen signifikant zugenommen. Bei allen anderen Artengruppen konnten keine signifikanten Abweichungen zwischen den Jahren und der Düngerstufe gemessen werden.

Aufgrund des positiven Einflusses von Schwefel auf das Wachstum der Spross- und Wurzelmasse bei Leguminosen (ROBSON et al., 1995), wurde die Hypothese einer positiven Wirkung des Schwefels auf den Weißkleebestand aufgestellt. Es konnte bezüglich des Weißkleebestandes allerdings kein signifikanter Unterschied zwischen den unterschiedlichen Düngerstufen und den aufeinanderfolgenden Jahren festgestellt werden. Wie schon erwähnt könnte

der Grund hierfür wiederum in der langsam fließenden Schwefelquelle des verwendeten Düngers liegen (WEN et al., 2003). Ein ähnlich angelegter Versuch in Deutschland überprüfte in einem Luzerne-Klee grasbestand die Wirkung der Schwefeldüngung auf den Anteil der Leguminosen im Bestand. Auch hier wurde keine signifikante Wirkung des Schwefels beschrieben. Dennoch wurde darauf hingewiesen, dass der TM-Ertrag der Leguminosen im Vergleich zu den Kontrollgruppen, signifikant höher war (FISCHINGER et al., 2011).

Laut Schwefelbilanzierung kommt es ohne Zugabe von Schwefel zu einem jährlichen Entzug des Schwefels von rund 15 kg Schwefel/ha und Jahr und somit zu einer Ausdünnung der Schwefelgehaltswerte im Boden. Alle in diesem Versuch gewählten Schwefelgaben haben theoretisch eine Aufdüngung zur Folge. Dieser berechnete Effekt zeigt sich numerisch auch in den Bodenprobenergebnissen. Alle Parzellen die mit Sulfo güll behandelt wurden, zeigten eine Erhöhung des Schwefelgehaltes im Boden. Gegen die Erwartung, die aus der Schwefelbilanzierung hervorging, kam es in der Variante S0 zu keiner Ausdünnung des Schwefelgehaltes. Auch in der Variante S0 wurde Schwefel in der Bodenmatrix angereichert (Tabelle 10).

Die Ausdünnung des Schwefelgehaltes des Bodens, welche aus der Bilanzierung hervorgingen, konnten mit den Probeergebnissen nicht bestätigt werden.

Im Allgemeinen kam es über alle Varianten hinweg, zu einer signifikanten Erhöhung der Schwefel- und der Sulfatgehalte (Tabelle 11).

In einem Lysimeterversuch von HERNDL et al. (2009), wurde angemerkt, dass die Hauptniederschlagsmengen über die Wintermonate anfallen (HERNDL et al., 2009). Bei der Schlagbilanzierung wurde nur die Deposition während der Vegetationsperiode berücksichtigt, da sich die Berechnung sowie die Ziehung der Bodenproben auf diesen

Tabelle 9: Die summierten Inputfaktoren und abgezogenen Outputfaktoren der vier getesteten Varianten zusammengefasst in einer Schlagbilanzierung in kg/ha

Variante		S0	S30	S60	S90
+ Gülle	kg/ha	16,2	16,2	16,2	16,2
+ Anorganischer Dünger	kg/ha	0,0	30,0	60,0	90,0
+ Nasse Deposition	kg/ha	4,0	4,0	4,0	4,0
- Erntegut	kg/ha	30,8	30,8	32,7	33,0
- Auswaschung	kg/ha	4,0	4,0	4,0	4,0
= Saldo	kg/ha	-14,7	15,4	43,5	73,2

Tabelle 8: Die Veränderung des Pflanzenbestandes von 2016 auf 2017 zwischen den vier getesteten Varianten

Merkmal	S0		S30		S60		S90		p-Wert
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	
Weißklee	4,5	3,3	5,3	4,8	5,8	5,8	6,0	3,8	0,505
Leguminosen	4,8	6,3	6,1	4,6	4,5	3,0	6,2	4,2	0,104
Gräser	86,0 <sup>bc</sup>	87,5 <sup>bc</sup>	84,5 <sup>cd</sup>	89,3 <sup>ab</sup>	86,3 <sup>bc</sup>	91,8 <sup>a</sup>	81,8 <sup>d</sup>	89,0 <sup>ab</sup>	0,020
Kräuter	6,3	5,8	6,2	4,7	6,8	4,5	8,3	6,3	0,513

Tabelle 10: Die Schwefelgehaltswerte aller vier getesteten Varianten vom Frühjahr und vom Herbst 2016 in mg/kg Feinboden

	S0		S30		S60		S90		p-Wert
	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017	
Schwefel mg/kg	597,2	669,4	657,9	713,5	667,0	736,5	625,8	708,7	0,872

Tabelle 11: Die Bodenbeprobungsergebnisse des Frühjahres und des Herbstes nach der Königwassermethode in mg/kg Feinboden

	Frühjahr	Herbst	SEM	p-Wert
Schwefel, mg/kg	637,0 <sup>b</sup>	707,0 <sup>a</sup>	19,693	<,0001
Sulfat, mg/kg	23,9 <sup>b</sup>	56,4 <sup>a</sup>	1,498	<,0001

Zeitraum bezogen hatten. Durch diesen Sachverhalt wird die Menge an Schwefel, der über die nasse Deposition auf die Fläche eingebracht wird, deutlich unterschätzt. Weiters sind Bodenbeprobungen nur eine Momentaufnahme der Bodenmatrix, welche um aussagekräftige Daten über die Wirkung des Schwefels zu liefern, öfter wiederholt werden müssten. Somit kam man zu dem Schluss, dass die nassen Deposition der Wintermonate und somit auch das Nachlieferungsvermögen des Bodens bei der Schlagbillanzierung unterschätzt wurden. Diese genannten Gründe könnten die widersprüchlichen Ergebnisse der Bodenprobenergebnisse begründen, dass es auch ohne zusätzliche Schwefeldüngung zu keiner Ausdünnung des Bodens kommt.

## Schlussfolgerung

Auch wenn die Schwefeldüngung bezüglich des TM-Ertrages und des Schwefel-Gehaltes im ersten Jahr keine signifikanten Ergebnisse lieferten, ließen sich dennoch Tendenzen in den Bereichen XP-Ertrag und NEL-Ertrag erkennen. Erklären lassen sich diese Ergebnisse mit der Wirkung des elementaren Schwefels, welcher zuerst durch die Bodenmikroben oxidiert werden müssten um Pflanzenverfügbar zu werden (WEN et al., 2003).

Zur besseren Beurteilung einer möglichen langfristigen Wirkung des Schwefels, wurde der beschriebene Versuch im Jahr 2017 fortgesetzt.

## Literatur

- ABROL, Y.P., AHMAD, A., 2003: Sulphur in plants. Springer Science & Business Media.
- AMLINGER, F., BÄCK, E., BUCHGRABER, K., DACHLER, M., DERSCH, G., 2006: Richtlinie für die Sachgerechte Düngung. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6. Auflage. BMLFUW, Wien.
- ANDERL, M., GANGL, M., HAIDER, S., MOOSMANN, L., PAZDERNIK, K., POUPA, S., SCHIEDER, W., STRANNER, G., ZECHMEISTER, A., 2016: Emissionstrends 1990-2014. Umweltbundesamt GmbH, Wien.
- BOTHE, H., YATES, M.G., CANNON, F.C., 1983: Physiology, biochemistry and genetics of dinitrogen fixation. In: Inorganic Plant Nutrition. Springer, pp. 241-285.
- BÖHM, H., 2013: Auswirkungen einer Schwefeldüngung auf den Ertrag und die Nährstoffzusammensetzung eines Kleeergrasbestandes.
- DIEPOLDER, M., JAKOB, B., HEIGL, L., 2006: Untersuchungen zur Schwefelbelastung des Sickerwasser unter Dauergrünland. 50. Tagungsband 170-173.
- DIRKSEN, G., GRÜNDER, H.D., STÖBER, M.H., 2006: Innere Medizin und Chirurgie des Rindes [Internal medicine and surgery of bovine animals]. Parey in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG Stuttgart, Stuttgart.
- FISCHINGER, S.A., BECKER, K., LEITHOLD, G., 2011: Auswirkungen unterschiedlicher S Versorgungszustände auf den N Flächenertrag eines Luzerne-Kleeergrasbestandes.
- GRUBER, L., PRIES, M., SCHWARZ, F.J., SPIEKERS, H., STAUDA-CHER, W., 2006: Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh. DLG-Information 1, 1-29.
- BMLFUW, 1997: Interpolation der Verdauungskoeffizienten von Grundfuttermitteln der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. Aktualisiertes Arbeitspapier der ÖAG-Fachgruppe Fütterung über die Grundlagen zur Berechnung der Verdaulichkeit und des UDP-Gehaltes auf der Basis der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (7. Auflage 1997).
- HERNDL, M., BOHNER, A., KANDOLF, M., 2009: Gebirgs-Lysimeterstation am Stoderzinken-Erste Ergebnisse. na.
- HU, Z.Y., ZHAO, F.J., MCGRATH, S.P., 2005: Sulphur fractionation in calcareous soils and bioavailability to plants. Plant and soil 268, 103-109.
- KIRCHGEBNER, M., STANGL, G., SCHWARZ, F., ROTH, F., SÜDEKUM, K.-H., EDER, K., 2014: Tierernährung. DLG- Verlag GmbH, Frankfurt am Main.
- KOCH, C., LEHNEN, S., ROMBERG, F.J., STEINGAB, H., DUSEL, G., POTTHAST, C., SÜDEKUM, K.H.: Einsatz von Trockenschlempe (DDGS) und freien Aminosäuren (AS) in der Milchviehfütterung.
- MENGEL, K., 1961: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze.
- NRC, 2001: Nutrient requirements of dairy cattle, Washington, D.C.: National Academy Press. Volume 7. 131-132; 181-182.
- PULS, R., 1994: Mineral levels in animal health. Diagnostic data. Sherpa International. British Columbia, Canada.
- RESCH, R., GRUBER, L., 2015: Proteinfractionen von Dauerwiesenfutter in Abhängigkeit von Konservierungsverfahren und Lagerungsdauer. 42. Viehwirtschaftliche Fachtagung 25, 26, HBLFA Raumberg-Gumpenstein.
- ROBSON, A.D., OSBORNE, L.D., SNOWBALL, K., SIMMONS, W.J., 1995: Assessing sulfur status in lupins and wheat. Animal Production Science 35, 79-86.
- SCHECHTNER, G., 1958: Grünlandsoziologische Bestandsaufnahme mittels „Flächenprozenschätzung“. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau 105, 33-43.
- VELIK, M., KNAUS, W., 2007: Optimierung der Proteinversorgung und Futterverwertung von Milchkuhen im ökologischen Grünland Österreichs, Online-Fachzeitschrift des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- WEN, G., SCHOENAU, J.J., MOOLEKI, S.P., INANAGA, S., YAMAMOTO, T., HAMAMURA, K., INOUE, M., AN, P., 2003: Effectiveness of an elemental sulfur fertilizer in an oilseed-cereal-legume rotation on the Canadian prairies. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 166, 54-60.



# Kräuteretablierung in einer Kurzrasenweide - Ergebnisse nach zwei Jahren

Stefan Huber<sup>1\*</sup> und Martina Hofmann<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Die Grünlandbestände von Kurzrasenweiden sind in der Regel vergleichsweise artenarm. Im Versuch sollte geprüft werden, ob sich futterbaulich wertvolle Grünlandkräuter mit praxisrelevanten Methoden in einer Kurzrasenweide etablieren lassen. Zur Beantwortung dieser Frage wurden auf einer langjährig als Kurzrasenweide mit Milchkühen genutzten Grünlandfläche Ende Mai fünf Wildpflanzenarten (Schafgarbe, Wiesenflockenblume, Hornklee, Spitzwegerich, Großer Wiesenknopf) entweder als Jungpflanzen in die etablierte Grasnarbe gepflanzt oder als Samen über die dichte bzw. vertikutierte Grasnarbe per Hand übersät. Zur Beschreibung der Konkurrenzkraft der etablierten Grasnarbe wurde die tägliche Zuwachsrate, die Grastriebichte sowie die Lückigkeit erfasst. Nach zwei Jahren war die Überlebensrate der gepflanzten Grünlandkräuter mit 52 und 59 % bei Spitzwegerich bzw. Flockenblume am höchsten und mit 21 und 38 % bei Hornklee bzw. Schafgarbe am geringsten. In den übersäten Parzellen hatten Flockenblume und Spitzwegerich mit rund 4 % der übersäten Samen die höchsten Etablierungsraten; vom Großen Wiesenknopf etablierte sich keine Pflanze.

*Schlagwörter:* Artenanreicherung, Futterkräuter, Pflanzung, Übersaat, Biodiversität

## Summary

Grassland swards of continuously stocked pastures are generally low in species richness. In this trial, it should be examined if valuable grassland forbs can be established with practice-relevant methods in a severely continuously grazed sward. In order to answer this question, five species of wild plants (common yarrow, brown knapweed, common birdsfoot trefoil, ripwort plantain, great burnet) were either planted as seedlings into the established sward or seeds were spread over the dense sward by hand. On half of the plots the sward was disturbed by harrowing before oversowing thereby reducing sward density by 10 %. Before start of the experiment the grassland had been used for many years as continuously stocked pasture by lactating cows. Two years after start of the experiment, survival rate of planted forbs were highest in brown knapweed and common yarrow with 52 and 59 %, respectively. Lowest survival rates were found for great burnet (21 %) and birdsfoot trefoil (38 %). In those plots where forbs had been oversown, brown knapweed and ripwort plantain had the highest establishment rate with around 4 % of the sown seeds. No plant of great burnet established in the sward.

*Keywords:* species enrichment, grassland forbs, planting, oversowing, biodiversity

## Einleitung

Das Grünland prägt entscheidend das Bild der bayerischen Kulturlandschaft im Voralpen- und Alpenraum. Die Grünlandbewirtschaftung leistet dort vielfältige Ökosystemfunktionen, zu denen neben der Futtererzeugung auch der Erhalt einer hohen Artenvielfalt sowie der Schutz von Boden und Gewässer gehört. Darüber hinaus besitzt sowohl Milch als auch Fleisch von Kühen, die als Futtergrundlage frisches Weidegras fressen, eine sehr hohe Qualität (Steinwider & Starz, 2015) und nicht zuletzt wirkt sich die Weidehaltung auch positiv auf das Landschaftsbild und den damit verbundenen Tourismus aus.

Um die Wettbewerbsfähigkeit der Weide zu erhalten, ist es wichtig den Kühen qualitativ hochwertigen Aufwuchs auf der Weide anzubieten. Dies wird durch eine zunehmend intensivere Nutzung mit häufiger Entblätterung erzielt, die in sehr jungem, energiereichen Futter, aber vergleichsweise artenarmen grasdominierten Grünlandbeständen resultiert. Vor allem die nicht so konkurrenzstarken und tritt- sowie verbissemppfindlichen Grünlandkräuter sind nur noch selten in intensiven Weidenarben vorhanden. Da vielen Kräutern

nur eine mittlere bis geringe Futterwertzahl nach Klapp zugeordnet ist, werden diese häufig in der Praxis als unerwünscht angesehen. Jedoch sind wertvolle Futterkräuter wichtig, da sie für die Rinder neben appetitanregenden Eigenschaften auch natürliche heilungs- oder gesundheitsfördernde Stoffe enthalten können. Gerade in jungen Stadien des Aufwuchses werden sie von den Tieren auch gerne gefressen. Im Sinne der ökologischen Nachhaltigkeit ist es besonders wichtig, die Artenvielfalt unserer Grünlandflächen zu erhalten und zu fördern, um die vielfältigen Funktionen von Flora und Fauna zu ermöglichen.

In der hier vorgestellten Arbeit auf einem ökologisch wirtschaftenden Betrieb wurde untersucht, ob und in welchem Maße Grünlandkräuter in einer Kurzrasenweide etabliert werden können.

## Material und Methoden

### *Standort und Pflanzenbestand*

Der Versuch wurde auf einem biologisch wirtschaftenden Betrieb im voralpinen Hügelland in Bayern (Landkreis

<sup>1</sup> Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Am Staudergarten 1, D-85356 Freising

\* Ansprechpartner: Stefan Huber, [st.huber@tum.de](mailto:st.huber@tum.de)

Berchtesgadener Land) auf 458 m Seehöhe durchgeführt. Im langjährigen Mittel hat der Standort eine Jahresdurchschnittstemperatur von 8,9 °C und eine Jahresniederschlagsmenge von 1141 mm (Wetteronline, 2015). Die Versuchsfläche ist ein ca. 25 Jahre altes Dauergrünland. Die Bodenart ist lehmiger Sand. In den letzten fünf Jahren wurde die Wiesenrispe im zweijährigen Rhythmus durch eine Übersaat zur Narbenverbesserung nachgesät. Die Grasnarbe wurde zu Beginn der Untersuchungen von den drei für intensive Weide sehr erwünschten Pflanzenarten Wiesenrispe (35 %), Deutsches Weidelgras (11 %) und Weißklee (25 %) dominiert; daneben kamen in nennenswerten Anteilen noch Gemeine Rispe (11 %) und Löwenzahn (5 %) vor. Der junge Grasaufwuchs auf der Kurzrasenweide hatte im Juni mit knapp 7 MJ NEL/kg TM bei 16,4 % Rohprotein und 19,5 % Zucker eine sehr gute Futterqualität.

### Auswahl der Kräuter

Die für den Etablierungsversuch ausgewählten Kräuter zeichnen sich durch die in Tabelle 1 aufgeführten Eigenschaften aus. Gerade in jungen Entwicklungsstadien ist bekannt, dass einige Kräuter noch sehr gerne gefressen werden. Dieses war auch für die Praxistauglichkeit entscheidend.

### Versuchsvarianten

Zwei unterschiedliche Etablierungsmöglichkeiten zur Ansiedlung von Grünlandkräutern in der Kurzrasenweide werden verglichen. Versuchsbeginn war am 26.05.2015. Zum einen wurden im Gewächshaus vorgezogene Jungpflanzen in die Grasnarbe gepflanzt (Pflanzung), zum anderen wurden Samen über die Grasnarbe ausgesät (Übersaat). Vor der Übersaat wurde in der Hälfte der Parzellen die Grasnarbe vertikutiert und damit die Konkurrenzkraft der Altnarbe reduziert. Die Größe der Parzellen betrug jeweils 3 m x 3 m, jede Variante war dreifach wiederholt. Detaillierte Informationen zur Versuchsdurchführung und der kurzfristigen Etablierung können dem Beitrag im Tagungsband der VDLUFA 2017 entnommen werden (Huber und Hofmann 2017).

### Zielgrößen

Um die Umweltbedingungen bei der Etablierung der Jungpflanzen in der Grasnarbe beschreiben zu können, wurde der tägliche Graszuwachs und die Narbendichte erfasst. Da die Überlebens- und Etablierungsraten der Kräuter in Form

relativer Häufigkeiten ausgedrückt wurden und sich die ermittelten Prozentwerte nicht durch eine Normalverteilung darstellen ließen, wurde das gesamte Datenmaterial einer Arcussinus-Wurzeltransformation unterworfen (Gomez und Gomez 1976).

## Ergebnisse und Diskussion

### Umweltbedingungen im Altbestand

Während der frühen Etablierungsphase der Kräuter im Mai und Juni des Übersaat- bzw. Pflanz-Jahres betrug der tägliche Zuwachs der Grasnarbe knapp 85 kg Trockenmasse je Hektar. Da die Weide ohne zusätzlichen mineralischen Stickstoffdünger bewirtschaftet wird, ist dieser Zuwachs beachtlich und liegt im oberen Bereich der auch von zahlreichen anderen Versuchsanstellern ermittelt wurde (u. a. Steinwider und Starz 2015; Hofmann et al. 2008).

Die Narbendichte war mit über 9.000 Trieben je Quadratmeter vergleichsweise hoch. Dies ist aus agronomischer Sicht ein positives Indiz für eine gute Trittfestigkeit und schafft die Voraussetzung für eine hohe Produktivität der Weidenarbe. Eine dichte Grasnarbe stellt jedoch für junge Keimlinge einen erhöhten Konkurrenzdruck nicht nur um Wasser und Nährstoffe, sondern besonders auch um Licht dar.

### Überlebensrate der gepflanzten Kräuter

Optimale Anwachsrate von über 90 % der Setzlinge bei allen fünf geprüften Arten in den ersten Wochen waren begünstigt durch ideales Pflanzwetter mit ausreichend Niederschlag. Da die Versuchspartellen bereits nach vier Wochen wieder in die intensive Beweidung einbezogen wurden, reduzierte die kontinuierliche Entblätterung der Pflanzen den Konkurrenzdruck der Altnarbe auf die Jungpflanzen vor allem im Hinblick auf Licht.

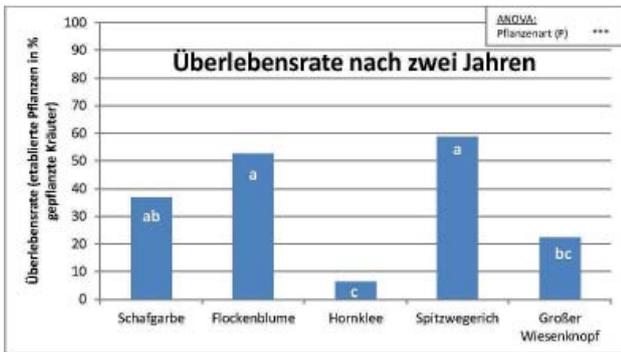
Sowohl im ersten als auch im zweiten Jahr konnten von Spitzwegerich, Wiesenflockenblume, Hornklee und Großer Wiesenknopf einige Pflanzen Blüten ausbilden. Diese Individuen befanden sich alle am Rande von Kotstellen. Für diese rasche generative Entwicklung sind vermutlich zwei Faktoren mitverantwortlich: zum einen werden Flächen rund um Kotstellen ca. sechs Wochen von den Tieren gemieden und somit die Pflanzen dort nicht entblättert und zweitens ist durch eine erhöhte Aktivität des Bodenlebens gerade in diesen Bereichen ein höherer Umsatz an Nährstoffen verfügbar. Dies könnte zu einem schnelleren Wachstum der etablierten Kräuter beigetragen haben.

Tabelle 1: Eigenschaften der verwendeten Kräuter

	Gemeine Schafgarbe	Großer Wiesenknopf	Spitzwegerich	Gewöhnlicher Hornklee	Wiesenflockenblume
Wertzahl (nach Klapp) <sup>#1</sup>	5	5	6	7	3
Gütezahln (nach Stählin) <sup>#2</sup>	90 – (-100)	90 – (-200)	80 – (-200)	90 – (-100)	40 – (0)
Weideverträglichkeit (nach Briemle) <sup>#3</sup>	4	3	6	4	4
Trittverträglichkeit (nach Briemle) <sup>#4</sup>	5	2	6	4	4
Madverträglichkeit (nach Briemle) <sup>#5</sup>	7	5	7	6	5

Legende <sup>#1</sup> (-1) - 8 steigende Wertigkeit (-1 = giftig)  
<sup>#2</sup> +90 – (-300) steigende Wertigkeit (-300 = gesundheitsschädlich)  
<sup>#3</sup> 0 - 8 steigende Verträglichkeit  
<sup>#4</sup> 1 - 9 steigende Verträglichkeit  
<sup>#5</sup> 1 - 9 steigende Verträglichkeit

[Quelle: (Briemle, Sieglind, & Nitsche, 2002) (Opitz v.Boberfeld, 1994)]



#): Säulen mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant; ANOVA: \* = signifikant (5 %), \*\* = hoch signifikant (1 %), \*\*\* = sehr hoch signifikant (0,1 %)

Abbildung 1: Überlebensrate der gepflanzten Jungpflanzen nach zwei Jahren Kurzrasenweide

Das Überleben der Kräuter wurde noch über mehrere Vegetationsperioden erfasst. Zwei Jahre nach der Pflanzung hatten von den fünf geprüften Kräuterarten Spitzwegerich und Flockenblume mit 59 bzw. 52 % den höchsten Anteil überlebender Pflanzen. Schafgarbe und Großer Wiesenknopf nahmen mit 37 bzw. 22 % Überlebensrate eine Mittelstellung ein (Abb. 1). Von Hornklee hatten nur vergleichsweise wenige Pflanzen (6 %) überlebt.

### Etablierungsrate der übergesäten Kräuter

Zwei Jahre nach Versuchsbeginn hatten von den fünf geprüften Kräuterarten zwischen 0 und 4,2 % der übergesäten Kräutersamen gekeimt (Abb. 2). Das Keimlingsaufkommen unterschied sich signifikant zwischen den Kräuterarten. Mit Flockenblume und Spitzwegerich hatten auch bei der Übersaat dieselben Arten die höchste Anzahl etablierter Jungpflanzen wie bei der Pflanzung. Der Große Wiesenknopf keimte gering bis überhaupt nicht. Die Pflanzenzahl war in den vertikutierten Parzellen tendenziell höher als in den nicht vertikutierten Parzellen mit dichter Grasnarbe; dieser Einfluss war aber nicht statistisch gesichert. Der Verlauf der Entwicklung ist in Abbildung 3 dargestellt. Offensichtlich fördern die ca. zehn Prozent zusätzlicher offener Boden, welche durch das Vertikutieren erreicht wurden, zumindest im Anfangsstadium das Keimen der Samen in gewissem Ausmaß. Für eine Umsetzung in die Praxis sollte aber durch intensiveren Einsatz eines Striegel eine deutlich höhere Narbenlückigkeit vor der Übersaat geschaffen werden, um eine länger anhaltende Reduktion der Konkurrenz der Altnarbe auf die Keimlinge zu erzielen.

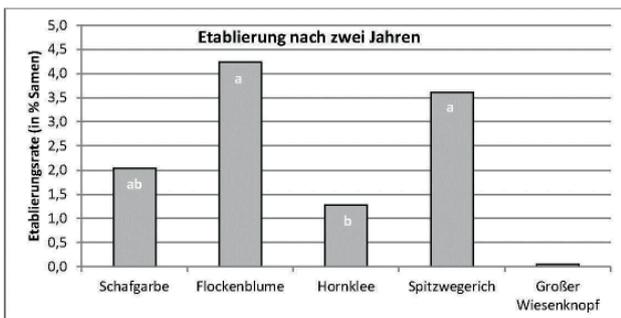


Abbildung 2: Etablierungsrate der Kräuter (in % Samen) zwei Jahren nach Übersaat (gemittelt für die Varianten vertikutiert und nicht vertikutiert)

Der zeitliche Verlauf der Etablierung der Kräuter in den übergesäten Varianten zeigt für einige Arten einen Anstieg der Pflanzenzahl zum Teil bis ins zweite Jahr.

Offenbar benötigen besonders Samen von Wildpflanzenarten die Kälteeinwirkung des Winters, um die Dormanz zu brechen und keimbereit zu werden. Während der Folgezeit starben jedoch auch wieder zahlreiche Jungpflanzen ab. Die Narbendichte zum Zeitpunkt der Aussaat war zwei Jahre nach Übersaat für den Etablierungserfolg ohne Bedeutung.

Zwei Jahre nach Versuchsbeginn sind sowohl in den gepflanzten als auch in den übergesäten Varianten Wiesenflockenblume und Spitzwegerich vergleichsweise gut etabliert, Schafgarbe nimmt eine Mittelstellung ein und Hornklee sowie Großer Wiesenknopf sind schlecht bis überhaupt nicht etabliert. Erklärungsansatz für dieses artspezifisch sehr unterschiedliche Verhalten könnte unter anderem in der verschieden stark ausgeprägten Empfindlichkeit gegenüber Tritt und Weide begründet sein.

Ein Vergleich der Kennzahlen zur Weide- bzw. Trittsverträglichkeit (Tabelle 1) mit dem Verlauf der Etablierungsrate der übergesäten Kräuter (Abbildung 3) lässt darauf schließen, dass zum Beispiel Hornklee offenbar zu hohen Anteilen aufgelaufen war und sich als Jungpflanze etabliert hatte, jedoch die intensive Beweidung nicht tolerierte. Dagegen keimt die Wiesenflockenblume beginnend mit einem niedrigeren Niveau kontinuierlicher und auch noch im zweiten Jahr, die Überlebensrate der aufgelaufenen Pflanzen ist aber höher als bei Hornklee. Dies erstaunt, da Hornklee und Flockenblume durch gleiche Kennzahlen für die Weide- und Trittsverträglichkeit gekennzeichnet sind.

Die gute Etablierung von Spitzwegerich steht in Einklang mit den hohen Werten für Tritt-, Weide- und Mahdverträglichkeit. Dabei spiegelt die Mahdzahl die Empfindlichkeit gegenüber häufiger Entblätterung wider und ist somit auch für die Kurzrasenweide von Bedeutung.

Da Spitzwegerich besonders auch im jungen Entwicklungsstadium sehr gerne gefressen wird und auch die Saatgutkosten moderat ausfallen, könnte Spitzwegerich eine sehr interessante Pflanze zur großflächigen Etablierung in einer Kurzrasenweide sein.

Darüber sollte geprüft werden, welche weiteren Etablierungsmöglichkeiten für Futterkräuter möglich sind; beispielsweise könnte unmittelbar an den Weidezäunen oder in Kräuterstreifen in der Kurzrasenweide die Flockenblume, der Spitzwegerich und die Schafgarbe sowie weitere Futterkräuter etabliert werden. Soll jedoch die langfristige Etablierung in der Altnarbe optimiert werden, muss der Kurzrasenweide-Bestand einmal jährlich aufwachsen. Dieses würde den etablierten Pflanzen die Möglichkeit

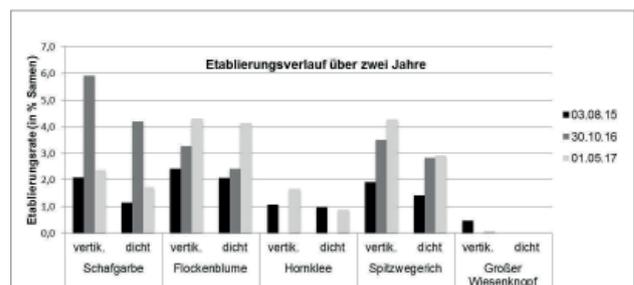


Abbildung 3: Etablierungsrate der Kräuter (in % Samen) im Verlauf der ersten beiden Untersuchungsjahre

zum Absamen bieten und eine langfristige Etablierung unterstützen.

## Literatur

Briemle, G., N. Sieglinde und L. Nitsche, 2002: Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes. Schriftenreihe für Vegetationskunde 38, 203-225, Bundesamt für Naturschutz, Bonn.

Gomez, K.A. und A.A. Gomez, 1976: Statistical procedures for agricultural research. Verlag J. Wiley and Sons, New York.

Hofmann, M., C. Kinert, S. Fischer und G. Riehl, 2008: Produktivität einer extensiven Mähstandweide mit Rindern. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Band 9, 91-94.

Huber, S. und M. Hofmann, 2017: Kräuteretablierung in einer Kurzrasenweide - Ergebnisse nach vier Monaten. Tagungsband der VDLUFA 2017 (im Druck).

Opitz v. Boberfeld, W., 1994: Grünlandlehre. UTB Ulmer, Stuttgart

Steinwidder, A. und W. Starz, 2015: Gras dich fit!. Leopold Stocker Verlag, Graz.

# Einfluss von Heutrocknung und -lagerung auf die Überlebensfähigkeit von Parasitenlarven

Leopold Podstatzky<sup>1\*</sup> und Büsra Sengel<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, den Einfluss von der Art und Dauer der Heutrocknung bzw. der Lagerung auf die Wiederfindungsraten von Endoparasitenlarven zu eruieren. Heu wurde in den ersten drei Trocknungstagen täglich und anschließend monatlich untersucht. Infektionsfähige Drittlarven einer weidebedingten Parasitenpopulation wurden den parasitenfreien Grasproben vor der Trocknung zugegeben. Nach der Trocknung erfolgte eine trockene Lagerung, wobei die Hälfte der Proben alle 4 Wochen für 5 Tage einer feuchten Lagerung ausgesetzt wurde. Die Zählung der Parasitenlarven erfolgte mittels der Baermann-Wetzel Methode.

Bei der Heutrocknung konnte kein signifikanter sondern nur ein numerischer Unterschied zwischen den Gruppen und den Untersuchungszeitpunkten nachgewiesen werden. Bei der Lagerung waren sowohl die Feuchtigkeit als auch die Lagerungsdauer als signifikante Einflussgrößen nachweisbar.

*Schlagwörter:* Heu, Endoparasiten

## Summary

The aim of this study was to analyze the influence of kind of desiccation and duration of storage on the recovery rates of endoparasitic larvae in grass samples. Hay samples were examined daily during the first three days of desiccation and monthly afterwards. Infectious third larvae were added to the parasite free samples before starting the desiccation. After three days of desiccation the samples were stored in dry conditions. Half of the samples were stored every 4th week for 5 days in wet conditions. Counting of larvae was performed according to the Baermann-Wetzel method.

During desiccation no significant but only numerical differences in the recovery rate of larvae were detected. Both wet condition and duration of the storage were the main influences in the recovery rate of larvae.

*Keywords:* hay, endoparasites

## Einleitung und Zielsetzung

Die Produktion von Heu ist sehr stark an die vorherrschenden Wetterbedingungen gekoppelt. In den letzten Jahren kamen vermehrt Heutrocknungsanlagen zum Einsatz. Nachdem Grünfutter mit infektionsfähigen Parasitenlarven belastet sein kann, wurde unter standardisierten Laborbedingungen untersucht, in wie weit sich verschiedene Heutrocknungen und Lagerungszeiten auf die Überlebensfähigkeit von Parasitenlarven auswirkt.

## Methoden

### Heutrocknung

Parasitenfreies Gras wurde geschnitten und zu jeweils 30 g in ca. 10x8x7 cm große Frittierkörbchen gepackt. Vor dem Trocknungsbeginn wurden 5000 Drittlarven (1 ml) eines Parasitenlarvengemisches auf die Grasprobe aufgebracht. 2 Trocknungsverfahren erfolgten mit Belüftung bei 20 °C sowie bei 40 °C. 2 Trocknungsverfahren erfolgten ohne Belüftung bei Raumtemperatur (RT) sowie bei Außentemperatur (AT) (Tab. 1).

Tabelle 1: Versuchsplan Trocknung

	Gruppe	Gras	Parasitenlarven	Untersuchung Stunden	n
keine	AT	30 g	5000	24, 48, 72	5
Belüftung	RT	30 g	5000	24, 48, 72	5
Be-	20 °C	30 g	5000	24, 48, 72	5
lüftung	40 °C	30 g	5000	24, 48, 72	5

AT: Außentemperatur, RT: Raumtemperatur

## Lagerung

Nach der Trocknung wurden Heuproben trocken gelagert und nach 4, 8, 12 und 16 Wochen auf noch vorhandene Parasitenlarven untersucht. Die Hälfte dieser Heuproben wurde zwischen den monatlichen Untersuchungen für 5 Tage unter feuchten Bedingungen (Feucht) und anschließend wieder trocken gelagert (Trocken).

Mittels des Auswanderverfahrens nach Baermann-Wetzel wurden die Larven zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten (Tab. 1 und 2) gezählt.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Softwareprogramm SAS 9.4 durch ein gemischtes Modell mit den Faktoren Gruppe (AT, RT, 20 °C, 40 °C), Untersuchungszeitpunkt

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Austraße 10, A-4600 Wels/Thalheim

<sup>2</sup> FH Gesundheitsberufe Oberösterreich, Sierminger Straße 170, A-4400 Steyr

\* Ansprechpartner: Dr. Leopold Podstatzky, [leopold.podstatzky@raumberg-gumpenstein.at](mailto:leopold.podstatzky@raumberg-gumpenstein.at)

(Heutrocknung: 24 h, 48 h, 72 h; Lagerung: 4 Wochen, 8 Wochen, 12 Wochen, 16 Wochen) und Lagerungsbedingungen (Trocken – Feucht). Paarweise Mittelwertvergleiche erfolgten mittels Tukey-Test.

Tabelle 2: Versuchsplan Lagerung

	Trocken		Feucht	
	AT	RT	20 °C	40 °C
Trockene Lagerung Wo.	1 - 16			
Feuchte Lagerung Wo.	3, 6, 10, 14			
Untersuchungen Wo.	4, 8, 12, 16			

Tabelle 3: Temperaturen und rel. Luftfeuchtigkeit bei der Heutrocknung

	Keine Belüftung		Belüftung	
	AT	RT	20 °C	40 °C
Temperatur (°C)	14,5	22,1	22,1	40,1
Rel. Luftfeuchtigkeit (%)	60	44	44	30

Tabelle 4: Temperaturen und rel. Luftfeuchtigkeit bei trockener und feuchter Lagerung

Woche		Rel. Luftfeuchtigkeit		Temperatur	
		Trocken	Feucht	Trocken	Feucht
3.	Feuchte Lagerung	58	78	12,7	13,2
4.	Larvenzählung	58	58	13,7	13,7
6.	Feuchte Lagerung	61	83	19,5	20,5
8.	Larvenzählung	54	53	22,5	22,8
10.	Feuchte Lagerung	51	80	23,0	24,4
12.	Larvenzählung	55	55	26,5	26,6
14.	Feuchte Lagerung	55	82	26,2	27,1
16.	Larvenzählung	56	56	24,8	25,1

## Ergebnisse und Diskussion

### Heutrocknung

Bei der Heutrocknung konnten keine signifikanten sondern nur numerische Unterschiede sowohl zwischen den Gruppen als auch zwischen den Untersuchungszeitpunkten festgestellt werden. Die Länge der Trocknung hatte einen tendenziellen Einfluss auf die Wiederfindungsraten der Larven (Tab. 5).

Tabelle 5: Larvenzahlen während der Heutrocknung

Untersuchungen	AT	RT	20 °C	40 °C
24 Stunden	468	312	420	348
48 Stunden	500	480	340	216
72 Stunden	292	244	228	220
p	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

\* signifikant für P<0.05

### Heulagerung

Bei der Lagerung kam es ab der 8. Woche zu einer signifikanten Abnahme der Larvenzahlen (Tab. 6). In der 16. Woche lag die Zahl der wiedergefundenen Larvenzahlen in den Gruppen AT und 40 °C wieder annähernd auf Ausgangsniveau, lediglich in der Gruppe 20 °C waren vereinzelt und in der Gruppe RT wenig Larven nachweisbar.

Die Reduktion der Larvenzahlen bei der zwischenzeitlichen Lagerung in feuchter Umgebung (Tab. 3: ca. 80 %

Tabelle 6: Larvenzahlen während der Lagerung

Untersuchungen	AT	RT	20 °C	40 °C	Trocken	Feucht
4 Wochen	172 <sup>a</sup>	98 <sup>a</sup>	110 <sup>a</sup>	128 <sup>a</sup>	136 <sup>a</sup>	118 <sup>a</sup>
8 Wochen	24 <sup>b</sup>	10 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	13 <sup>b</sup>	5 <sup>b</sup>
12 Wochen	2 <sup>b</sup>	60 <sup>ab</sup>	0 <sup>b</sup>	30 <sup>bc</sup>	44 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>
16 Wochen	116 <sup>a</sup>	34 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	76 <sup>ac</sup>	97 <sup>c</sup>	17 <sup>b</sup>
p	*	*	*	*	*	*

\* signifikant für P<0.05

rel. Luftfeuchtigkeit) brachte eine stärkere Verminderung der Larvenzahlen als bei rein trockener Lagerung (Tab. 6). Selbst in der Woche 16 lagen die Larvenzahlen in der Gruppe Trocken deutlich höher als in der Gruppe Feucht.

Die Lagerungsdauer hatte den größten Einfluss auf die Zählung der Larven. Bis zur Woche 8 ging die Zahl der wiedergefundenen Larven zurück. In der 12. Woche kam es teilweise zu einem signifikanten ansonsten numerischen Anstieg der Larvenzahlen (Tab. 6). Die Zahl der wiedergefundenen Larven in der Woche 16 lag teilweise signifikant über denen der Wochen 8 und 12. Logische Gründe waren dafür nicht zu finden. Auf Grund der geringen Probenzahlen könnten laborbedingte Ungenauigkeiten dafür verantwortlich sein (z. B. zugefügte Anzahl an Parasitenlarven). Es war aber auffällig, dass in allen Gruppen ein Anstieg der Larvenzahlen in Woche 16 nachweisbar war, auch wenn er in Gruppe 20 °C sehr gering ausfiel.

Es sind nur wenig Publikationen zur Überlebensfähigkeit von Endoparasitenlarven im Heu vorhanden. So beschrieb Shorb (1943), dass das Vorhandensein von Feuchtigkeit für die Entwicklung vom Ei zur präinfektösen Larve notwendig ist. Poole (1956) konnte hingegen nachweisen, dass bei befeuchteten Larven weniger Hitzetoleranz gegeben war, trockene Larven überlebten selbst 74 °C. Bei der zwischenzeitlichen Lagerung in feuchter Umgebung konnte in dieser Untersuchung einerseits eine stärkere Verminderung der Larvenzahlen, andererseits eine schlechtere Heuqualität nachgewiesen werden. Bei trockener Lagerung waren signifikant mehr Larven nachweisbar als bei feuchter Lagerung. Zu anderen Ergebnissen kamen Lucker und Douvres (1960) bei ihren Untersuchungen zu Bandwurmeiern. Sie konnten nachweisen, dass Bandwurmeier im Heu zumindest für 3 Wochen, nicht aber über 10 Wochen überleben können. Ein Grund für die relativ kurze Überlebenszeit dürfte die Trockenheit gewesen sein. Silverman (1955) konnte ein Inaktivieren von Bandwurmeiern bei 56 °C über 10 Minuten nachweisen, aber keinen Einfluss von 45 °C über 4 Stunden. Monzingo (1975) erreichte in seinen Untersuchungen in schlecht getrocknetem Heu Temperaturen von 54 °C über 10 Stunden, was nicht nur eine Inaktivierung der Bandwurmeier zur Folge hatte sondern auch eine Vernichtung des Heuballens auf Grund des exzessiven Schimmelwachstums.

Es wurden keine Untersuchungen der Inhaltsstoffe und der Verdaulichkeit durchgeführt, doch konnte an Hand der optischen Beurteilung der Heuproben deutliche Unterschiede festgestellt werden. Die zeitweise in feuchter Umgebung gelagerten Proben waren durchwegs braun-gelb-fahl verfärbt und wiesen einen leicht muffigen Geruch auf. Die Proben, die über den gesamten Versuchszeitraum trocken gelagert war, wiesen am Ende des Versuches eine grüne Farbe und

aromatischen Geruch auf. Resch (2013) konnte in seinen Untersuchungen den positiven Einfluss bei Warmbelüftung bzw. Luftentfeuchtung auf Protein-, Rohfaser und Zuckergehalt nachweisen. Selbst bei Kaltbelüftung konnten Verbesserungen gegenüber Bodentrocknung erreicht werden. Es wurden aber keine parasitologischen Untersuchungen durchgeführt.

Bei der Wiederfindungsrate der Parasitenlarven in dieser Untersuchung gab es zwischen den Trocknungsgruppen kaum Unterschiede, lediglich in der Gruppe 20 °C waren ab der 8. Woche keine Larven mehr nachweisbar.

Weitere Untersuchungen über Trocknungstemperatur und -dauer im Hinblick auf die Verminderung der Larvenzahlen wie auch der Beibehaltung der Heuqualität wären wünschenswert.

## Literatur

- Lucker, J.T., Douvres, F.W., 1960: Survival of *Taenia saginata* eggs on stored hay. *Proc Helminthol Soc Washingt*, 27, 110-111.
- Monzingo, D.L., 1975: The longevity of *Taenia saginata* eggs in baled hay. Thesis, The university of Arizona.
- Poole, J., 1956: Reaction to temperature by infective larvae of *Nematodirus filicollis*, Trichostrongylidae (Nematoda). *Canadian Journal of Comparative Medicine*, XX, 169-172.
- Shorb, D.A. 1943: Survival on Grass Plots of Eggs and Preinfective Larvae of the Common Sheep Stomach Worm, *Haemonchus contortus*. *The Journal of Parasitology*, 29, 284-289.
- Silverman, P. H. 1955: The biology of sewers and sewage treatment. The survival of the eggs of the beef tapeworm, *Taenia saginata*. *Advancement of Science*; 12, 108-111.



## Untersuchungen zur Aussagekraft von Blutparametern und Milchinhaltsstoffen bei Milchkühen

Patrick Gregoritsch<sup>1,2\*</sup>, Andreas Steinwider<sup>1</sup>, Johann Gasteiner<sup>1</sup>, Leopold Potztatzky<sup>1</sup> und  
Werner Zollitsch<sup>2</sup>

### Zusammenfassung

Zu Laktationsbeginn kann der Energiebedarf bei Hochleistungskühen meist nicht ausreichend über die Futteraufnahme gedeckt werden. Das entstehende Energiedefizit kann die Gesundheit und die Fruchtbarkeit der Kuh negativ beeinflussen. Die Energiebilanz kann einerseits aus dem Energiebedarf und der Energieaufnahme direkt errechnet werden, die Sammlung der dafür benötigten Daten ist jedoch sehr aufwändig und unter Praxisbedingungen kaum durchführbar. Andererseits können jedoch Hilfsparameter wie Milch- oder Blutinhaltsstoffe herangezogen werden, um Aussagen zur Energiebilanz der Milchkuh zu erhalten. Die vorliegende Untersuchung soll Aufschluss darüber geben, ob die an punktuell gezogenen Proben untersuchten Gehalte an  $\beta$ -Hydroxybuttersäure (BHB) und freien Fettsäuren (FFS) im Blut besser dazu geeignet sind, die Energiebilanz abzubilden als Wochenmittelwerte der Milchinhaltstoffgehalte Fett-, Eiweiß bzw. des Fett-Eiweißquotienten (FEQ). Zur Beantwortung dieser Frage wurden Daten von vier Versuchen aus den Jahren 2002 bis 2014 mit insgesamt 240 Laktationen von 138 Milchkühen der Rassen Braunvieh, Fleckvieh und Holstein Friesian statistisch ausgewertet. Bei Beachtung der Rasse, der Laktationsanzahl und der Laktationswoche wurden die Blutparameter und die Milchinhaltstoffe in den ersten 15 Laktationswochen der Energiebilanz gegenübergestellt. Das Ergebnis zeigte, dass die Milchinhaltstoffe, vor allem der Milchfettgehalt und der FEQ, bei Unterteilung des Auswertungszeitraums in drei Abschnitte eine höhere Konstanz hinsichtlich des signifikanten Zusammenhangs mit der Energiebilanz aufwiesen als die punktuell gezogenen Blutparameter BHB und FFS. Die Milchinhaltstoffgehalte können kostengünstig einen ersten Aufschluss über die Energieversorgung der Milchkuh geben. Zusätzlich ist die Beobachtung des individuellen BCS- und Lebendmasse-Verlaufs zu empfehlen und auch noch andere Aspekte (Rasse, Laktationsanzahl, individuelle Anpassung der Kühe an das Energiedefizit) müssen beachtet werden.

**Schlagwörter:** frühe Laktation, Energiebilanz, Milchinhaltstoffe,  $\beta$ -Hydroxybuttersäure, freie Fettsäuren

### Summary

In early lactation, the energy requirement of the dairy cow often cannot be covered due to a limited feed intake. The resulting energy deficit has a negative influence on the health and fertility of the cow. The energy balance can be calculated directly from energy requirement and energy intake, but the collection of the necessary information is challenging. Alternatively, the energy balance can also be predicted from blood and milk parameters. The result of this research should answer the question, whether the content of  $\beta$ -hydroxy-butyric acid (BHB) and non-esterified fatty acids (FFS) from blood samples collected at certain points in the lactation phase describe the energy balance better than average weekly milk parameters, i.e. fat content, protein content and fat to protein ratio (FEQ). A dataset was compiled from four studies conducted from 2002 to 2014, consisting of 240 lactations from 138 dairy cows of the breeds Brown Suisse, Austrian Simmental and Holstein Friesian. Data were statistically analysed. The energy balance was related to the blood and milk parameters, accounting for the effects of breed, number and week of lactation. The results showed that the milk parameters, especially the fat content and the FEQ had more significant relations with the measured energy balance data than the blood parameters in the first 15 weeks of lactation. In conclusion, the observation of the milk parameters will help to estimate the energy balance, but it is also important to consider other effects such as breed, lactation or the individual adaptation of the dairy cow to an energy deficit.

**Keywords:** early lactation, energy balance, milk parameters,  $\beta$ -hydroxy-butyric acid, nonesterified fatty acids

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 Irnding-Donnersbachtal

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

\* Ansprechpartner: Patrick Gregoritsch, [patrick.g90@gmx.at](mailto:patrick.g90@gmx.at)

## Einleitung und Zielsetzung

Mit der Zunahme der Milchleistung in den vergangenen Jahrzehnten sind auch die metabolischen Anforderungen an die Milchkühe gestiegen. Vor allem im ersten Laktationsdrittel kann der Energiebedarf meist nicht ausreichend über die Futteraufnahme gedeckt und Körpersubstanz muss zum Ausgleich des Energiedefizits abgebaut werden. Dies erhöht das Risiko für Stoffwechselstörungen, sowie Tiergesundheits- und Fruchtbarkeitsproblemen (COLLARD et al., 2000; PUPPEL und KUCZYŃSKA, 2016). Die direkte Erhebung der Energieversorgung ist mit einem hohen Aufwand verbunden, kann aber anhand von Inhaltsstoffen in der Milch, wie Milchfett, -eiweiß und Fett-Eiweiß-Quotient, aber auch über Blutparameter wie  $\beta$ -Hydroxybuttersäure und freie Fettsäuren, indirekt abgeschätzt werden (SAKOWSKI et al., 2012). In der vorliegenden Arbeit sollte anhand von umfangreichen Daten zur Futteraufnahme, Milchleistung und Blutparametern von Milchkühen diesbezüglich untersucht werden, ob punktuell gezogene Blutparameter zur Beurteilung der Energieversorgung der Kühe besser geeignet sind als Wochenmittelwerte von Milchhaltsstoffen.

## Tiere, Material und Methode

Die der Auswertung zugrunde liegenden Daten wurden in vier Versuchen mit 138 Milchkühen und insgesamt 240 Laktationen in den Jahren 2002 bis 2014 erhoben, wobei drei Versuche (vgl. HORN et al., 2013; HORN et al., 2014; PRINZ et al., 2015) am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb Moarhof (Betrieb 1) und ein Versuch (vgl. Steinwigger et al., 2009) am Betrieb der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg – Gumpenstein (Betrieb 2) durchgeführt wurden. Die Milchkühe wiesen unterschiedliche Laktationsanzahlen (1-9) auf und gehörten den Rassen Braunvieh (BV), Fleckvieh (FV) und Holstein Friesian (HF) an, wobei die Kühe der Rasse HF hinsichtlich ihrer Genetik in zwei Gruppen HFM (Holstein Friesian-Milch) und HFL (Holstein Friesian-Lebensleistung) unterteilt wurden. Die Kühe der Rassen BV und FV sowie HFM entsprechen der jeweiligen Zuchtpopulation in Österreich und wurden primär auf die Merkmale Milchhaltsstoffe und –menge selektiert (ZAR, 2012). Die Kühe der Gruppe HFL entsprechen einer kleinen Sub-Population von Holstein Friesian in Österreich. Diese Tiere werden seit mehr als 50 Jahren auf Lebensleistung und Fitnessmerkmale wie Nutzungsdauer, Persistenz und Fruchtbarkeit gezüchtet. Im Vergleich zu den auf Milchleistung gezüchteten HFM sind diese Kühe kleiner und um ca. 90 kg leichter (HORN et al., 2013; Tabelle 1). Die Kühe der Gruppe HFL wurden nur am Betrieb 1 gehalten und jene der Gruppe HFM sowie der Rasse FV nur am Betrieb 2.

Die Kühe wurden zweimal täglich gemolken und die Milchmenge gemessen. Die Analyse der Milchhaltsstoffe

erfolgte am Betrieb 2 täglich und am Betrieb 1 fand diese dreimal in der Woche statt. In der ersten Laktationswoche wurden erst ab dem vierten Laktationstag die Milchhaltsstoffdaten zur vorliegenden Auswertung herangezogen.

Die Futtermittel wurden am Betrieb 1 monatlich chemisch analysiert, der Trockenmassegehalt entweder täglich (Grassilage) oder alle zwei Wochen (Heu und Kraftfutter) festgestellt (HORN et al., 2013; HORN, et al., 2014; PRINZ et al., 2015). Bei Betrieb 2 fand die Analyse der Futtermittel wie bei STEINWIGGER et al. (2009) beschrieben statt. Die Futteraufnahme der Kühe wurde täglich tierindividuell erhoben (vgl. HORN et al., 2014; STEINWIGGER et al., 2009). Die wöchentlich erhobenen Lebendmassedaten und die 14-tägig erhobenen Daten zum Body Condition Score (BCS; Skala: 1 - 5) wurden mit Hilfe von individuellen Regressionen geglättet (HORN et al. 2013).

Die Energiebilanz (EB) wurde aus der Differenz zwischen Energieaufnahme und dem Energiebedarf für die Erhaltung, die Milchproduktion und für die Konzeptionsprodukte berechnet (GfE, 2001). Die Blutabnahme erfolgte einmal wöchentlich zwischen 8 und 10 Uhr am Betrieb 1 und um 8:30 Uhr am Betrieb 2. Das Blut wurde in 9 ml Serumröhrchen mit Gerinnungsaktivator gesammelt. Nach der Abnahme wurden die Blutproben für 30 Minuten mit 3.000 Umdrehungen zentrifugiert und danach eingefroren. Die Analysen wurden mit einem Autoanalyzer ADVIA 1650 Chemistry System durchgeführt. Die Blutplasmakonzentration von FFS wurde mit der WAKO ACS-ACOD Methode und von BHB mit der Randox Ranbut- Methode bestimmt (HORN et al., 2014). Der FFS-Gehalt im Blutplasma wurde nur bei den Kühen am Betrieb 1 erhoben.

Für die statistische Auswertung wurden aus den Daten der Milchmenge, –inhaltsstoffe sowie der Nährstoffversorgung tierindividuelle wöchentliche Mittelwerte gebildet. Um den Einfluss der Energiebilanz aus der vorangegangenen Laktationswoche zu minimieren, wurden für die statistische Auswertung bei den Blutparametern BHB und FFS nur jene Daten berücksichtigt, die in der jeweiligen Laktationswoche am vierten Wochentag oder später gezogen wurden. Die Blutproben vom ersten Wochentag der entsprechenden Laktationswoche wurden dem Datensatz der vorangegangenen Laktationswoche hinzugefügt.

Wenn bei der Energiebilanz Ausreißer ( $> \pm 3$  Standardabweichungen) identifiziert wurden, dann wurde der gesamte Wochendatensatz des Tieres aus der Auswertungsdatei entfernt. Bei den Parametern  $\beta$ -Hydroxybuttersäure (BHB), freie Fettsäuren (FFS), Milchfett, -eiweiß und Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ) wurden jene Werte, die den Mittelwert des jeweiligen Parameters um drei Standardabweichungen unter- bzw. überschritten, bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Auf Grund der unterschiedlichen Datener-

**Tabelle 1: Lebendmasse (kg), Laktationsanzahl, Laktationstag (d) und Milchleistung in ECM (kg) je Tag der Rassen Braunvieh (BV), Fleckvieh (FV), Holstein Friesian (HFM) und Holstein Friesian - Lebensleistung (HFL) in den ersten 15 Laktationswochen**

Rasse	Lebendmasse(kg)	Laktationsanzahl	Laktationstag (d)	Tagesgemelk Anzahl	ECM (kg/d)			
	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert		Mittelwert	Standard- abweichung	Maximum	Minimum
BV	628	2,8	51	1074	28,1	5,88	51,2	8,3
FV	716	3,6	55	507	31,5	4,98	46,0	15,3
HF <sub>M</sub>	652	3,6	55	563	36,8	5,08	51,6	17,3
HF <sub>L</sub>	558	3,0	49	822	24,5	4,58	42,2	13,5

**Tabelle 2: Statistische Kennzahlen zu Energiebilanz, Blut- und Milchparametern in den ersten 15 Laktationswochen. n=Anzahl der Wochendatensätze**

Variable	n	Mittelwert	Standardabweichung	Maximum	Median	Minimum
Energiebilanz (MJNEL)	2966	-4,62	17,33	42,6	-2,8	-51,9
BHB (mmol/l Blutplasma)	1215	1,22	0,79	4,3	1,1	0,01
FFS (mmol/l Blutplasma)	482	0,35	0,36	2,2	0,2	0,01
Milchfett (%)	2950	4,22	0,50	5,8	4,2	2,8
Milcheiweiß (%)	2917	3,14	0,31	4,2	3,1	2,4
FEQ	2942	1,34	0,17	1,9	1,3	0,9

**Tabelle 3: Statistische Kennzahlen zu den Testparametern und der Energiebilanz sowie das Ergebnis der Analyse zur Überprüfung des Einflusses der Testparameter auf die Energiebilanz in unterschiedlichen Zeitabschnitten**

Zeitabschnitt	Testparameter	Kennzahlen							Analyse			
		N	Testparameter				Energiebilanz (MJ NEL / Tag)		RK	SE	P-Wert	
			MW	STAW	MAX	MIN	MW	STAW				
Laktationswoche	1 bis 15	BHB (mmol/l)	1215	1,22	0,79	4,28	0,01	-7,33	18,46	-1,81	0,44	<0,001
		FFS (mmol/l)	482	0,35	0,36	2,17	0,02	-4,87	17,10	-1,46	1,92	0,447
		Milchfett (%)	2950	4,26	0,51	5,74	2,81	-7,47	18,45	-10,37	0,44	<0,001
		Milcheiweiß (%)	2917	3,18	0,34	4,15	2,40	-7,23	18,38	9,93	1,24	<0,001
		FEQ	2938	1,34	0,17	1,87	0,86	-7,46	18,49	-30,25	1,43	<0,001
	1 bis 5	BHB (mmol/l)	514	1,36	0,90	4,28	0,06	-18,57	18,17	-1,31	0,70	0,060
		FFS (mmol/l)	195	0,47	0,38	2,17	0,02	-10,49	19,02	-1,11	3,03	0,715
		Milchfett (%)	980	4,41	0,53	5,66	2,81	-18,57	18,12	-9,59	0,84	<0,001
		Milcheiweiß (%)	941	3,30	0,38	4,15	2,52	-18,79	18,04	9,09	2,16	<0,001
		FEQ	982	1,33	0,19	1,87	0,86	-18,77	18,07	-28,02	2,77	<0,001
	6 bis 10	BHB (mmol/l)	408	1,11	0,70	4,17	0,04	-1,16	14,11	-2,85	0,85	<0,001
		FFS (mmol/l)	186	0,29	0,36	2,06	0,02	-0,26	15,05	-4,85	3,23	0,136
		Milchfett (%)	1047	4,11	0,48	5,74	3,00	-1,35	14,27	-10,61	0,73	<0,001
		Milcheiweiß (%)	1050	3,03	0,25	3,85	2,40	-1,34	14,26	13,43	2,06	<0,001
		FEQ	1038	1,36	0,16	1,85	1,01	-1,11	14,14	-31,78	2,21	<0,001
11 bis 15	BHB (mmol/l)	293	1,12	0,65	4,24	0,01	3,80	12,65	-2,38	0,96	0,014	
	FFS (mmol/l)	101	0,20	0,25	1,37	0,04	-2,53	13,36	0,44	6,97	0,949	
	Milchfett (%)	923	4,21	0,44	5,48	2,81	3,64	12,69	-10,08	0,77	<0,001	
	Milcheiweiß (%)	926	3,18	0,28	3,98	2,59	3,67	12,67	6,37	1,94	0,001	
	FEQ	922	1,33	0,15	1,84	1,03	3,89	12,41	-30,36	2,53	<0,001	

N=Anzahl der Auswertung zugrunde liegenden Wochendatensätze; MW=Mittelwert; STAW=Standardabweichung; Max= Maximalwert; Min=Minimalwert; RK= Regressionskoeffizient; SE= Standardfehler des Regressionskoeffizienten

hebung bei den Blut- und Milchparametern und den oben beschriebenen Bearbeitungsschritten ergeben sich für die untersuchten Parameter unterschiedliche Anzahlen an Wochendatensätzen (Tabelle 2).

Die statistische Auswertung erfolgte mit SAS 9.4, dabei wurde das Procedure mixed angewendet und die Residuen mit Procedure univariate auf Normalverteilung überprüft (SCHENDERA, 2004). Der Untersuchungszeitraum wurde auf die ersten 15 Laktationswochen festgelegt und als fixe Effekte wurden Laktationswoche, Laktationsgruppe (1, 2, ≥3 Laktationen), Rasse, Versuch und Jahr angenommen. Das Tier innerhalb der Rasse und des Versuchs wurde als zufälliger Effekt und die Laktationswoche je Tier und Laktation als wiederholter Effekt festgelegt

## Ergebnisse

In allen Laktationsabschnitten zeigten sich hohe signifi-

kante Zusammenhänge zwischen der Energiebilanz und den Milchinhaltsstoffen Fett, Eiweiß und dem Fett/Eiweiß-Quotient (Tabelle 3). Auch zwischen der Konzentration an BHB im Blutplasma und der Energiebilanz wurde über den gesamten Laktationsabschnitt (Laktationswoche 1-15) ein signifikanter Zusammenhang festgestellt. Auch bei getrennter Betrachtung von 5-wöchigen Abschnitten war dieser Zusammenhang von Laktationswoche 5-10 und 11-15 signifikant und zu Laktationsbeginn (Woche 1-5) mit einem P-Wert von 0,06 an der Signifikanzgrenze. Demgegenüber zeigte sich zwischen den FFS und der Energiebilanz in keiner Periode ein signifikanter Zusammenhang. Bei Betrachtung der Regressionskoeffizienten wird ersichtlich, dass sowohl beim Parameter Milchfett als auch beim FEQ die jeweiligen Werte in den einzelnen Laktationsabschnitten kaum variierten. Bei einer Erhöhung des Milchfettgehalts um 0,1 Prozent sank die Energiebilanz um ca. ein MJNEL pro Kuh und Tag in den Laktationswochen 1-15. Auch bei zunehmendem FEQ war eine abnehmende Energiebilanz zu beobachten. Bei Erhöhung des Milcheiweißgehaltes stieg hingegen die Energiebilanz an, so z.B. in den Laktationswochen 1-15

um ca. ein MJNEL pro Tag bei einem Anstieg von 0,1 Prozent. Die Regressionskoeffizienten schwankten zwischen den Laktationsabschnitten etwas mehr als bei den anderen Milchparametern. Beim Blutparameter BHB konnten negative Regressionskoeffizienten beobachtet werden, bei einem Anstieg von BHB um ein mmol per Liter Blutplasma sank die Energiebilanz um ca. 1,8 MJNEL pro Tag. Bei Betrachtung der Standardfehler des Regressionskoeffizienten zeigten sich bei den Blutparametern, im Vergleich zu den Milchinhaltsstoffen, relativ zur Ausprägung des Regressionskoeffizienten höhere Standardfehler.

## Diskussion und Schlussfolgerungen

Bei Betrachtung der P-Werte und der Regressionskoeffizienten wird ersichtlich, dass jene der Milchinhaltsstoffe in den untersuchten Laktationsabschnitten eine höhere Konstanz als die der Blutparameter aufwiesen und auch der Standardfehler des Regressionskoeffizienten relativ

geringer war (Tabelle 3). Jedoch muss dabei auch die der Auswertung zugrunde liegende Anzahl an Wochendatensätze beachtet werden, die bei den Blutparametern deutlich geringer war. Im Vergleich zu den an punktuell gezogenen Proben gemessenen Blutparametern BHB und FFS scheinen jedoch die Wochenmittelwerte von Milchinhaltsstoffen, vor allem von Milchfett sowie vom FEQ, besser zur Abbildung der Energiebilanz geeignet zu sein. Dies deckt sich auch mit Ergebnissen von HEUER et al. (2000). Die Autoren stellen fest, dass bei Beachtung des Laktationsstadiums, der –anzahl und der Milchleistung der FEQ, im Vergleich zu den anderen Milchinhaltsstoffen und BHB, am stärksten mit der EB in Verbindung steht. Dieses Ergebnis wird auch von TONI et al. (2011) bestärkt, für die der FEQ als Indikator für die Mobilisierung von Körperfett als Folge eines Energiemangels herangezogen werden kann.

Die Betrachtung des Verhältnisses zwischen Fett- und Eiweißgehalt der Milch stellt eine bessere Methode zur Beurteilung der Energieversorgung als die einzelne Beurteilung dieser Milchinhaltsstoffe dar, weil beide nicht nur allein durch die Energiebilanz beeinflusst werden. So kann eine zu geringe Versorgung mit Strukturkohlenhydraten den Milchfettgehalt senken und dadurch kann eine erhöhte Fettmobilisierung aufgrund eines Energiemangels verborgen bleiben (MERTENS, 2013). Obwohl eine höhere Energieversorgung zu einem Anstieg des Milcheiweißgehaltes führen kann (GRUBER et al., 2014), zeigte sich bei den Ergebnissen von SEGGEWIB (2004), dass die Schätzung der Energiebilanz mit Hilfe des Milcheiweißgehaltes nicht zufriedenstellend möglich war. Um das genetisch bedingte Potenzial des Milcheiweißgehaltes realisieren zu können, muss neben der Energie auch ein optimales Angebot an Eiweiß bzw. Stickstoff vorhanden sein (MERTENS, 2013).

Bei der Beurteilung der Energiebilanz über Hilfsparameter muss auch noch der Aspekt berücksichtigt werden, dass sich Kühe hinsichtlich der metabolischen Prozesse bei Energiemangel unterscheiden können. Die Ergebnisse von KESSEL et al. (2008) zeigen, dass trotz ähnlicher Energiebilanz in den ersten Laktationswochen, die Kühe unterschiedliche BHB und FFS- Gehalte im Blutserum, als auch differente Fett- und Eiweißgehalte in der Milch aufweisen können. Die Autoren schließen aus ihren Ergebnissen, dass schlechter anpassungsfähige Kühe mehr Körperfett in den ersten Laktationswochen mobilisieren. Als Ursache dafür können aus ihrer Sicht unterschiedliche genetische, epigenetische oder durch Pansenbakterien verursachte metagenomische Regulationen verantwortlich sein. Die Ergebnisse von GRABER et al. (2010) weisen darauf hin, dass auch unterschiedliche hepatische Reaktionen die Anpassung der Kühe an ein Energiedefizit beeinflussen können. Nach GROSS et al. (2011) spielt auch der Zeitpunkt des Energiedefizits in der Laktation eine Rolle, denn in den ersten Laktationswochen reagiert der Stoffwechsel bei den Kühen anders als in den Wochen 13 bis 15. Obwohl im späteren Laktationsstadium der Energiemangel größer war, zeigten die Blutparameter BHB und FFS einen deutlich geringeren Anstieg als zu Beginn der Laktation. Der FEQ reagierte in beiden Phasen bei Energiedefizit ähnlich, aus diesem Grund ist dieser Parameter aus der Sicht der Autoren sowohl in der frühen als auch in der mittleren Laktation dazu geeignet eine negative Energiebilanz zu bestimmen. Trotz dieser Feststellung zeigt das Ergebnis bei REIST et al. (2002), dass die Schätzung

der Energiebilanz bei Individuen weder mit den Milchinhaltsstoffen noch in Kombination mit Blutparametern als präzise einzustufen ist. Auch LØVENDAHL et al. (2010) kamen zu einem ähnlichen Ergebnis. Bei ihrer Untersuchung zeigte sich, dass für die Beurteilung der Energiebilanz die Beobachtung des BCS und der Lebendmasse besser geeignet sind als die Milchinhaltsstoffe. Auf Herdenniveau kann jedoch nach REIST et al. (2002) eine genaue Aussage über die Energiebilanz erfolgen, wenn mehrere Faktoren gemeinsam berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sowie die Daten der Literatur weisen darauf hin, dass sich die Energiebilanz nur bedingt durch Interpretation einzelner Milch- und Bluthilfsparameter einschätzen lässt. Die zusätzliche Berücksichtigung der BCS- und/oder Lebendmasseentwicklung kann empfohlen werden. Dabei sollte aber nicht außer Acht gelassen werden, dass sich Kühe hinsichtlich ihrer Anpassungsfähigkeiten an metabolische Belastungen unterscheiden können.

## Literaturverzeichnis

- COLLARD, B. L., P. J. BOETTCHER, J. C. M. DEKKERS, D. PETITCLERC and L. R. SCHAEFFER (2000): Relationships between energy balance and health traits of dairy cattle in early lactation. *Journal of Dairy Science* 83, 2683-2690.
- GfE- Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtinder. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- GRABER, M., S.KOHLER, A. MÜLLER, K. BURGERMEISTER, T.KAUFMANN, R.M. BRUCKMAIER und H.A. VAN DORLAND (2010): Identification of plasma and hepatic factors related to metabolic robustness in dairy cows. In: Diversity of metabolic regulation in dairy cows during the transition period and in early lactation: a field study. Inaugural-Dissertation. Vetsuisse-Fakultät Universität Bern.
- GROSS, J., H.A. VAN DORLAND, R.M. BRUCKMAIER und F.J. SCHWARZ (2011): Performance and metabolic profile of dairy cows during a lactational and deliberately induced negative energy balance with subsequent realimentation. *Journal of Dairy Science* 94, 1820-1830.
- GRUBER, L., M. URDL, W. OBRITZHAUSER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER und B.STEINER (2014): Influence of energy and nutrient supply pre and post partum on performance of multiparous Simmental, Brown Swiss and Holstein cows in early lactation. *Animal Volume* 8, Issue 1, 58-71.
- HEUER, C., W.M. VAN STRAALEN, Y.H. SCHUKKEN, A. DIRK-ZWAGER und J.P.T.M. NOORDHUIZEN (2000): Prediction of energy balance in a high yielding dairy herd in early lactation: model development and precision. *Journal of Dairy Science* 65, 91-105.
- HORN, M., A. STEINWIDDER, J. GASTEINER, L. PODSTATZKY, A. HAIGER and W. ZOLLITSCH (2013): Suitability of different dairy cow types for an Alpine organic and low-input milk production system. *Livestock Science* 153 (2013), 135-146.
- HORN, M., A. STEINWIDDER, R. PFISTER, J. GASTEINER, M. VESTERGAARD, T. LARSEN and W. ZOLLITSCH (2014): Do different cow types respond differently to a reduction of concentrate supplementation in an Alpine low-input dairy system? *Livestock Science* 170, 72-83.
- KESSEL, S., M. STROEHL, H.H.D. MEYER, S. HISS, H. SAUERWEIN, F.J. SCHWARZ und R.M. BRUCKMAIER (2008): Individual variability in physiological adaptation to metabolic stress during early

- lactation in dairy cows kept under equal conditions. *Journal of Animal Science* 86, 2903-2912.
- LØVENDAHL, P., C. RIDDER und N.C.FRIGGENS (2010): Limits to prediction of energy balance from milk composition measures at individual cow level. *Journal of Dairy Science* 93, 1998-2006.
- MERTENS, R. (2013): Einfluss der Laktationszahl auf Laktationskurven- und Lebendmasseverlauf von Kühen unterschiedlicher genetischer Herkunft bei Low-Input Vollweidehaltung im Berggebiet. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur. 11-48
- PRINZ, M., J. SÖLKNER und A. STEINWIDDER (2015): Einfluss einer kurzfristigen Energieunterversorgung auf Milchleistung, physiologische Parameter und das Mid-Infrarot-Spektrum der Milch von Kühen im ersten Laktationsdrittel. Universität für Bodenkultur Wien, Masterarbeit.
- PUPPEL, K. und B. KUCZYŃSKA (2016): Metabolic profiles of cow's blood; a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96, 4321-4328.
- REIST, M., D. ERDIN, D. VON EUW, K. TSCHUEMPERLIN, H. LEUENBERGER, Y. CHILLIARD, H.M. HAMMON, C. MOREL, C. PHILIPONA, Y. ZBINDEN, N. KUENZI, und J.W.BLUM. (2002): Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science* 85, 3314-3327.
- SAKOWSKI, T., B. KUCZYŃSKA, K. PUPPEL, E. METERA, K. SŁONIEWSKI und J. BARSZCZEWSKI (2012): Relationships between physiological indicators in blood, and their yield, as well as chemical composition of milk obtained from organic dairy cows. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92, 2905-2912.
- SCHENDERA, C. (2004): Datenanalyse und Datenmanagement mit dem SAS-System. R. Odenbourg Verlag München Wien.
- SEGGEWIß, S. (2004): Überprüfung der Bedeutung von Milchinhaltsstoffen für die Beurteilung der Energie-, Protein- und Strukturversorgung von HF-Kühen. Inaugural-Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover. 69-106.
- STEINWIDDER, A., T. GUGGENBERGER, J. GASTEINER, L. PODSTATZKY, L. GRUBER, J. HÄUSLER, M. GALLNBÖCK und A. SCHAUER (2009): Einfluss der Proteinversorgung auf Futteraufnahme, Milchleistung, Pansen- und Blutparameter sowie N-Ausscheidung von Milchkühen. *Züchtungskunde* 81, 106-124.
- TONI F., L. VINCENTI, L. GRIGOLETTO, A. RICCI und Y.H. SCHUKKEN (2011): Early lactation ratio of fat and protein percentage in milk is associated with health, milk production, and survival. *Journal of Dairy Science* 94, 1772-1783.
- ZAR - ZENTRALE ARBEITSGEMEINSCHAFT ÖSTERREICHISCHER RINDERZÜCHTER (2012): ZAR-Jahresbericht 2012. <https://zar.at/Downloads/Jahresberichte/ZAR-Jahresberichte.html> (06.06.2017)



# Treibhauspotenziale von 16 österreichischen Bio-Heumilchbetrieben

Stefan J. Hörtenhuber<sup>1,2\*</sup>, Anja Scheurich<sup>1,2</sup>, Rainer Weißhaidinger<sup>1</sup> und Werner Zollitsch<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Bisherige Analysen legen nahe, dass Bio-Heumilch aufgrund vergleichsweise geringer (Einzeltier-) Milchleistungen und der hohen Grundfutter- und damit Rohfaser-Anteile in der Ration signifikant höhere Emissionen als österreichische Durchschnittsmilch aufweisen. Um dem nachzugehen, wurden 16 Bio-Heumilchbetriebe aus Tirol und Salzburg detailliert hinsichtlich Treibhauspotenzial (THP) analysiert. Es lässt sich jedoch kein signifikant höheres THP der Bio-Weidemilch im Vergleich zu durchschnittlicher österreichischer Milch (Modellkalkulationen mit der gleichen Methode als hierin angewendet) ausmachen. Das Ergebnis zeigt im Mittel 0,97 kg CO<sub>2</sub>-eq je kg energiekorrigierte Milch (ECM; Median von 0,95 kg CO<sub>2</sub>-eq), welches in früheren Berechnungen auch ähnlich für alpine Betriebe oder weidebasierte Milcherzeugung gefunden werden konnte. In Summe aller Betriebe liegt das THP je kg ECM der 16 Bio-Heumilchbetriebe aufgrund von höheren Anteilen an Grundfutter und Rohfaser nur geringfügig höher als für den heimischen Durchschnitt, weil andererseits auch die THPe von Kraftfutterbereitstellung oder Aufzucht geringer liegen. Unerwartet weist laut vorliegenden Bewertungen die Gruppe der „extensiveren“ Bio-Heumilchbetriebe kein höheres THP je kg ECM im Vergleich zu „intensiveren“ Bio-Heumilchbetrieben auf. Wie vermutet, zeigen extensivere Produktionssysteme jedoch ein merklich geringeres THP je ha landwirtschaftlicher Fläche (inkl. Zukaufsfutterflächen).

*Schlagwörter:* Bio-Heumilch, Treibhausgasemissionen, Treibhauspotenzial, CO<sub>2</sub>-eq

## Summary

Previous analyses suggest that organic hay milk has a significantly higher global warming potential (GWP) than Austrian average milk. This is mainly due to comparatively low milk yields and a high dietary proportion of roughage and hence crude fibre. Sixteen organic hay milk farms from Tyrol and Salzburg were analysed in detail for their GWPs. However, we did not find a significant difference to Austrian average milk (model calculations with the same method as applied here). The results for GWP per kg ECM show an arithmetic mean of 0.97 kg CO<sub>2</sub>-eq (median of 0.95 kg CO<sub>2</sub>-eq per kg ECM), which was similar to values found in previous work for alpine organic farms or specialized pasture farms. In total, the milk of the 16 organic hay milk farms shows only slightly higher results, which are based on a high proportion of roughage and crude fibre. In contrary, the emissions from the supply of concentrate feed or from the rearing phase are slightly lower for the 16 farms than for average model farms. Unexpectedly, for group 1 of organic hay milk farms with a low input-strategy, we found an equal GWP per kg of energy corrected milk (ECM) compared to „more intensive“ organic hay milk farms (group 2; Abbildung 1 and Abbildung 2). As expected, however, less intensive farms show a 7 % lower GWP per hectare of agricultural area (including areas for bought-in feed).

*Keywords:* organic hay milk, greenhouse gas emissions, global warming potential, CO<sub>2</sub>-eq

## Einleitung

Etwa 60 % der landwirtschaftlichen Fläche Österreichs ist Dauergrünland. Die zur Verwertung des Dauergrünlands primär herangezogenen Rinder erbringen knapp 30 % des landwirtschaftlichen Produktionswerts (BM-LFUW 2016), weiters auch beträchtliche Ökosystemdienstleistungen.

Seit etwa einem Jahrzehnt gelten Rinder nicht nur als wertvolle Nutztiere, sondern sie werden auch als „Umweltsünder“ und „Klimakiller“ mit sehr geringer Umwandlungseffizienz von Futter- in Lebensmittel betrachtet (siehe bspw. HIRSCHFELD et al., 2008; STEINFELD et al., 2006).

Eine Verminderung der Rinderzahlen wird aufgrund deren

enterischer Methanemissionen an vorderer Stelle für das Reduktionspotenzial landwirtschaftlicher Emissionen erwähnt (u.a. STEINFELD et al. 2006).

Hohes Einsparungspotenzial wird dabei primär für extensive Rinderhaltung mit rohfaserreicher Fütterung genannt; im österreichischen Kontext beträfe das beispielsweise (Bio-) Heumilchbetriebe. Allerdings stammen lediglich 4 % des globalen THG-Potenzials (THPs) von Milchrindern (FAO-Studie; GERBER et al. 2010); ein ähnlicher Wert gilt auch für Österreich (HÖRTENHUBER 2011).

18% der globalen THG-Emissionen stammen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung inklusive vorgelagerter (bspw. Futterbau und Tropenwaldrodungen) und nachgelagerter Prozesse (inkl. Energiebedarf, Transporte, etc.; STEINFELD et al. 2006).

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für Biologischen Landbau, Doblhoffgasse 7/10, A-1010 Wien

<sup>2</sup> Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1190 Wien

\* Ansprechpartner: DI Dr. Stefan Josef Hörtenhuber, [stefan.hoertenhuber@fibl.org](mailto:stefan.hoertenhuber@fibl.org)

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit der Analyse von potenziellen Treibhausgasemissionen verschiedener Bio-Heumilchproduktionssysteme im Vergleich zu anderen Produktionssystemen und den zugrundeliegenden Wirkmechanismen bzw. Stellgrößen.

## Material und Methoden

**Tiere und Untersuchungsrahmen:** Die Daten für den vorliegenden Beitrag stammen von 16 Betrieben aus zwei relevanten österreichischen alpinen Milchproduktionsgebieten Pinzgau und Walchsee (Kaiserwinkel, Bezirk Kufstein/Tirol). Sämtliche Daten, z.B. zu Milchmengen und -inhaltsstoffen, Rationszusammensetzung und Konzentratfuttermengen wurden am Betrieb erhoben. Darauf aufbauend wurden weitere Parameter wie bspw. die Futteraufnahme nach GfE (2001) abgeschätzt.

**Funktionelle Einheiten:** Die Ergebnisse für THG-Emissionen beziehen sich auf einen Hektar (ha) beanspruchte landwirtschaftliche Nutzfläche inkl. Flächen für die Produktion zugekaufter Futtermittel bzw. 1 kg energiekorrigierte Milch (ECM). Sie sind mittels indirekter Systemerweiterung (siehe auch HÖRTENHUBER et al. 2010) um Koppelprodukte (d.h. Fleisch) bereinigt.

**Ökobilanzmethode und Systemgrenzen:** Die Analyse erfolgte nach der in Hörtenhuber et al. (2010) beschriebenen Methode. Für die wichtigsten THG-Emissionen beruht dies primär auf den Richtlinien von IPCC (2006) und nationalen Berechnungsmethoden (ANDERL et al. 2014ab). Die Systemgrenzen inkludieren alle Vorleistungen, z.B. den Zukauf von nicht am Betrieb produzierten Futtermitteln, exkludieren Infrastruktur-Errichtung und enden am Hoftor vor der Abholung der Milch. Die Methode berücksichtigt neben den wichtigen klimaschädlichen Gasen Methan ( $\text{CH}_4$ ), Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) und Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) auch ökosystemrelevante Stickstoffverluste (Nitrat  $\text{NO}_3^-$ , Ammoniak  $\text{NH}_3$  und Stickoxide  $\text{NO}_x$ ), d.h. deren potenzielle indirekte  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen.  $\text{N}_2\text{O}$ -Emissionen stammen v.a. von Futterflächen sowie aus dem Stall und dem Güllelager. Aus beiden letzteren Quellen stammen auch  $\text{CH}_4$ -Emission. Die größte Menge an  $\text{CH}_4$  kommt bei Wiederkäuern aus dem Vormagensystem (sogenannte „enterische Fermentation“; nach KIRCHGESSNER et al. 1995 ermittelt). Klimarelevante Kohlenstoffverluste von Landnutzungsänderungen für importierte Futtermittel wurden nach HÖRTENHUBER et al. (2011) bewertet. Weitere wichtige Emissionsquellen innerhalb der Systemgrenzen sind die Bereitstellung von Energie, d.h. Treibstoffbedarf für Transporte oder Futteranbau sowie der Stromverbrauch am Betrieb.

**Gruppen-Mittelwertvergleich:** Für einen Vergleich der THPe wurden innerhalb der Landwirtschaftsbetriebe zwei Gruppen gebildet. Gruppe 1 beinhaltet 6 „extensive“ Betriebe, d.h. solche mit sehr geringen oder geringen Konzentratfuttermengen und gleichzeitig hoher Weidezeit (>25% des Jahreszeitbudgets), sowie Betriebe mit sehr geringen Konzentratfuttermengen und geringer Weidezeit (<25% des Jahres). Gruppe 2 umfasst zehn „intensive“ Betriebe, also jene mit höheren Konzentratfuttermengen (bei gleichzeitig von hoch bis gering variierender Weidezeit; siehe auch den Beitrag von SCHEURICH et al., 2017). Zur statistischen Analyse wurde SPSS (v 24) herangezogen.

## Ergebnisse und Diskussion

Bio-Heumilchbetriebe im Vergleich zur nationalen Durchschnittsmilch: Die THP-Herdendurchschnitte je kg ECM zeigen für die 16 Betriebe mit 0,97 kg  $\text{CO}_2$ -eq im arithmetischen Mittel (Median von 0,95 kg  $\text{CO}_2$ -eq je kg ECM) ein für alpine Biobetriebe oder spezialisierte Weidebetriebe typisches Niveau, wie es auch in HÖRTENHUBER et al. (2010) gefunden wurde. Im Vergleich zu letzterer Studie weisen die meisten der 16 Betriebe ein etwas höheres produktbezogenes THP auf, das v.a. auf einem höheren Anteil Grundfutter und damit Rohfaser in der Gesamtration und dadurch auf höheren Emissionen aus der enterischen Fermentation beruht. Die Emissionen aus der Kraftfutterbereitstellung oder der Aufzucht sind dagegen bei den 16 Betrieben etwas geringer als für die Modellbetriebe. Es konnte außerdem kein signifikanter Unterschied zur österreichischen Durchschnittsmilch (nach Modellkalkulationen) ermittelt werden.

**Kein Unterschied zwischen „intensiven“ und „extensiven“ Heumilchbetrieben je kg ECM:** Wider Erwarten ergab sich bei Bezug des THPs auf Produktmengen (d.h. je kg ECM) kein (signifikanter) Unterschied zwischen intensiver und extensiver wirtschaftenden Bio-Milchviehbetrieben (Abbildung 1). Auch bei einzelnen Emissionsquellen lassen sich im Mittel der Betriebe kaum Unterschiede zwischen den Gruppen ausmachen (Abbildung 2), jedenfalls keine statistisch abgesicherten. Wie zu erwarten war, weisen je kg ECM die intensiven Betriebe geringe Vorteile bei Emissionen aus der enterischen Fermentation und der Grundfüttererzeugung auf, allerdings auch gewisse Nachteile bei zugekauftem Konzentratfutter.

**Stellgrößen und Optimierungspotenzial:** Intensivere Betriebe zeigen grundlegend ein geringes THP je kg ECM, wenn sie hohe Lebensleistungsleistungen sowie u.a. nur moderate Emissionen der Futterbereitstellung aufweisen. Extensivere Bio-Heumilchbetriebe weisen dann ein geringes THP je kg ECM auf, wenn die Nachteile der geringeren Leistungen der Kühe und der rohfaserreichen, energieärmeren Ration mit vergleichsweise hohen enterischen Methanemissionen durch andere Quellen mit geringen Emissionen (z.B. bei Aufzucht

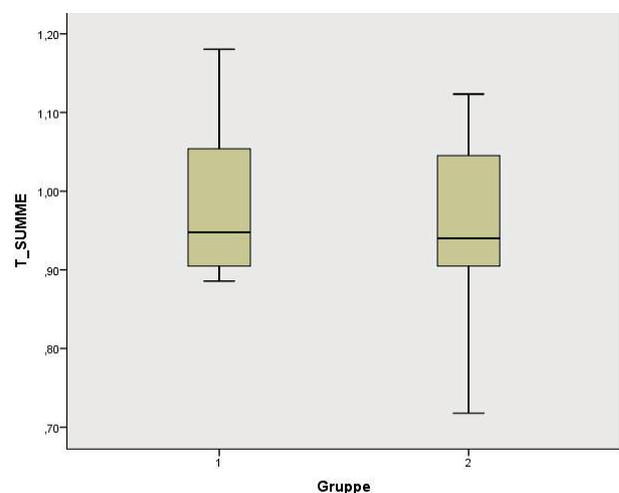


Abbildung 1: Auswertung der Treibhauspotenzial-Ergebnisse für 6 Betriebe der Gruppe 1 „Extensiv“ und für 10 Betriebe der Gruppe 2 „Intensiv“ (in kg  $\text{CO}_2$ -eq je kg ECM).

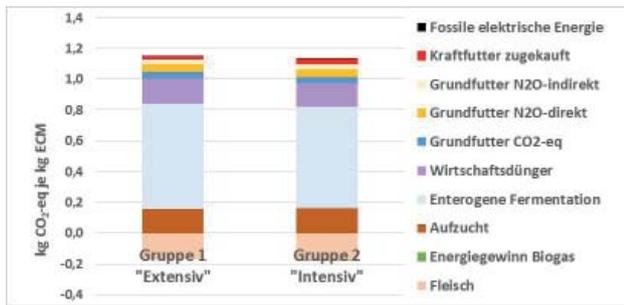


Abbildung 2: Mittlere Ergebnisse des Treibhauspotenzials (brutto) nach Emissionsquellen für 6 Betriebe der Gruppe 1 „Extensiv“ und für 10 Betriebe der Gruppe 2 „Intensiv“ (in kg CO<sub>2</sub>-eq je kg ECM).

oder Kraftfutterbereitstellung) kompensiert werden. Die extensiveren Bio-Heumilchbetriebe wiesen im Mittel 5.800 kg Leistung je Kuh und Jahr auf, die intensiveren 6.420 kg. Die Lebensstagsleistungen der Kühe sind bei annähernd gleicher Aufzuchtdauer und ähnlichen Lebensleistungen bei intensiveren Betrieben etwas höher.

Unterschiede bei Emissionen je Flächeneinheit: Neben der produktbezogenen Betrachtung von Emissionen (je kg ECM) sind flächenbezogene Ergebnisse (je ha) als Kennwerte für eine Tragfähigkeit der Produktion relevant: zwar ist auch dabei kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen feststellbar, allerdings wird trotz gleicher Emissionen je kg ECM mit etwa 5.620 kg CO<sub>2</sub>-eq je ha bei „extensiv“ um über 7 % weniger emittiert als bei „intensiv“ mit ca. 6.070 kg.

Die Lebensmittelkonversionseffizienz als ein weiterer Indikator der Nachhaltigkeitsanalyse: Das THP ist eine Kategorie von relevanten Wirkungen auf die Umwelt oder auf soziale Systeme. Zusätzlich sollten Bio-Heumilchbetriebe hinsichtlich weiterer Indikatoren untersucht werden, um deren Beitrag zu nachhaltiger Entwicklung aufzuzeigen. Die bei dieser Tagung vorgestellte Arbeit zur Lebensmittelkonversionseffizienz der gleichen 16 Heumilchbetriebe (SCHEURICH et al. 2017) zeigt sozial-ethisch relevante Nachteile der „intensiveren“ im Vergleich zur „extensiveren“ Gruppe auf.

## Literatur

ANDERL, M., FREUDENSCHUSS, A. HAIDER, S. et al. (Umweltbundesamt), 2014a: Austria's National Inventory Report 2014. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Wien. ISBN: 978-3-99004-280-9, 840 S.

ANDERL, M., HAIDER, S. JOBSTMANN, H. et al. (Umweltbundesamt), 2014b: Austria's Informative Inventory Report (IIR) 2014. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. Wien. ISBN: 978-3-99004-279-3, 367 pp.

BMLFUW (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft), 2016: Grüner Bericht 2016. 263 pp.

GERBER, P., VELLINGA, T., OPIO, C., HENDERSON, B., STEINFELD, H., 2010: Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations Animal Production and Health Division). Rom, Italien. [Available at <http://www.fao.org/docrep/012/k7930e/k7930e00.pdf>].

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie). 2001. Empfehlungen zu Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt/Main, Deutschland.

HIRSCHFELD, J., WEISZ, J., PREIDL, M., KORBUN, T., 2008: The Impact of German Agriculture on the Climate. Main Results and Conclusions. Commissioned by foodwatch e.V. Schriftenreihe des IÖW 189/08, Berlin.

HÖRTENHUBER, S., LINDENTHAL, T., AMON, B., MARKUT, T., KIRNER, L., ZOLLITSCH, W., 2010: Greenhouse gas emissions from selected Austrian dairy production systems: model calculations considering the effects of land use change. Renewable Agriculture and Food Systems 25 (4), 316-329.

HÖRTENHUBER, S.J., LINDENTHAL, T., ZOLLITSCH, W., 2011: Reduction of greenhouse gas emissions from feed supply chains by utilizing regionally produced protein sources: the case of Austrian dairy production. J SCI FOOD AGR. 91(6), 1118-1127.

HÖRTENHUBER, S., 2011: Greenhouse gas emissions from dairy production – assessment and effects of important drivers. Dissertationsschrift, Universität für Bodenkultur.

IPCC, 2006: Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, ed. by Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Kanagawa, Japan.

KIRCHGEBNER, M., WINDISCH, W., MÜLLER, H.L., 1995: Nutritional factors for the quantification of methane production. In W.V. Engelhardt, S. Leonhard-Marek, G. Breves, and D. Giesecke (Hrsg): Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction. Proceedings of the VIII International Symposium on Ruminant Physiology. p. 333–348.

SCHEURICH, A., HÖRTENHUBER, S.J., WEISSHAIDINGER, R., ZOLLITSCH, W., 2017: Lebensmittelkonversionseffizienz auf 16 Bio-Heumilchbetrieben in der Region Pinzgau/Salzburg und Walchsee/Tirol. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft 2017, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal

STEINFELD, H., GERBER, P., WASSENAAR, T., CASTEL, V., ROSALES, M., de HAAN, C., 2006: Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy.



# Lebensmittelkonversionseffizienz von 16 österreichischen Bio-Heumilchbetrieben

Anja Scheurich<sup>1,2\*</sup>, Stefan J. Hörtenhuber<sup>1,2\*</sup>, Rainer Weißhaidinger<sup>1</sup> und Werner Zollitsch<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

Die „Lebensmittelkonversionseffizienz“ (LKE) als Output von menschlich essbarem/r Protein/Energie in tierischen Lebensmitteln in Relation zum Input von menschlich essbarem/r Protein/Energie via Futtermittel stellt im Themenfeld „Angemessener Lebensstandard“ in der Sozialen Dimension einen geeigneten Indikator für eine Nachhaltigkeitsbewertung dar. Die sechs „extensiveren“ Bio-Heumilchbetriebe weisen für die Protein-LKE mit einem durchschnittlichen Faktor 5,7 ein deutlich besseres Ergebnis als die zehn „intensiveren“ Betriebe mit dem Faktor 2,6 im Mittel auf. Bei der Energie-LKE liegen die „extensiveren“ Betriebe bei einem Faktor 4,1, während die „intensiveren“ Betriebe im Mittel bei 1,7 liegen. Damit resultiert ein tendenzieller Unterschied zwischen den Intensitätsgruppen – v.a. bezüglich der Energie-LKE ( $P=0,053$ ) aber auch bezüglich der Protein-LKE ( $p=0,095$ ). Neben dem Anteil an Kraftfutter versus Grundfutter ist die Zusammensetzung des Kraftfutters entscheidend. Ein hoher Anteil an bspw. Luzernecobs oder an Müllnerei/Zuckerproduktion-Koppelprodukten wie Weizenkleie, Trockenschrot und Melasse stellt sich als sehr günstig dar. Die analysierten Betriebe erreichen durchwegs bessere Ergebnisse als sie in der Literatur gefunden wurden, wobei bei zwei Betrieben mehr potenziell menschlich verwertbare/s Protein bzw. Energie aufgewendet werden, als in Form von tierischen Lebensmitteln bereitgestellt werden.

*Schlagwörter:* Bio-Heumilch, Lebensmittelkonversionseffizienz, Kraftfutterbedarf

## Summary

The (feed to) food conversion efficiency (FCE) as the output of human edible protein and energy in animal food related to the input of human edible protein and energy in feedstuffs was identified as a suitable indicator for the social sustainability dimension. The six „low-input“ organic hay milk farms show a better protein-FCE with an average factor of 5.7 than the ten „more intensive“ farms with 2.6 on average. Regarding the energy-FCE, the „low-input“ farms have a factor of 4.1 while the „more intensive“ farms have 1.7 on average. This tends to result in a significant difference between the two farm groups – especially with respect to the energy-FCE ( $P = 0.053$ ) but also with respect to the protein-FCE ( $p = 0.095$ ). In addition to the proportion of concentrate feed versus roughage, the composition of the concentrate is crucial. A high proportion of i.a. alfalfa cobs or by-products from mills and sugar production such as wheat bran and molasses is very favourable. Most of the analysed farms achieve better results than were found in the literature, however, two farms use potentially more human-edible protein and one uses more human-edible energy than is provided in the livestock products.

*Keywords:* organic hay milk, feed to the conversion efficiency, concentrate demand

## Einleitung

Obwohl die Sinnhaftigkeit eines hohen Fleischkonsums immer öfter aufgrund von u.a. massiven Problemen in Umwelt und Ernährungssicherheit in Frage gestellt wird, deuten die wachsende Weltbevölkerung sowie steigender pro Kopf-Fleischverzehr auf einen weiter steigenden Fleischkonsum hin. In der Debatte um eine nachhaltigere Landwirtschaft spielt die Tatsache, dass ein großer Teil der weltweit angebauten Kulturpflanzen als Futtermittel verwendet werden, eine wichtige Rolle.

Die damit verbundene Ineffizienz bezüglich der Verwendung potenzieller menschlicher Lebensmittel lassen Forderungen

nach tierischen Produktionssystemen deutlich werden, die „absolute“ Futtermittel verwenden, die ohnehin nicht für den Menschen verwertbar wären (FLACHOWSKY et al. 2017). Vor diesem Hintergrund erscheint eine Eruiierung der „Lebensmittelkonversionseffizienz“ (LKE) als Output von menschlich essbarem/r Protein/Energie in tierischen Lebensmitteln in Relation zum Input von menschlich essbarem/r Protein/Energie via Futtermittel sinnvoll. Das Ziel dieser Studie ist die Auswertung der LKE von 16 Bioheumilchbetrieben aus Österreich nach einer von ERTL et al. (2015) vorgeschlagenen Methode, um damit Aussagen über einen spezifischen sozial-ethischen Aspekt nachhaltiger Tierhaltung treffen zu können.

<sup>1</sup> Forschungsinstitut für Biologischen Landbau, Doblhoffgasse 7/10, A-1010 Wien

<sup>2</sup> Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1190 Wien

\* Ansprechpartner: Anja Scheurich, BSc, [anja\\_scheurich@yahoo.de](mailto:anja_scheurich@yahoo.de)

DI Dr. Stefan Josef Hörtenhuber, [stefan.hoertenhuber@fibl.org](mailto:stefan.hoertenhuber@fibl.org)

**Tabelle 1: Eckdaten zu Milchleistung und Kraftfutteraufwand der einzelnen Betriebe: Milchleistung standardisiert für 4% Fett und 3,4% Protein; Kraftfutter schließt einen Anteil für die Aufzucht mit ein; „Getreide und Hülsenfrüchte“ beinhalten Weizen, Gerste, Körnermais, Roggen, Erbse, Ackerbohne; „Rest“ beinhaltet Weizenkleie, Sonnenblumenkuchen, Trockenschnitzel; zusätzl. ca. 3% Mineralfutter.**

	Anzahl Milchkühe	Milchleistung in kg/Kuh/Jahr	Kraftfuttermenge gesamt in kg TM/Jahr/Kuh	Anteil Getreide- und Hülsenfrüchte	Anteil Luzernepellets	Anteil Rest
Betrieb 1	15	6.039	666,7	65%	0%	33%
Betrieb 2	32	6.500	625,0	62%	0%	35%
Betrieb 3	20	7.649	590,1	67%	0%	30%
Betrieb 4	12	6.584	644,8	67%	0%	30%
Betrieb 5	17	5.892	382,4	48%	0%	50%
Betrieb 6	28	8.484	1.998,2	34%	44%	19%
Betrieb 7	12	4.880	143,6	37%	0%	60%
Betrieb 8	12	6.271	510,0	67%	0%	30%
Betrieb 9	22	5.926	545,5	67%	0%	30%
Betrieb 10	20	5.663	775,0	62%	0%	35%
Betrieb 11	12	6.743	1.053,0	41%	20%	36%
Betrieb 12	24	6.544	631,0	0%	97%	0%
Betrieb 13	13	6.479	229,0	0%	97%	0%
Betrieb 14	28	6.977	1.148,8	97%	0%	0%
Betrieb 15	7	3.764	95,4	51%	0%	46%
Betrieb 16	6	4.830	583,3	77%	0%	20%

## Material und Methoden

**Untersuchte Landwirtschaftsbetriebe:** Für die LKE-Berechnung wurden insgesamt 16 biologisch wirtschaftende Heumilchbetriebe in alpinen Regionen untersucht, von denen sich drei in der Region Pinzgau/Salzburg und 13 Kufstein/Tirol befinden. Die Betriebe sind ausschließlich familiengeführt, besitzen zwischen 8 und 45 GVE, zwischen 12 und 61 ha Dauergrünland (inklusive 0,75 ha anrechenbarer Almfläche pro gealpter GVE) und weisen eine Milchleistung zwischen 3.700 und 8.500 kg Milch pro Kuh und Jahr auf. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über Eckdaten der Betriebe.

**Datenquellen:** Die Primärdaten für die Lebensmittelkonversionseffizienz-Berechnung dieser 16 Betriebe stammen aus persönlichen Befragungen der Landwirte vor Ort. Erhobene Primärdaten umfassen Art und Menge der eingesetzten Kraftfuttermittel, durchschnittliche Milchleistung pro Kuh und Jahr, durchschnittliche Lebendmasse der Milchkühe, durchschnittliche Laktationsanzahl pro Kuh und Flächenangaben mit Angaben zur Schnitt- bzw. Weidenutzung. Die übrigen Daten, die für die LKE-Berechnung notwendig sind, wurden auf Basis verschiedener Quellen (z.B. Futterwerttabellen, RESCH et al. 2006; Futtermittelkatalog Schweiz, www.feed-alp.admin.ch) modelliert.

**Berechnung der Lebensmittelkonversionseffizienz:** Die Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE) ist definiert als der zur menschlichen Ernährung verfügbare Output in Form von tierischen Produkten dividiert durch den dem Menschen theoretisch zu Verfügung stehenden Input in Form von Futtermitteln, ausgedrückt in Bruttoenergie (MJ) und Rohprotein (kg) pro Jahr (ERTL et al. 2015).

Um den potenziell essbaren Input aus Futtermitteln zu bestimmen, war es zunächst nötig, die Zusammensetzung der eingesetzten Futtermischungen zu bestimmen: Für Selbstmischungen wurden hierfür die Angaben des Landwirtes, für Fertigfuttermischungen die Angaben von befragten Futtermühlern berücksichtigt. Schätzwerte zu den Energie- und den Rohproteingehalten der jeweiligen Futtermittel wurden mit Datenbankwerten berechnet und der potenziell essbare Anteil der Energie- und Rohproteingehalte wurden aus ERTL

et al. (2015) übernommen. Für Letztere schätzten ERTL et al. (2015) drei verschiedene Szenarien ab: eine niedrige, mittlere und hohe Ausbeute an menschlich essbaren Anteilen der Futtermittel – bedingt durch Verzehrsgewohnheiten und technische Standards in der Verarbeitung. Die hier dargestellten LKE-Berechnungen stützen sich allesamt auf das mittlere Szenario. Dies bildet die aktuellen (technischen) Standards für die menschlich verwertbaren Anteile an den spezifischen Lebens-/ Futtermitteln ab. Für die von einem Teil der LandwirtInnen verwendeten Luzernecobs wurde hier allerdings eine Ausnahme gemacht. Statt dem eigentlich für den Menschen verfügbaren Anteil von 0 wurde hier 0,1 angenommen; dies, um zu berücksichtigen, dass Luzerne eine potenzielle Verdrängung anderer – menschlich verwertbarer – Kulturen/Lebensmittel mit sich bringt

Der geschätzte essbare Anteil (in %) eines spezifischen Futtermittels wurde mit seinem Energie- bzw. Proteingehalt (in MJ bzw. kg Protein) und der eingesetzten Menge in kg Trockenmasse multipliziert. Die Kraftfuttermengenangaben der Landwirte wurden zunächst um den Anteil, der an die jeweilige Nachzucht verfüttert wird, bereinigt und dann um eine für alle Landwirte standardisierten Menge für die Nachzucht wieder angehoben. Dieser Zuschlag für die Aufzucht wurde nach typischen Rationen aus STEINWIDDER (2003) wie im Projekt „Efficient cow“ (HÖRTENHUBER und ZOLLITSCH 2016) gerechnet.

Der menschlich verwertbare Output setzt sich aus den Energie- und Rohproteinmengen in der verkauften Milch sowie aus dem verkauften Fleisch in einem Jahr zusammen. Die verkaufte Milch wurde auf 4% Fett und 3,4% Eiweiß standardisiert (energy corrected milk, ECM). Somit wurden Milchinhaltsstoffe von 34 g Rohprotein und 3,17 MJ/kg Milch unterstellt (BUTTCHEREIT et al. 2010). Die Menge an Fleisch von Altkühen, die pro Jahr den Hof verlässt, wurde aus dem Durchschnittsgewicht der Kühe eines Betriebs geteilt durch die durchschnittliche Laktationsanzahl berechnet. Für die Kalb-Lebendmasse wurden standardmäßig 45 kg angenommen. Der für den Menschen essbare Anteil vom Lebendgewicht einer Kuh bzw. eines Kalbes wurde in Anlehnung an ERTL et al. (2015) mit 38 % beziffert.

Zur statistischen Analyse wurde SPSS (v 24; T-Test für Gruppenmittelvergleiche) herangezogen.

Gruppierung der Bioheumilchbetriebe: Für einen Vergleich der LKE wurden innerhalb der Landwirtschaftsbetriebe zwei Gruppen gebildet. Gruppe 1 (6 Betriebe; „extensiv“) beinhaltet Betriebe mit „sehr geringen“ (< 50g Kraftfutter je kg ECM) oder „geringen“ (50-100g Kraftfutter je kg ECM) Kraftfuttergaben und gleichzeitig hoher Weidezeit (>25% des Jahreszeitbudgets), sowie Betriebe mit sehr geringen Kraftfuttergaben und geringer Weidezeit (<25% des Jahres). Gruppe 2 (10 Betriebe; „intensiv“) beinhaltet Betriebe mit höheren Kraftfuttergaben (>100g Kraftfutter je kg ECM).

## Ergebnisse und Diskussion

Bio-Heumilchbetriebe der vorliegenden Studie im Vergleich: Im Mittel weisen die sechs „extensiveren“ Betriebe aus Gruppe 1 den Faktor 5,7 für Protein-LKE bzw. den Faktor 4,1 für Energie-LKE auf. Die 10 „intensiveren“ Betriebe aus Gruppe 2 zeigen im Mittel den Faktor 2,6 für Protein-LKE und 1,7 für Energie-LKE. Damit ergibt sich ein tendenzieller Unterschied zwischen den Gruppen v.a. bezüglich der Energie-LKE ( $P=0,053$ ) aber auch bezüglich der Protein-LKE ( $p=0,095$ ).

Der Unterschied zwischen den Gruppen resultiert einerseits aus der gefütterten Kraftfuttermenge an sich, andererseits aber auch besonders aus der übrigen Rationszusammensetzung. So schneiden beispielsweise Betriebe, die überwiegend (oder sogar ausnahmslos wie Betrieb 12 und 13 aus Gruppe 1) Luzernecobs als Kraftfutter verwenden, in der LKE-Berechnung besonders gut ab, da deren potenzieller Beitrag zur menschlichen Ernährung als minimal (0,1) angenommen wurde. Überdies spielt auch für den Output die Höhe der Durchschnittsmilchleistung eine wichtige Rolle.

Bio-Heumilchbetriebe im Vergleich zu Literaturergebnissen: Der Vergleich dieser Ergebnisse mit den Ergebnissen aus dem Projekt „Nachhaltige Milch“ (HÖRTENHUBER et al. 2013) welche in ERTL et al. (2015) für die LKE-Berechnung herangezogen wurden, zeigt, dass die 6 „extensiveren“ Weidebetriebe sehr hohe Lebensmittelkonversionseffizienz aufweisen. Die sieben Biobetriebe aus „Nachhaltige Milch“ wiesen im Mittel bei der Protein-LKE den Faktor 2,67 (1,67-4,58) und bei der Energie-LKE den Faktor 1,77 (1,03-2,85) auf. Zwei Betriebe der „intensiveren“ Gruppe weisen jedoch auch sehr geringe LKE auf: fürs Protein liegen diese bei 0,65 bzw. bei 0,95, für Energie bei 0,74 bzw. 1,52. Dies bedeutet, dass – abgesehen vom letzten Wert – in diesen Betrieben mehr potenziell menschlich verwertbare/s Protein bzw. Energie aufgewendet werden, als in Form von tierischen Lebensmitteln bereitgestellt wird. Allerdings konnten ERTL et al. (2016) zeigen, dass die LKE tierischer Produkte allgemein ansteigt, sobald die Proteinqualität von Inputs und Outputs mitberücksichtigt wird; dies lässt erwarten, dass auch bei den beiden sehr „intensiven“ Betrieben ein Ergebnis über 1,0 resultieren würde. Die im Vergleich zum Durchschnitt der 16 Betriebe etwas niedrigeren Ergebnisse in ERTL et al. (2015) sind zum Teil auch methodisch begründet, weil in ERTL et al. (2015) das Fleisch der unveränderten Lebendmasse im Bestand der (Alt-) Kühe (falls keine Zugänge und Verkäufe) nicht als Output aliquot je kg ECM abgeschrieben wurde. Für die 16 Weidemilchbetriebe wurde im Mittel außerdem eine

deutlich höhere Menge an verfütterten Luzernecobs (19%) und den Müllneri/Zuckerproduktion-Koppelprodukten Weizenkleie (18%) und Trockenschnitzel bzw. Melasse (5%) verglichen mit der Ration der Nachhaltige Milch-Biobetriebe gefunden. Dies wirkt sich positiv auf die LKE aus, da diese Futtermittel nur niedrige für den Menschen verwertbare Energie- und Proteinanteile aufweisen.

Insgesamt weisen 14 der 16 Betriebe eine annehmbare bis sehr gute LKE auf, was daraus resultiert, dass die Nutzung von Grünland eine essentielle Rolle in diesen Produktionssystemen spielt. Die Betriebe, die wenig Kraftfutter einsetzen und gleichzeitig längere Weidezeiten haben, schneiden tendenziell besser als die restlichen Betriebe ab.

Ausblick und weitere Indikatoren der Nachhaltigkeitsanalyse: In Zukunft wäre es außerdem noch interessant zu berücksichtigen, welche Grünlandstandorte (ausschließlich/primär) als Grünland genutzt werden sollen und wo solche Nutzungen unter Umständen Ackerflächen, auf denen für den Menschen Kulturpflanzen angebaut werden können, verdrängen. Damit scheint die Frage nach der Ernährungs-

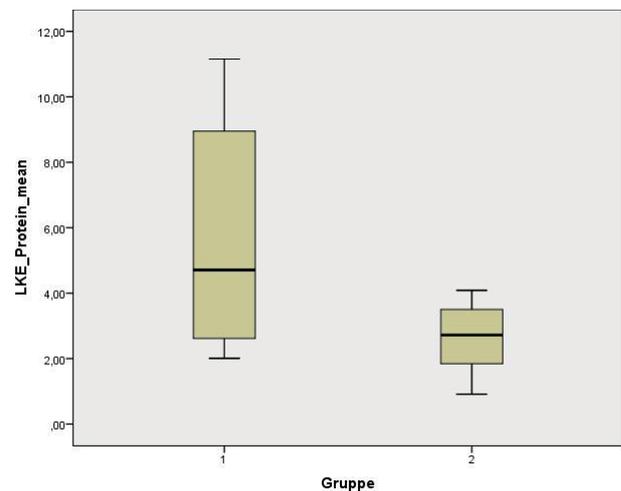


Abbildung 1: Mittlere Protein-Lebensmittelkonversionseffizienz LKE für 6 Betriebe der Gruppe 1 „Extensiv“ und für 10 Betriebe der Gruppe 2 „Intensiv“.

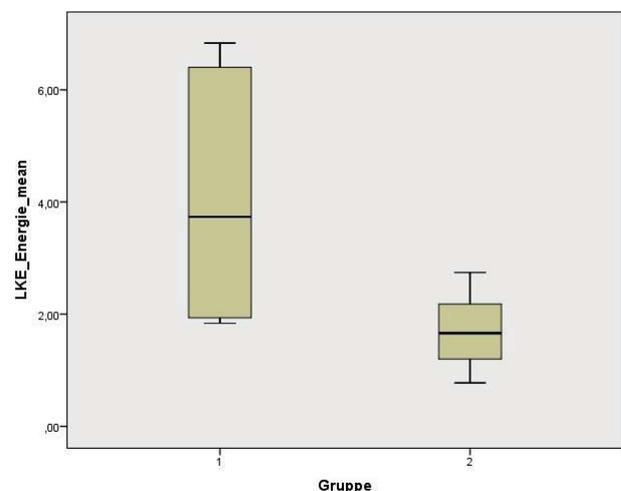


Abbildung 2: Mittlere Energie-Lebensmittelkonversionseffizienz LKE für 6 Betriebe der Gruppe 1 „Extensiv“ und für 10 Betriebe der Gruppe 2 „Intensiv“.

sicherheit im Zusammenhang mit tierischen Lebensmitteln angemessen beantwortbar.

Die Lebensmittelkonversionseffizienz stellt nur einen Aspekt der Sozialen Dimension dar, der nach SAFA-Richtlinien (FAO 2013) dem Thema des „Angemessenen Lebensstandards“ zugeordnet ist und der in der Frage um eine zukunftsfähige Tierproduktion von Bedeutung ist. Um ein ganzheitlicheres Bild von „Nachhaltigkeit“ zu zeichnen, müssen klarerweise auch viele andere relevante Faktoren wie Wassernutzung, Energieinput (z.B. nicht erneuerbare Ressourcen), Abfallproduktion und Treibhausgaspotentiale mitberücksichtigt werden. Zum Teil besteht die Gefahr von Zielkonflikten: Beispielsweise bleibt die Frage, ob dem ethischen Vorteil der „extensiven Weidemilch“ und ihrer durchweg positiv zu wertenden LKE Nachteile bei effizienzbeeinflussten Umweltwirkungen wie den Treibhausgasemissionen je kg Milch gegenüberstehen. Ein weiterer Beitrag dieser Konferenz bzw. dieses Tagungsbandes beschäftigt sich mit Treibhausgasemission – siehe HÖRTENHUBER et al. (2017).

## Literatur

- BUTTCHEREIT, N., STAMER, E., JUNGE, W., THALLER, G., 2010: Evaluation of five models fitted for fat:protein ratio of milk and daily energy balance. *J. Dairy Sci.* 93, 1702–1712. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2198>.
- ERTL, P., KLOCKER, H., HÖRTENHUBER, S., KNAUS, W., ZOLLITSCH, W., 2015: The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agricultural Systems*, 137, 119-125.
- ERTL, P., KNAUS, W., ZOLLITSCH, W., 2016: An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. *animal* 10, Issue 11  
DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731116000902>
- FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), 2013: SAFA Guidelines - Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems Version 3.0. Rom, Italien. 271 pp.
- FLACHOWSKY, G., MEYER, U., SÜDEKUM, K.-H., 2017: Land Use for Edible Protein of Animal Origin – A Review. *Animals* 7(3): 25. <http://doi.org/10.3390/ani7030025>.
- HÖRTENHUBER, S., KIRNER, L., NEUMAYR, C., QUENDLER, E., STRAUSS, A., DRAPELA, T., ZOLLITSCH, W. 2013: Integrative Bewertung von Merkmalen der ökologischen, ökonomischen und sozial-ethischen Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Produktionssysteme am Beispiel von Milchproduktionssystemen. [https://www.dafne.at/dafne\\_plus\\_homepage/index.php?section=dafneplus&content=result&come\\_from=homepage&&project\\_id=3197](https://www.dafne.at/dafne_plus_homepage/index.php?section=dafneplus&content=result&come_from=homepage&&project_id=3197).
- HÖRTENHUBER, S., ZOLLITSCH, W., 2016: Efficient cow – Projektteil “Arbeitspaket 7: Modellierung der Effekte der unterschiedlichen Produktionseffizienz auf der Ebene Einzeltier auf die Treibhausgas-Emissionen relevanter Milchproduktionssysteme”.
- HÖRTENHUBER, S.J., SCHEURICH, A., WEISSHAIDINGER, R., ZOLLITSCH, W., 2017: Treibhauspotenziale von 16 österreichischen Bio-Heumilchbetrieben. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft 2017, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal
- STEINWIDDER A., 2003: Qualitäts-Rindermast im Grünland. Mutterkuhhaltung und Jungrinder, Ochsen-, Kalbinnen- und Bullenmast. Leopold Stocker Verlag, Graz.