

Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau  
der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V.

# 60. Jahrestagung in Luxemburg

---

## Weidetagung Tagungsband



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Agriculture,  
de la Viticulture et de la  
Protection des consommateurs

Administration des services techniques  
de l'agriculture



# Inhaltsverzeichnis

## Beiträge

### Weide-Triebwegbefestigungen im direkten Vergleich

STEINWIDDER, A., ROHRER, H., HÄUSLER, J., STARZ, W. .... 7

### Kontinuierliche Messung des reticulo-ruminalen pH-Werts im Tagesverlauf bei laktierenden Milchkühen mit einem hohen Rationsanteil an frischem Wiesenfutter

F. AKERT<sup>1,3</sup>, P. HOFSTETTER<sup>2</sup>, A. MÜNGER<sup>4</sup>, H.J. FREY<sup>2</sup>, S. PROBST<sup>1</sup>, R. PETERMANN<sup>2</sup> UND B. REIDY<sup>1</sup> ..... 11

### GPS-GSM Ortungssystem zum Monitoring von Rindern und zur Analyse der Weidenutzung in alpinen Regionen

J. MAXA, S. THURNER UND G. WENDL ..... 15

### Wie sich Milchproduktionssysteme mit Eingrasen optimieren lassen - Projekt Hohenrain II

P. HOFSTETTER<sup>1</sup>, S. PROBST<sup>2</sup>, F. AKERT<sup>2</sup>, H.-J. FREY<sup>1</sup>, L. KNEUBÜHLER<sup>2</sup>, E. MULSER<sup>2</sup>, P. SPERLING<sup>2</sup>, B. REIDY<sup>2</sup> ..... 21

### Optimiertes Weidemanagement - smart grazing - Vorstellung eines EIP-Projektes zur Entwicklung eines Weidemanagementtools in Zusammenarbeit mit landwirtschaftlichen Praxisbetrieben

T. PETERS, C. KLUSS, T. REINSCH, R. LOGES, F. TAUBE ..... 23

### Saisonaler Verlauf des Graswachstums und Vergleich der Futterqualität von Weide- und Eingrasflächen

L. KNEUBÜHLER<sup>1</sup>, F. AKERT<sup>1</sup>, H.-J. FREY<sup>2</sup>, H. SCHMID<sup>2</sup>, B. REIDY<sup>1</sup> ..... 27

### Futterqualität und Produktivität beweideten Grünlands im ökologischen Landbau – Einflussfaktoren für effektive Weidenutzung

L. MORGENSTERN<sup>1</sup>, A. SCHMITZ<sup>2</sup>, M. MORGENSTERN<sup>2</sup>, J. ISSELSTEIN<sup>2</sup> ..... 33

### Wie beeinflussen Relief und Pflanzenbestand das Weideverhalten einer Mutterkuhherde auf heterogenem Niedermoor?

PICKERT, J.<sup>1</sup>, MÜLLER, J.<sup>2</sup>, FISCHER, A.<sup>1</sup>, BEHRENDT, A.<sup>1</sup> ..... 39

### Untersuchungen zur Nutzung des MIR-Spektrums der Milch von Kühen zur Abschätzung der Weidefutteraufnahme

STEINWIDDER, A.<sup>1</sup>), KLAFFENBÖCK, M.<sup>2</sup>), FASCHING, C.<sup>3</sup>), TERLER, G.<sup>3</sup>), GRUBER, L.<sup>3</sup>), MÉSZÁROS, G.<sup>2</sup>), SÖLKNER, J.<sup>2</sup>) ..... 45

### Eignung von Wisenten und Przewalski-Pferden zur Pflege eines ausgewiesenen FFH-Gebietes mit ehemaliger militärischer Nutzung

L. ZIELKE<sup>1</sup>, A. BERGER<sup>1</sup>, J. MÜLLER<sup>2</sup>, N. WRAGE-MÖNNIG<sup>2</sup> ..... 49

### Anpassung der Beweidung auf Almen und Alpen auf Grund des fortschreitenden Klimawandels

S. STEINBERGER, H. SPIEKERS ..... 53

### Stall- und weidebasierte Milchproduktionssysteme – Modellbetriebsanalysen zur Wirtschaftlichkeit unter österreichischen Produktionsbedingungen

WOLFFHALER, J.<sup>1,2</sup>), STEINWIDDER, A.<sup>1</sup>), FREY, H.<sup>3</sup>), HOFSTETTER, P.<sup>4</sup>), GAZZARIN, C.<sup>5</sup>), KIRCHWEGGER,<sup>2</sup>) S., KANTELHARDT, J.<sup>2</sup>) ..... 59

### Stall- und weidebasierte Milchproduktionssysteme – Analysen zur Lebensmittelkonversionseffizienz

STEINWIDDER, A.<sup>1</sup>), FREY, H.<sup>2</sup>), HOFSTETTER, P.<sup>3</sup>), GAZZARIN, C.<sup>4</sup>), STARZ, W.<sup>1</sup>) ..... 63



# Beiträge



# Weide-Triebwegbefestigungen im direkten Vergleich

STEINWIDDER, A., ROHRER, H., HÄUSLER, J., STARZ, W.

HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Bio-Institut, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal, Österreich;

andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at

## Einleitung und Problemstellung

Bei Weidehaltung müssen Milchkühe zweimal täglich von der Weide in den Stall und auch wieder zurück gehen. Es ist daher sinnvoll, tiergerechte, Triebwege zu errichten. Die Triebwege sollten kostengünstig und arbeitszeitsparend errichtet werden können, zumindest 10 – 20 Jahre ohne größeren Aufwand halten und möglichst viele Weideflächen erschließen. Optimal für die Rinder sind trockene und bei langen Wegstrecken weiche Triebwegausführungen. Wenn Tiere über morastige Wege gehen müssen, steigen das Risiko für Klauen- und Eutererkrankungen und die Gefahr einer Futterverschmutzung, die wiederum zu einem verstärkten Auftreten von Durchfällen in bzw. nach Regenperioden führen kann (AGFF, 2004). Am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurde, in Anlehnung an die Empfehlungen des AGFF-Infoblatts zur Triebweggestaltung, ein Triebwegschaugarten errichtet (vergl. AGFF, 2004, STEINWIDDER u. STARZ, 2015). Dieser ermöglicht es LandwirtInnen unterschiedliche Systeme direkt zu vergleichen. Weiter kann durch die Versuchsherde des Bio-Institutes der HBLFA Raumberg-Gumpenstein deren Eignung für die tägliche Verwendung getestet werden. Im vorliegenden Beitrag sollen die bis jetzt gewonnenen Erfahrungen dargestellt und daraus Empfehlungen abgeleitet werden.

## Material und Methoden

- Seit 2009 besteht am Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Triebwegschaugarten mit unterschiedlichen Ausführungsvarianten. Der Triebweg wird von der Milchviehherde (30 Tiere) praktisch über die gesamte Vegetationsperiode täglich benutzt. Unmittelbar nach dem Stalltor steht den Tieren ein 3-5 m breiter Triebwegbereich zur Verfügung. Nach dem Austriebsbereich verringert sich die Wegbreite je nach Gelände auf etwa 1,8 bis 2,5 m Breite. Da sich alle Tiere entweder vom Stall auf die Weide oder von der Weide zum Stall bewegen („kein Pendelverkehr“) ist diese Breite ausreichend. Bei der Wegerrichtung wurde über die gesamte Wegstrecke der Humus 40-60 cm tief abgegraben und eine grobe Rollierung aufgebracht. Seitlich wurden bei Bedarf Befestigungen oder Drainagerohre mitverlegt. Auf diese Unterlage wurden die folgenden Triebwegausführungsvarianten verlegt:
- **Hackschnitzel** (vorwiegend Fichtenholzspäne, Schütthöhe 10-15 cm)
- **Ausrangierte Spaltenbodenelemente** aus der Schweinehaltung auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt und die Spalten mit Sand aufgefüllt
- **Beton-Rasengittersteine** aus dem Gartenbau (40 x 40 cm, Höhe 8 cm, Quadratlochung 8,5 cm, Stegbreite 5,5 cm) auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt und mit Sand aufgefüllt
- **Kunststoffgitter aus dem Böschungsbau** (Multifunktionsplatten XXL; ca. 0,68 m<sup>2</sup> pro Platte; ca. 59 x 116 cm, 4 cm Höhe; Rundlochungsdurchmesser ca. 6,5 cm, Stegbreiten zwischen Löchern 0,5-2 cm; HD-PE-Recyclingmaterial; Firma Ritter) auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt und mit Sand aufgefüllt
- **Kunststoffplatten aus der Pferdehaltung** (BELMONDO; 75 x 57,5 cm, 5 cm Höhe, Sechskant-Wabenlochung, ca. 5 cm Durchmesser, Stegbreite zwischen den Löchern 2 cm, Vertrieb durch die Firma Kraiburg) auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt und mit Sand aufgefüllt
- **Kunststofflochmatten** (LOMAX, Höhe 24 mm, 110 x 175 cm, Rundlochgröße 30 mm, Stegbreite 20-25 mm, Grip-Oberfläche; Firma Kraiburg), auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt und mit Sand aufgefüllt
- **Kunststoffmatten** für steile Wege (MONTA, Höhe 24 mm, 65 (130) x 200 cm, erhabenes Rippenprofil V-förmig; Firma Kraiburg), auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt
- **Ausrangierte Liegeboxenmatten** (2 cm Höhe) auf einer dünnen Kiesausgleichsschicht verlegt und an den Stößen auf Lärchenholzkanten verschraubt
- **Sand-Schottergemisch** (unterschiedliche Körnung) feucht ausgebracht und verdichtet)

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse und Empfehlungen zu den unterschiedlichen Triebwegausführungen zusammengefasst. Wie die Auflistung zeigt, muss die Auswahl des Systems bestmöglich auf die Betriebsgegebenheiten und Nutzungswünsche abgestimmt werden. Unabhängig vom System muss mit unterschiedlichen Kosten für die Errichtung gerechnet werden. Wenn Weiden neu angelegt werden, sollte aus Zeit- und Kostengründen auf kurze Triebwege Wert gelegt werden. Bei der Wegerrichtung können bei Bedarf Leitungen für Wasser und Strom mitverlegt werden.

Tab.1: Vor- und Nachteile der verschiedenen Triebwegausführungen (siehe auch AGFF, 2004)

Variante	Empfehlungen/Vor- und Nachteile,	Materialkosten ohne Untergrund!
<b>Hackschnitzel</b>	weich; rasche Errichtung; sehr flexibel; Naturprodukt; Dauerhaftigkeit sehr eingeschränkt - rasche „Kompostierung“ vor allem an Feuchtstellen und in Schattenbereichen bzw. Vertiefungen; nicht geeignet für nasse Böden; darf nicht direkt auf Humusboden gestreut werden – daher auf Rollierung und/oder Vlies aufbringen; bombierte Ausführung wichtig; jährliches Ersetzen der obersten Schicht notwendig; bedingte Befahrbarkeit;	3-5 Euro/m <sup>2</sup>
<b>Kunststoffgitter aus dem Böschungsbau</b> (z.B. Multifunktionsplatten XXL; Ecoraster)	Haltbarkeit gut; einfache Verlegung auf ebenem Untergrund; Verbundverlegung durch Verbindungselemente möglich; leichtes Baumaterial; Eignung für nasse Bereiche; je nach Ausführung kann eine Abdeckung mit Holzspänen zum Schutz der Klauen notwendig sein; Nicht jede Variante begrünbar; ebener Untergrund erforderlich; bedingte Befahrbarkeit (je nach Produkt); bedingt rutsicher daher Rutschgefahr bei Steigungen; Kosten teilweise hoch	10-15 Euro/m <sup>2</sup> (je nach Material und Abnahmemenge)
<b>Kunststoffplatten</b> (z.B. Belmondo)	Haltbarkeit gut; einfache Verlegung auf ebenem Untergrund; Verbundverlegung durch Verbindungselemente möglich; leichtes Baumaterial; Eignung für nasse Bereiche; je nach Ausführung kann eine Abdeckung mit Holzspänen zum Schutz der Klauen notwendig sein; Nicht jede Variante begrünbar; ebener Untergrund erforderlich; bedingte Befahrbarkeit (je nach Produkt); nicht rutsicher - Rutschgefahr bei Steigungen; Kosten hoch	20-25 Euro/m <sup>2</sup>
<b>Kunststofflochmatten</b> (z.B. LOMAX)	Haltbarkeit gut; einfache Verlegung; passt sich Untergrund an; Verbindungselemente (beständige Kabelbinder oder z.B. verschraubt auf Holzkanter); Eignung für nasse Bereiche; vorübergehende Nutzung möglich; leichtes Baumaterial; keine Abdeckung mit Holzspänen zum Schutz der Klauen notwendig; nicht begrünbar; bedingte Befahrbarkeit; nicht rutsicher bei Steigungen; Kosten hoch	31 Euro/m <sup>2</sup> (LOMAX bei Palettenabnahme)
<b>Kunststoffmatten für Steigungen</b> (z.B. MONTA)	Haltbarkeit gut; für Gefälle über 6 % (bis max. 15 %) durch V-Rippenprofil und Erhebungen geeignet; Befestigung auf Untergrund bei starken Steigungen notwendig (verschrauben auf Beton); leichtes Baumaterial; keine Abdeckung mit Holzspänen zum Schutz der Klauen notwendig/möglich; nicht begrünbar; bedingte Befahrbarkeit; rutsicher auf leichten Steigungen; Kosten sehr hoch	48-52 Euro/m <sup>2</sup> (MONTA bei Palettenabnahme)
<b>Ausrangierte Liegeboxenmatten</b>	Haltbarkeit gut; Verfügbarkeit unterschiedlich, verlegbar auch ohne tiefe Drainage; Eignung für nasse Bereiche; geringes Gewicht der Elemente; Rutschgefahr bei Steigungen; Verbindungselemente (verschrauben auf Holzkanter) notwendig	2-6 Euro/m <sup>2</sup>
<b>Beton-Rasengittersteine</b>	Haltbarkeit gut; erhältlich in jedem Baumarkt; Verlegeaufwand hoch (kleine und schwere Elemente, keine Verbindungsstücke); Eignung für nasse Bereiche; Befahrbarkeit je nach Produkt; Schutzschicht für Klauen zumeist notwendig (dann nicht begrünbar)	12-15 Euro/m <sup>2</sup> (Je nach Abnahmemenge und Stärke)
<b>Alte Spaltenböden-elemente</b> (Schwein/Rind)	Haltbarkeit gut; preiswert; begrünbar; Eignung für nasse Bereiche; verlegbar auch ohne tiefe Drainage; Verfügbarkeit unterschiedlich; hohes Gewicht der Elemente; Rutschgefahr bei Steigungen; saubere Verlegung (Unebenheiten bei Stößen vermeiden) notwendig	Je nach Verfügbarkeit: 2-8 Euro/m <sup>2</sup>



<b>Asphalt/Beton</b> (vergl. AGFF, 2004)	Haltbarkeit gut; frostsicherer Unterbau wichtig (teuer); Asphalt: mind. 6 % Bitumen, ≥8 cm Höhe; Beton: Qualität C30/37 oder höher, ≥12 cm Höhe; Säurebeständigkeit bei Asphalt wichtig, Eignung für nasse Bereiche; Bewilligungspflicht in manchen Ländern; Rutschgefahr; harter Untergrund daher nicht gut für lange Wege geeignet; nicht begrünbar; sehr teuer	15-35 Euro/m <sup>2</sup> (inkl. Unterbau 35-70 Euro/m <sup>2</sup> )
<b>Sand-Schotter-Gemisch</b>	Haltbarkeit gut; Eignung für nasse Bereiche; Eignung für Steigungen bis 10 %; geeignetes Material (Körnung; unterschiedliche Größen) wichtig; zu grobes Material kann zu Klauenverletzungen führen; Humus sollte entfernt werden, Schichtdicke über 10 cm; bei Errichtung gut anfeuchten und gut walzen	10-20 Euro/m <sup>2</sup>

Die Dauerhaftigkeit hängt in jedem Fall wesentlich davon ab, wie das Wasser abfließen kann. Das Aufbringen einer Rollierung und das Verlegen von Drainagen sowie ein seitliches Gefälle (bombierte Wegausführung) wirken sich günstig auf die Lebensdauer aus.

Durch eine optimale Abstimmung der Wegbreite auf die Herdengröße können oft deutlich Kosten gespart werden. Wenn kein Pendelverkehr stattfindet, reichen bei kleinen Herden oft nur sehr schmale, gut ausgestattete Triebwegbereiche (70-100 cm + jeweils 20-40 cm Seitenbereich à 1,5-2 m Zaunabstand), welche von den hintereinandergehenden Tieren tatsächlich benutzt werden. Die Ein- und Austriebsbereiche sollten aber auch hier breiter ausgeführt werden. Bei Herden über 50 Kühen sind Triebwegsbreiten von 3-4 m günstig, da sonst der Eintrieb sehr zeitaufwändig ist.

Werden Triebwege mit schweren Fahrzeugen benutzt, dann muss auch der Untergrund entsprechend ausgeführt werden, um eine Spurrillenbildung zu verhindern.

Wenn Triebwege über steilere Bereiche (Gefälle über 6 %) führen, dann müssen rutschsichere Ausführungen verwendet werden. Dazu zählen je nach Steilheit die Varianten Hackschnitzel, Sand-Schottergemisch, Kunststoffgitter mit Hackschnitzelaufgabe sowie spezielle Kunststoffmatten für steile Wege (z.B. MONTA). Steigungen über 30 % sollten mit Treppen überwunden werden. Die optimale Stufenhöhe liegt zwischen 15 und 30 cm, zu niedrige Stufen und ungleich hohe Stufen sind „Stolperstufen“. Wichtig ist auch, dass die Auftrittsbreite zwischen den Stufen zumindest 50-60 cm bzw. (noch günstiger) >120 cm beträgt. Die Auftrittsflächen müssen in jedem Fall besonders rutschsicher sein.

Die beschriebenen Triebwegsysteme können auch im Bereich von Wasserstellen verwendet werden.

## Literatur

AGFF (ARBEITSGEMEINSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DES FUTTERBAUES) (2004): Weide von Milchkühen – Zugangswege zu den Weiden: nützlich oder unnötig? Herausgeber AGFE Zürich, Info-Blatt W14, 2 S.

STEINWIDDER, A., STARZ, W. (2015): Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen. Stocker Verlag, 300 S.



# Kontinuierliche Messung des reticulo-ruminalen pH-Werts im Tagesverlauf bei laktierenden Milchkühen mit einem hohen Rationsanteil an frischem Wiesenfutter

F. AKERT<sup>1,3</sup>, P. HOFSTETTER<sup>2</sup>, A. MÜNGER<sup>4</sup>, H.J. FREY<sup>2</sup>, S. PROBST<sup>1</sup>, R. PETERMANN<sup>2</sup> UND B. REIDY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen, Schweiz

<sup>2</sup> Berufsbildungszentrum für Natur und Ernährung BBZN, Hohenrain/Schüpfheim, Schweiz

<sup>3</sup> ETH Zürich, Institut für Agrarwissenschaften, Zürich, Schweiz

<sup>4</sup> Agroscope, Institut für Nutztierwissenschaften, Posieux, Schweiz

franziska.akert@bfh.ch

## Einleitung und Problemstellung

Subklinische Pansenazidose ist eine häufige Stoffwechselstörung bei Milchkühen (PLAIZIER *et al.*, 2008; O'GRADY *et al.*, 2008). Davon betroffen sind vor allem Kühe mit einer hohen Milchleistung, deren Rationen einen hohen Anteil an leichtverdaulichen Kohlenhydraten enthalten. Dieser kann zu einer Akkumulation von organischen Säuren in den Vormägen führen, wodurch der pH-Wert in den Vormägen sinkt. Ist der reticulo-ruminale pH-Wert über längere Zeit auf einem tiefen Niveau, spricht man von einer subklinischen Pansenazidose. Die unterschiedlichen Messverfahren und Zeitpunkte der Messungen erschweren jedoch die Definition von allgemeinen Grenzwerten, weshalb diese kontrovers diskutiert werden. Gemäss der Definition von KLEEN *et al.* (2003) leiden Kühe mit einem reticulo-ruminalen pH-Wert unter 5.5 an subklinischer Pansenazidose, pH-Werte über 5.8 werden als unkritisch bewertet. Da es sich bei der subklinischen Pansenazidose um eine komplexe Stoffwechselstörung handelt und die Symptome nicht spezifisch sind, ist es meist schwierig diese zu diagnostizieren. Häufig führt sie zu einem reduzierten Futterverzehr und einer reduzierten Milchleistung. Weitere Gesundheitsprobleme wie Durchfall, Klauenrehe und Leberabszess können auch Folgen einer subklinischen Pansenazidose sein (PLAIZIER *et al.*, 2008).

Das Risiko für eine subklinische Pansenazidose zu Beginn der Laktation kann auch in intensiven Weidesystemen mit Kraftfutterergänzung auftreten, wie die Untersuchungen aus Irland von O'GRADY *et al.* (2008) gezeigt haben. Mit den Aufzeichnungen des reticulo-ruminalen pH-Wertes von Kühen in Milchproduktionssystemen mit einem hohen Rationsanteil an frischem Wiesenfutter hat diese Studie zum Ziel, den Effekt von Kraftfutter in Kombination mit frischem Wiesenfutter zu untersuchen sowie die Auswirkungen der unterschiedlichen Futtervorlage von Grünfutter zu analysieren.

## Material und Methoden

### *Tiere und Fütterung*

Die Untersuchungen wurden im April 2015 auf dem Gutsbetrieb des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung in Hohenrain (LU, Schweiz) durchgeführt. 12 Milchkühe der Rassen Holstein, Braunvieh und Swiss Fleckvieh sowie der Kreuzung Holstein-Friesian x Jersey (Kiwi Cross) wurden mit Langzeitsonden zur Messung des reticulo-ruminalen pH-Wertes und der Temperatur ausgestattet. Im Rahmen des Systemvergleichs Hohenrain II (HOFSTETTER *et al.*, 2014) wurden je sechs Kühe aus den Fütterungssystemen Vollweide (VW) bzw. Eingrasen und Weide mit hohem Kraftfuttereinsatz (EG1000) ausgewählt. In Tabelle 1 ist die mittlere Milchleistung, das Laktationsstadium und das Lebendgewicht der untersuchten Milchkühe zusammengefasst. In der Gruppe VW weideten die Kühe ausserhalb der Melkzeiten von 07.00-17.00 Uhr und 18.00-06.00 Uhr im Wechsel auf zwei Kurzrasenweideflächen. Die Kühe der Gruppe EG1000 waren zwischen 7.30 und 16.00 Uhr auf Standweiden und erhielten nach dem Melken ab 17.00 Uhr frisches Wiesenfutter im Stall (Eingrasen). Während der Zeit im Stall hatten sie Zugang zu einer automatischen Kraftfutterstation, wo sie in Abhängigkeit ihrer Milchleistung ein proteinbetontes Leistungsfutter abrufen konnten (Tab. 2).

Tab. 1: Fütterung, Laktationsstadium, Lebendgewicht und Milchleistung der Gruppen VW und EG1000

		VW n=6	EG1000 n=6
Weidedauer	h/Tag	22	8.5
Kraftfutter	kg TS/Tag	0	3.1 ± 0.4
Milchleistung	kg/Tag	25 ± 4.2	32 ± 7.2
Lakt. Stadium	Tage	62 ± 23.7	54 ± 33.5
Lebendgewicht	kg	549 ± 71.3	597 ± 68.1

TS: Trockensubstanz

### Messungen und Probenahme

Zur Messung des reticulo-ruminalen pH-Werts wurde ein automatisches Langzeitsondensystem mit drahtloser Datenübertragung eingesetzt (smaXtec animal care GmbH, Graz, Österreich; GASTEINER *et al.*, 2009). Die Messintervalle betrugen 10 Minuten. Die aufgezeichneten Daten wurden auf der Sonde zwischengespeichert und mindestens zwei Mal täglich während dem Melken von einer Empfangsstation im Melkraum empfangen. Die Kalibrierung der Sonden wurde gemäss der Anleitung des Herstellers vor Beginn der Messungen durchgeführt. Zur Überprüfung der Sensoren wurden sie vor der Eingabe während mindestens 18 Stunden in einer standardisierten pH-Lösung mit pH 7.0 überwacht.

In der Mitte des untersuchten Zeitraums wurde bei beiden Gruppen eine Probe des Weidegrases und bei der Gruppe EG1000 eine Probe des frischen Wiesenfutters im Stall entnommen. Die Proben wurden bei 55°C während 24 Stunden getrocknet. Mittels Nahinfrarotspektroskopie wurden die Gehalte an Rohprotein, Rohfaser, Neutral Detergent Fibre (NDF), Acid Detergent Fibre (ADF), Rohasche und Rohlipiden ermittelt. Zur Bestimmung der Trockensubstanz wurden die Grasproben während 24 Stunden bei 105°C getrocknet und anschliessend gewogen. Die Gehalte an Rohnährstoffen sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tab. 2: Rohnährstoffe und verdauliche organische Substanz, Energie-, APDE- und APDN-Gehalt des frischen Wiesenfutters sowie des Leistungsfutters

		VW		EG1000	
		Weide	Weide	Eingrasen	Leistungsfutter <sup>2</sup>
Rohprotein	g/kg TS	247	211	177	183
Rohfaser	g/kg TS	194	213	186	28
Rohasche	g/kg TS	107	101	102	
Rohlipid	g/kg TS	59	54	44	
ADF	g/kg TS	239	252	238	45
NDF	g/kg TS	453	465	365	116
Trockensubstanz	% FS	14	14	14	83
v(OS) <sup>1</sup>	%	79.7	78.2	78.1	
NEL <sup>1</sup>	MJ/kg TS	6.7	6.5	6.3	8.6
APDE <sup>1</sup>	g/kg TS	119	113	107	140
APDN <sup>1</sup>	g/kg TS	165	141	118	136

<sup>1</sup> Berechnet mit den Regressionen für Grünfutter des Grünen Buchs (DACCORD *et al.*, 2013)

<sup>2</sup> Zusammensetzung: 38% Weizen, 38% Mais, 7% Maiskleber und 7% Rapsextraktionsschrot; Energie- und Nährstoffgehalte gemäss Angaben des Herstellers

TS: Trockensubstanz, v(OS): Verdaulichkeit der organischen Substanz, NEL: Nettoenergie Laktation, APDE/APDN: absorbierbares Protein im Darm, das auf Grund der verfügbaren Energiemenge, resp. des abgebauten Proteins aufgebaut werden kann, FS: Frischsubstanz,

## Datenauswertung

Die Messwerte der Einzeltiere von 7 Tagen (Zeitraum 24.4.2015 00:00 Uhr bis 30.4.2015 23:59 Uhr) wurden stundenweise gemittelt. Anschliessend wurde der Mittelwert und die Standardabweichung für die beiden Gruppen pro Stunde ermittelt.

## Ergebnisse und Diskussion

Während der untersuchten Periode bewegten sich die mittleren reticulo-ruminalen pH-Werte der beiden Gruppen zwischen 5.9 und 6.4 (Tabelle 3). Die Differenz zwischen dem maximalen und minimalen pH-Mittelwert lag mit 0.4 Einheiten in der Gruppe VW tiefer als die Spannweite, die von STEINWIDDER *et al.* (2013) nach vollständiger Umstellung auf Vollweide festgestellt wurde. Gemäss der Definition der intraruminalen pH-Grenzwerte von KLEEN *et al.* (2003) lagen die gemessenen pH-Mittelwerte während dem untersuchten Zeitraum der beiden Gruppen nicht in einem kritischen Bereich für subklinische Pansenazidose. Betrachtet man den mittleren Tagesverlauf der einzelnen Tiere (nicht publiziert) traf diese Tendenz auf die Mehrheit der untersuchten Kühe zu. Eine Kuh der Gruppe VW und drei Kühe der Gruppe EG1000 zeigten während des Tagesverlaufs pH-Mittelwerte von unter 5.8, der kritische Grenzwert von pH 5.5 wurde allerdings nicht unterschritten.

Tab. 3: Mittlerer pH-Wert, sowie Minima und Maxima der gemittelten Werte je Gruppe

		VW n=6	EG1000 n=6
pH-Wert	Mittelwert $\pm$	6.2 $\pm$ 0.28	6.1 $\pm$ 0.26
	Minimum	6.0	5.9
	Maximum	6.4	6.4

Mit dem Zugang zu frischem Wiesenfutter im Stall und zu Leistungsfutter sank der reticulo-ruminale pH-Wert der Gruppe EG1000 nach 17 Uhr ab. Bei der Gruppe VW verlief der pH-Abfall flacher und setzte bereits am Morgen mit dem Weideaustrieb ein (Abb. 1).

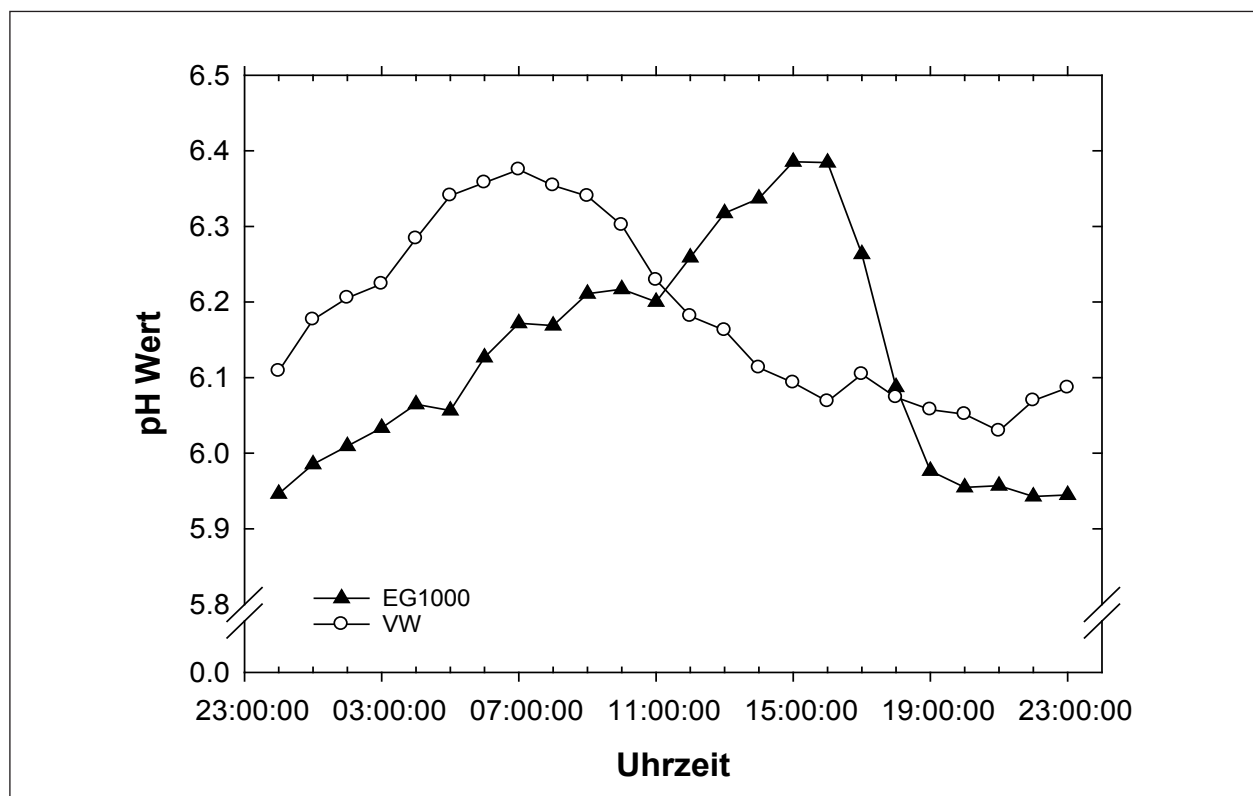


Abb. 1: Tagesverlauf der reticulo-ruminalen pH-Werte gemittelt über eine Messperiode von sieben Tagen für die Gruppen VW und EG1000 (Anzahl Tiere pro Gruppe n=6).

## Schlussfolgerungen

Basierend auf den ersten Ergebnissen scheint das Risiko für eine subklinische Pansenazidose nach KLEEN *et al.* (2003) in beiden Gruppen nicht wesentlich erhöht zu sein.

Die Vorlage des Futters bzw. die Aufnahme von Wiesenfutter beeinflusst den Verlauf des ruminalen pH-Wertes. Gemäss den vorliegenden Ergebnissen führen die Vorlage von frischem Wiesenfutter im Stall und der Verzehr von Leistungsfutter zu einem steileren Abfall des reticulo-ruminalen pH-Wertes als bei Futteraufnahme auf der Weide.

Welchen Anteil die Kraftfutteraufnahme und welchen Anteil der kurzfristig höhere Verzehr von Wiesenfutter auf den rascheren pH-Abfall nach 17 Uhr bei der Gruppe EG1000 hat, kann mit den vorliegenden Ergebnissen noch nicht geklärt werden. Es bedarf dazu weiterer Auswertungen.

## Literatur

DACCORD, R., ARRIGO, Y. & CHAUBERT C. (2013): Formeln und Regressionsgleichungen, In Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch), Kapitel 15, Agroscope (Hrsg.) Posieux (Konsultationsdatum 6.5.2016), 2–14.

GASTEINER, J., FALLAST, M., ROSENKRANZ, S., HÄUSLER, J., SCHNEIDER, K. & GUGGENBERGER, T. (2009): Zum Einsatz einer intraruminalen pH-Datenmesseinheit mit kabelloser Datenübertragung bei Rindern unter verschiedenen Fütterungsbedingungen, *Veterinary Medicine Austria* 96, 1188–1194.

HOFSTETTER, P., AKERT, F., KNEUBÜHLER, L., KUNZ, P., FREY, H.-J., ESTERMANN, J., GUT, W., HÖLTSCHI, M., MENZI, H., PETERMANN, R., SCHMID, H. & REIDY, B. (2014): Optimierung von Milchproduktionssystemen mit Eingrasen - Systemvergleich Hohenrain II, In: Reidy, B., Gregis, B. & Thomet, P. (Hrsg.), *Grasland- und Weidebasierte Milchproduktion*, Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Internationale Weidetagung 2014, Zollikofen, Band 16, 27–31.

KLEEN, J. L., HOOIJER, G. A., REHAGE, J. & NOORDHUIZEN, J. P. T. M. (2003): Subacute ruminal acidosis (SARA): A review. *J. Vet. Med. A Physiol. Pathol. Clin. Med.*, 50, 406–414.

O'GRADY, L., DOHERTY, M. L. & MULLIGAN, F.J. (2008): Subacute rumen acidosis in grazing Irish dairy cows. *The Veterinary Journal*, 176, 44-49.

PLAIZIER, J.C., KRAUSE, D.O., GOZHO, G.N. & MCBRIDE, B.W. (2008): Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *The Veterinary Journal*, 176, 21-31.

STEINWIDDER, A., PFISTER, R., ROHRER, H., HORN, M. & GASTEINER, J. (2013): Einfluss der Umstellung von Stall- auf Weidefütterung auf den Vormagen pH-Wert von Milchkühen. In: Neudorf, D., Stumm, C., Ziegler, S., Rahmann, G., Hamm, U. & Köpke, U. (Hrsg.), *Ideal und Wirklichkeit – Perspektiven Ökologischer Landbewirtschaftung*. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 508–511.

# GPS-GSM Ortungssystem zum Monitoring von Rindern und zur Analyse der Weidenutzung in alpinen Regionen

J. MAXA, S. THURNER UND G. WENDL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Vöttinger Str. 36,  
85354 Freising, Deutschland

Jan.Maxa@LfL.Bayern.de

## Einleitung und Problemstellung

Im gesamten Alpenraum werden zurzeit ca. 1,8 Mio. Rinder und ca. 1,6 Mio. Schafe und Ziegen gehalten, davon wird jährlich ca. 1/3 auf die rund 28.700 registrierten, hochgelegenen Sommerweideflächen – sogenannte Alpen oder Alpen – aufgetrieben (TASSER *et al.*, 2013). In den letzten Jahrzehnten hat sich die Anzahl der aufgetriebenen Rinder im Alpenraum aufgrund des Strukturwandels in der Landwirtschaft, der hohen Arbeitsbelastung (HANDLER *et al.*, 1999) sowie der anstrengenden Arbeitsverrichtung bei der Bewirtschaftung von Alpen und Alpen verringert (GFELLER, 2010). Der benötigte Arbeitsaufwand für die Betreuung von Jungrindern während einer Almsaison (ca. 2,5 – 4,5 Monate) ist mit 4,9 bis 79,5 h/GV (HANDLER *et al.*, 1999) auf einem ähnlichen Niveau wie der Arbeitsaufwand bei konventioneller Stallhaltung mit 4 - 17 h/Stallplatz für ein ganzes Jahr (KÜMMEL, 2005). Auf den Alpen bindet die Arbeit mit den dort weidenden Tieren, konkret die tägliche Tierkontrolle und Tiersuche, mit durchschnittlich 70 % den größten Teil des gesamten Arbeitszeitaufwands (MAXA *et al.*, 2014). Eine Folge der zurückgehenden Tierzahlen ist die Verschlechterung der Weideflächen (STEINBERGER, 2016) bis hin zum Wegfall von Weideflächen durch Sukzession. Beides geht mit einer Reduktion der Artenvielfalt und der Attraktivität der Flächen für Erholungssuchende einher.

Eine mögliche Unterstützung für die Landwirte bei der Almbewirtschaftung kann die Kombination der modernen Technik zur Ortung (GPS) und mobilen Kommunikation (GSM) bieten. Positionsbestimmungssysteme mit Fokus auf die Ortung von Tieren wurden aufgrund der bisher relativ hohen Anschaffungskosten und dem hohen Stromverbrauch, der zu kurzen Betriebszeiten führt, vor allem im Bereich der Forschung angewendet. Dank einer weiten Verbreitung von Navigationssystemen mit der daraus resultierenden Kostenreduktion für GPS Ortungssysteme und den neuesten Entwicklungen im Bereich der Akkutechnologie sind jetzt jedoch neue Einsatzgebiete denkbar. Als Einsatzgebiete sind weitläufige, meistens extensiv bewirtschaftete Weideflächen z. B. im Alpenraum mit sehr hoher Artenvielfalt (MAYER *et al.*, 2012) prädestiniert. Aus diesem Grund wird am Institut für Landtechnik und Tierhaltung zusammen mit der Industrie ein GPS-GSM Ortungssystem entwickelt, das den Tierbetreuer über den Standort der Rinder auf der Weide mittels Smartphone, Laptop oder Tablet informiert. Daneben sollen auch spezielle Softwareanwendungen z. B. zur Beurteilung einer Über- oder Unterbeweidung einzelner Areale oder zum Erkennen spezifischer Tierverhaltensformen erarbeitet werden.

Ziel dieser Studie ist es, das neu entwickelte Ortungssystem zu testen und zu bewerten. Im Rahmen dieses Projekts werden auch Untersuchungen zum Arbeitszeitbedarf auf ausgewählten Alpen durchgeführt. Weiterhin werden Bewegungsprofile von Rindern auf Alpen mit verschiedenen Relief- und Managementbedingungen analysiert und Untersuchungen zum Erkennen des Tierverhaltens der Rinder auf der Weide anhand von GPS-Daten umgesetzt. Die Ergebnisse sollen bei der Anwendung des Ortungssystems dem Landwirt konkrete Handlungsalternativen zur Optimierung des Weide- und Tiermanagements in Almgeländen liefern.

## Material und Methoden

### Arbeitszeiterfassung

Die Arbeitszeit wurde auf insgesamt sechs Jungtialmen in Bayern und Tirol von Mai bis Oktober während der Almsaisonen 2012 bis 2014 erfasst. Die Alpen waren in der Gesamtfläche unterschiedlich groß (250 – 1.130 ha) und wurden je nach Bestoß (37 – 180 Rinder) und Höhenlage (1.200 – 1.500 m NN) unterschiedlich lang (1,5 – 4 Monate) beweidet. Die Arbeitszeiten wurden von den Hirten manuell mit Hilfe von Arbeitstagebüchern erfasst. Im Detail wurden bis zu 32 einzelne Tätigkeiten separat erfasst und in eine der fünf Kategorien (Organisation, Arbeit– Alm, Arbeit– Stall, Arbeit– Tier und Waldarbeit) eingeordnet und zusammengefasst. Die Kategorie Arbeit– Tier beinhaltet dabei die Tierkontrolle auf der Weide, Tiere



treiben, suchen und bergen, die Tierbehandlung und sonstige Arbeiten in Verbindung mit den Tieren. Zusätzlich wurden mithilfe von GPS-Datenloggern, welche die Hirten bei der Arbeit bei sich trugen, die täglich zurückgelegten Wegstrecken und Höhenmeter der Hirten erfasst und ausgewertet.

### *Entwicklung und Test des Ortungssystems*

Im Jahr 2014 wurde der erste Prototyp mit Software des Ortungssystems der Firma Blaupunkt Telematics entwickelt. Bei der Entwicklung des Ortungssystems wurden folgende Anforderungen, die zusammen mit der Praxis erarbeitet wurden berücksichtigt: (1) die Akkulaufzeit muss über die ganze Alm- bzw. Weidesaison ausreichen, (2) zuverlässige Positionsdaten müssen auch unter schlechteren Bedingungen verfügbar sein, (3) die Software für Smartphone/Rechner soll einfach und benutzerfreundlich sein, (4) das Gehäuse sollte klein und so stabil wie möglich gebaut werden und (5) die Anschaffungs- und Betriebskosten sollen möglichst günstig sein. Während der Almsaison 2015 wurde der erste Prototyp auf verschiedenen Almen getestet und anhand folgender Kriterien bewertet: Ausstattung, Robustheit des Gehäuses, Akkulaufzeit, verfügbare Positionsdaten, Funktionssicherheit bei schlechter Mobilfunknetzverfügbarkeit, Erfahrungen der Hirten im praktischen Einsatz sowie die angebotene Software für verschiedene Portale/Endgeräte (Benutzerfreundlichkeit, Auswertungs- und Dokumentationsmöglichkeiten).

### *Weidemanagement*

Für die Analyse der zeitlichen und räumlichen Nutzung der Almgebiete wurden GPS-Daten der getesteten Ortungssysteme mehrerer Anbieter über die Almsaisonen 2013 und 2014 erfasst und analysiert. Zur Darstellung der möglichen Unter- oder Überbeweidung einzelner Areale wurden mittels der Software R (Version 2.15.2; <http://www.R-project.org>) sogenannte Heatmaps erstellt. Darüber hinaus wurde auch der Einfluss der Häufigkeit der GPS-Positionsbestimmung auf einen möglichen Informationsverlust sowie eine mögliche Autokorrelation zwischen aufeinanderfolgenden GPS-Positionen für Analysen mit Fokus auf Tier-Umwelt-Interaktionen untersucht. Dazu wurden im Jahr 2013, sechs Jungrinder mit GPS Ortungssystem ausgestattet und GPS Daten in verschiedenen Intervallen von 5 bis 240 min über eine Periode von 18 Tagen in einem Almgebiet aufgenommen. Für die genannten Zeitintervalle wurden die zurückgelegten Wegstrecken pro Tier und Stunde und die Korrelationen zwischen aufeinanderfolgenden GPS-Positionen anhand einer Formel der sphärischen Trigonometrie berechnet (KOMPF, 2016). Anhand der gewonnenen Daten wurden Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman mit der Software R kalkuliert sowie Autokorrelationen innerhalb der Positionsdaten berechnet. Ziel war es, ein optimales Zeitintervall für die GPS-Datenerfassung für Untersuchungen zur Weidnutzung zu bestimmen.

### *Analyse des Tierverhaltens auf der Weide*

Zur Analyse des spezifischen Tierverhaltens mittels GPS Daten wurden acht verschiedene Verhaltensmerkmale von neun ausgewählten Tieren einer Herde mittels Direktbeobachtungen erfasst (Time-sampling im 5 Minutenintervall über 7 Tage und je 8 Stunden/Tag). Das Tierverhalten wurde für die Kategorien Gehen, Stehen, Grasen, Wiederkauen/Ruhen/Liegen, Trinken, Komfortverhalten, Sozialverhalten und Brunstverhalten erfasst. Jedes für die Direktbeobachtung ausgewählte Tier wurde mit einem GPS-Ortungssystem ausgestattet, das die Positionen der Tiere alle 5 Minuten (5 Tiere) und jede Minute (4 Tiere) aufzeichnete. Anschließend wurden Entfernungen sowie Drehwinkel zwischen aufeinanderfolgenden GPS-Positionen pro Tier berechnet und den beobachteten Verhaltenskategorien zugeordnet. Mögliche Zusammenhänge zwischen verschiedenen Verhaltenskategorien und den berechneten Entfernungen und Drehwinkeln wurden auf Basis des Kruskal-Wallis-Test sowie des Wilcoxon-Rangsummentest mittels der Software R geprüft.

## **Ergebnisse und Diskussion**

### *Arbeitszeiterfassung*

Die Arbeitszeiterfassung und die Analyse der Bewegungsprofile der Hirten zeigte, dass die tägliche Tierkontrolle im Durchschnitt ca. 70 % der Arbeitszeit auf diesen ausgewählten, bayerischen Jungviehalmen erforderte und die Tiersuche im Extremfall den ganzen Tag in Anspruch nahm. Beide Tätigkeiten sind somit sehr zeitaufwändig bzw. schlecht planbar und bieten daher das größte Potenzial zur Arbeitszeiterparnis und -erleichterung durch den Einsatz eines Ortungssystems für die Tiere. Die Tätigkeit Tiersuche kann aufgrund der Nutzung des Ortungssystems komplett entfallen. Sehr positive Erfahrungen mit dem Ortungssystem wurden auf landwirtschaftlichen Betrieben mit weitläufigen Wald-Weideflächen ohne Einzäunungsmöglichkeiten oder bei der Almbewirtschaftung in Teilzeit vom Talbetrieb aus erzielt. Die anstrengende Arbeit der Hirten wurde auch anhand der berechneten Bewegungsprofile bestätigt. Somit



wurden für die tägliche Tierkontrolle und Tiersuche im Durchschnitt auf den ausgewählten Almen 6,4 km ( $\pm 2,1$  km) und 1.027 Höhenmeter pro Tag ( $\pm 455$  Höhenmeter/Tag) zurückgelegt. Dabei gibt es von Alm zu Alm und auch zwischen den einzelnen Tagen große Unterschiede aufgrund der Topographie und der Art der Almbewirtschaftung.

### Test des Ortungssystems

Für den praktischen Betrieb ist die Akkulaufzeit ein sehr wichtiges Kriterium. Diese lag beim ersten Prototyp der Firma Blaupunkt Telematics bei ca. 2.000 Datenübertragungen. Für eine intensive Ortung der Tiere über die ganze Almsaison, wie sie z. B. für die Tiervershaltensanalyse notwendig ist, war dieser Wert daher nicht ausreichend. Aus diesem Grund sind weitere Optimierungsschritte vor der Markteinführung geplant. Das Gehäuse des Ortungssystems sollte klein und stabil gebaut sein, damit auch bei extremen Belastungen das Ortungssystem viele Jahre funktionsfähig bleibt. Der entworfene und gebaute Gehäuseprototyp wird in Abbildung 1 präsentiert. Aus der Sicht weiterer möglicher Weidetiere wie z. B. Schafe und Ziegen ist dieser Prototyp noch zu groß. Weiterhin sind Verbesserungen am Gehäusematerial nötig, damit ein dauerhafter Einsatz des Systems gewährleistet werden kann. Informationen über die Position des Tieres wurden anhand eines GSM Signals an den Nutzer weitergeleitet. In GSM empfangsschwachen Gebieten wurde auf die Datenübertragung via SMS (Short Message Service) zurückgegriffen; für Areale ohne GSM Empfang gibt es derzeit jedoch noch keine funktionierende (und auch kostengünstige) Lösung. Bei erfolgreichem Einsatz der Ortungssysteme konnte der Hirte sich jederzeit via Internet die genaue Position der Tiere an einem PC oder Smartphone anzeigen lassen. Für das entwickelte System wurde eine neue, bedienungsfreundliche Webseite mit Zugangsportal erstellt. Im Rahmen der Tests hat sich das Ortungssystem für die Landwirte speziell zur Unterstützung bei der Tierkontrolle und Tiersuche als sehr hilfreich erwiesen. Entscheidend für eine weite Verbreitung solcher Systeme sind die Anschaffungs- sowie Betriebskosten. Anhand der Ergebnisse einer Befragung der am Projekt beteiligten Landwirte soll der Preis möglichst unter 300 € pro Ortungssystem mit voller Ausstattung liegen.



Abb. 1: Prototyp des GPS-GSM Ortungssystems zum Monitoring von Rindern der Firma Blaupunkt Telematics.

### Weidemanagement

Bei erfolgreichem Einsatz der Ortungssysteme konnte der Hirte sich jederzeit via Internet die genaue Position der Tiere an einem Smartphone, Tablet oder PC anzeigen lassen. Es war möglich, nicht nur die aktuelle Position des Tieres auf einer Karte anzuzeigen, sondern auch Informationen über die Bewegungsprofile einzelner Tiere über längere Perioden abzurufen (Abbildung 2) und somit Informationen z. B. zur Unter- oder Überbeweidung einzelner Areale zu erhalten. Dazu wurden anhand der gespeicherten Positionsdaten der Tiere auf einer Weidefläche sogenannte Heatmaps erstellt, die die Intensität der Aufenthaltsorte anhand verschiedener Farbtöne darstellen.

Weiterhin könnten anhand der GPS Daten der Tiere genutzte und ungenutzte Areale sowie der zeitliche Verlauf der Weidenutzung bestimmt werden, woraus sich ein Potential zur Verbesserung der Weidewirtschaft ergibt. Anhand der gespeicherten Positionsdaten war es möglich, abgetrennte Bereiche innerhalb der Weideflächen sowie von Tieren bevorzugte Flächen zu erkennen.

Spezifische Untersuchungen zum Einfluss der Häufigkeit der Positionsbestimmung der GPS Ortungssysteme zum Zweck eines Rückschlusses auf das Weideverhalten der Tiere (bezogen auf die zurückgelegte Wegstrecke) sowie auf eine mögliche Autokorrelation innerhalb aufeinanderfolgender Positionsdaten haben gezeigt, dass sich bei einer Verringerung des Zeitintervalls für die GPS-Positionsbestimmung von

5 auf 10 Minuten die berechnete, zurückgelegte Wegstrecke der Rinder von 305 auf 189 m/h reduziert. Diese Zahl deutet auf einen Informationsverlust von 38 % hin. Es besteht deswegen ein Antagonismus zwischen dem Zeitintervall für die GPS-Positionsbestimmung und den daraus resultierenden Ergebnissen zu speziellen Fragestellungen z. B. zum Tierverhalten. Dieses muss für weitere Analysen des Weideverhaltens der Tiere berücksichtigt werden.



Abb. 2: Positionsdaten einer Kuh (weiße Punkte) auf einer abgetrennten Almfläche während einer Almsaison.

Anhand der Literatur mit Fokus auf Tier-Umwelt-Interaktionen (z. B. Nutzung von Ressourcen auf der Weidefläche), soll für derartige Auswertungen eine mögliche Autokorrelation zwischen aufeinanderfolgenden GPS Positionen berücksichtigt werden. In unserem Versuch waren aufeinanderfolgende GPS Positionen für alle analysierten GPS Zeitintervalle unter 120 min signifikant miteinander korreliert ( $P < 0,05$ ). Diese sogenannten autokorrelierten GPS Zeitintervalle sollen anhand der Ergebnisse früherer Studien nicht zur Analyse der Nutzung der weitläufigen offenen Weideflächen eingesetzt werden. Der Wert für das GPS Zeitintervall muss jedoch pro Gebiet und Tierart immer wieder neu berechnet werden (SWIHARD und SLADE 1985).

#### *Analyse des Tierverhaltens auf der Weide*

Im Rahmen der Studie wurden erste Untersuchungen zum Erkennen des Verhaltens der Tiere auf der Weide durchgeführt. Von allen Aktivitäten nahm die Aktivität Grasens den größten Zeitanteil (70 %;  $n = 4$ ) der beobachteten Tiere auf der Weide ein, gefolgt von den Aktivitäten Ruhen/Liegen (14 %;  $n = 4$ ), Wiederkauen (6 %;  $n = 1$ ), Stehen (5 %;  $n = 2$ ), Gehen (4 %;  $n = 1$ ) und Komfortverhalten (0,7 %;  $n = 0,3$ ). Die weiteren beobachteten Verhaltensweisen wie Sozial- und Brunstverhalten sowie Trinken nahmen nur sehr geringe Zeitanteile ein.

Die Ergebnisse zur vergleichenden Analyse des Tierverhaltens anhand von Direktbeobachtungen und GPS Positionsdaten zeigten, dass einige Verhaltensmerkmale anhand der Mediane der Entfernung zwischen aufeinanderfolgenden GPS Positionen der Tiere voneinander unterschieden werden konnten. So wurden signifikante Unterschiede ( $P < 0,05$ ) zwischen den Verhaltensmerkmalen Gehen - Grasen und Gehen - Stehen/Liegen festgestellt (Abbildung 3A). Dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Verhaltensmerkmalen Grasen und Stehen/Liegen gab wurde auf die erhöhte Ungenauigkeit der GPS Positionsbestimmung bei Bewegungen mit sehr geringer (Grasen) oder gar keiner Fortbewegungsgeschwindigkeit (Stehen/Liegen) zurückgeführt. Dagegen wurden anhand der Berechnung des Drehwinkels aufeinanderfolgender GPS Positionen der Tiere zwischen allen Verhaltensmustern Gehen – Grasen und Stehen/Liegen signifikante Unterschiede festgestellt ( $P < 0,05$ ; Abbildung 3B). Der erhöhte Median des berechneten Drehwinkels für die Verhaltensmuster Stehen/Liegen ist ebenfalls durch eine höhere Ungenauigkeit bei der GPS Positionsbestimmung bei Objekten ohne tatsächliche Bewegung verursacht bzw. erklärbar. Ähnlich wie in dieser Studie wurden von SPINK *et al.* (2013) signifikante Unterschiede zwischen den Verhaltensmustern Gehen – Grasen – Stehen/Wiederkauen anhand von GPS-Positionsdaten errechnet. Zur Erkennung weiterer Verhaltensmuster auf der Weidefläche ist es notwendig neben den Daten eines GPS Ortungssystems weitere Daten anderer Sensoren, wie z. B. einem Beschleunigungssensor zu erfassen und miteinander auszuwerten. Damit können in Zukunft Algorithmen erarbeitet werden, um für die Landwirte wichtige Informationen wie z. B. zur Gesundheit oder zur Brunsterkennung der Tiere auf der Weide frühzeitig bereitzustellen.

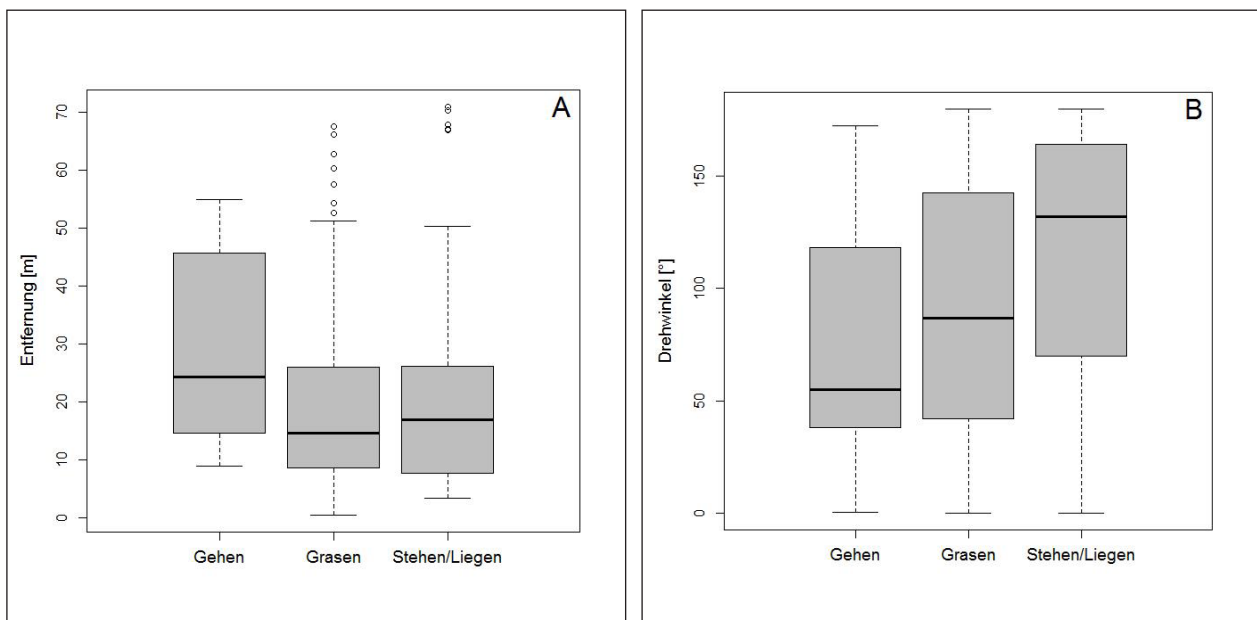


Abb. 3: Entfernung (Abbildung A links) und Drehwinkel (Abbildung B rechts) zwischen aufeinanderfolgenden GPS Positionen der Tiere im Zusammenhang mit dem beobachteten Tierverhalten.

## Schlussfolgerungen

Auf den Almen in Süddeutschland bindet die Arbeit mit den Tieren (tägliche Tierkontrolle und Tiersuche) einen großen Teil der gesamten Arbeitszeit. Das entwickelte GPS-GSM Ortungssystem ermöglicht eine Echtzeiterkennung und Dokumentation der Aufenthaltsorte der Tiere, wodurch die Almbewirtschaftung erleichtert sowie die tatsächliche Beweidung und damit Nutzung einzelner Flächen belegt werden kann. Weiterhin kann mit einem GPS-GSM Ortungssystem z. B. eine Über- oder Unterbeweidung einzelner Areale, auch über mehrere Jahre erkannt werden um entsprechende Maßnahmen zur Optimierung der Weideführung einzuleiten. Die im Rahmen dieser Studie generierten Daten sollen für die Zukunft ein Entscheidungsunterstützungssystem für den Landwirt liefern, und damit mit dem Ortungssystem zur optimalen Weideführung oder zum umfassenden Tiermonitoring auf der Weide beitragen. Auf lange Sicht ist es das Ziel, möglichst viele Almen mit der ganzen Fläche in der Bewirtschaftung zu halten. Dies gelingt jedoch nur, wenn die Arbeitsbelastung und das Einkommen auf den Almen mit den Talbetrieben konkurrenzfähig bleiben. Dazu liefert das GPS-GSM Ortungssystem einen entscheidenden Beitrag. Weiterhin kann das Ortungssystem bei allen extensiven Weideformen und -tieren auch außerhalb des Alpenraums hinsichtlich des Arbeits- und Weidemanagements vorteilhaft eingesetzt werden.

## Literatur

- GFELLER, P. (2010): Bleibt die Milchproduktion im Berggebiet? Ausstieg Milchkontingent Schweiz – was kann Österreich daraus lernen? ART-Schriftenreihe 12.05.2010. Tagung: Landtechnik im Alpenraum, 05/2010, Feldkirch, Österreich, 5-8.
- HANDLER, F., KRIEGLER, M., BLUMAUER E. & GREMMEL H. (1999): Arbeitszeitbedarf auf Almen. Forschungsbericht der Bundesanstalt für Landtechnik Wieselburg 44.
- KOMPF, M. (2016): Entfernungsberechnung. (<https://www.kompf.de/gps/distcalc.html>, zuletzt aufgerufen am 23.05.2016).
- KÜMMEL, A. (2005): Arbeitszeitbedarf der Rinderhaltung – Erhebungen in Praxisbetrieben. (<http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/pb/site/lel/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/rps/Arbeitszeitbedarf%20der%20Rinderhaltung%20-%20Erhebungen%20in%20Praxisbetrieben.pdf>, zuletzt aufgerufen am 23.05.2016).
- MAXA, J., THURNER, S. & WENDL, G. (2014): Field Investigations and Comparison of Different GPS-GSM Tracking Systems Suitable for Cattle in European Alpine Areas. Proceedings of International Conference of Agricultural Engineering, Zurich, 2014. Paper No. C0252.
- MAYER, F, KUHN, G. & HEINZ, S. (2012): Almen und Alpen - Artenreiches Grünland unter der Lupe. Der Almbauer, 3, 8-10.
- SPINK, A., CRESSWELL, B., KÖLZSCH, A., VAN LANGEVELDE, F., NEEFJES, M., NOLDUS, N. P. J. J., VAN OEVEREN, H., PRINS, H., VAN DER WAL, T., DE WEERD, N. & FREDERIK DE BOER, W. (2013): Animal behavior analysis with GPS and 3D accelerometers. European Conference on Precision Livestock Farming 2013, Leuven, Belgien, 229-239.
- STEINBERGER, S. (2016): Früher Auftreiben, mehr Tiere. Der Almbauer, 3, 3-5.
- SWIHART, R. K. UND SLADE, N. A. (1985): Influence of sampling intervals on estimates of home range size. Journal of Wildlife Management, 49, 1019-1025.
- TASSER, E., AIGNER, S., EGGER, G. & TAPPEINER, U. (2013): Almatlas/Alpatlas/Atlante dele malghe. Arbeitsgemeinschaft Alpenländer ARGE ALP.



# Wie sich Milchproduktionssysteme mit Eingrasen optimieren lassen - Projekt Hohenrain II

P. HOFSTETTER<sup>1</sup>, S. PROBST<sup>2</sup>, F. AKERT<sup>2</sup>, H.-J. FREY<sup>1</sup>, L. KNEUBÜHLER<sup>2</sup>, E. MULSER<sup>2</sup>, P. SPERLING<sup>2</sup>, B. REIDY<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Berufsbildungszentrum für Natur und Ernährung BBZN, CH-6076 Hohenrain / Schüpfheim

<sup>2</sup> Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, CH-3052 Zollikofen

beat.reidy@bfh.ch

## Einleitung und Problemstellung

Die Milchproduzenten in der Schweiz sind gefordert, die Produktivität und die Effizienz zu erhöhen und gleichzeitig die Produktionskosten zu senken. Die relativ kleinen Strukturen und das hohe Kostenumfeld in der Schweiz (HÖLTSCHI & HAAS, 2013; GAZZARIN ET AL., 2014) stellen die Betriebe dabei vor besondere Herausforderungen. Mögliche Strategien sind Hochleistungssysteme basierend auf einer maximalen Milchleistung pro Stallplatz oder Vollweidesysteme mit einer kosequenten Kostenreduktion. Aufgrund topografischer und struktureller Einschränkungen, wie fehlende Ackerfläche oder schlechte Arrondierung, praktiziert eine grosse Anzahl der Schweizer Milchproduzenten eine Mischform beider Systeme. Eine weitere Strategie ist das Produktionssystem „Eingrasen“. Dabei werden die Kühe während der Vegetationszeit meist halbtags auf hofnahen Flächen geweidet. Je nach Futterangebot wird die Ration im Stall mit frischem Wiesenfutter von hoffernen Natur- oder Kunstwiesen bzw. Silage und Kraftfutter ergänzt.

Das Hauptziel des Projekts besteht darin, basierend auf einem Systemvergleich praxistaugliche Optimierungsmöglichkeiten für Milchproduktionssysteme mit Verfütterung von frischem Wiesenfutter zu prüfen und entsprechende Empfehlungen für die Praxis zu erarbeiten sowie den überregionalen Wissenstransfer sicher zu stellen.

## Material und Methoden

Im Rahmen eines Systemvergleichs werden von 2014 bis 2016 drei Milchproduktionssysteme untersucht und miteinander verglichen: Vollweide mit saisonaler Blockabkalbung im Frühling, Eingrasen mit durchschnittlich 150 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr und Eingrasen mit durchschnittlich 1.000 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr. Der Systemvergleich wird auf zwei Ebenen durchgeführt. Einerseits werden auf dem Gutsbetrieb des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung in Hohenrain (LU) drei Herden getrennt gehalten. Den drei Herden mit systemangepassten Milchviehassen stehen je 12 ha Hauptfutterfläche zur Verfügung. Andererseits werden entscheidende Erfolgsfaktoren für die jeweiligen Produktionssysteme auf je 12 respektive 13 Pilotbetrieben im Schweizer Mittelland untersucht. Es werden Messungen und Kalkulationen in den Bereichen Futterbau, Düngung, Tierhaltung, Betriebs- und Arbeitswirtschaft und Nachhaltigkeit vorgenommen. Anhand einer Sensitivitätsanalyse wird der Einfluss der Produktionsmenge, der Betriebsgrösse und des Milchpreises auf den Erlös modelliert (GAZZARIN ET AL., 2011). Dazu kommen Treffen der Pilotbetriebe in Form von Arbeitskreisen und die Bewertung der Pilotbetriebe nach RISE (Response Including Sustainability Evaluation), DAIRYMAN und SALCA. Die angewendeten Methoden und die statistische Auswertung wurden in SUTTER ET AL. (2013), GRENZ & THALMANN (2013), ELSÄSSER ET AL. (2013) sowie in HOFSTETTER ET AL. (2014) beschrieben.

## Erwartete Ergebnisse

Die Erhebungen auf dem Gutsbetrieb dienen der Erarbeitung erweiterter wissenschaftlicher Grundlagen. Diese werden den Ergebnissen auf den Pilotbetrieben gegenübergestellt und diskutiert. Dadurch sollen ein optimaler Wissenstransfer zwischen Praxis, Forschung und Beratung ermöglicht und Innovationsprozesse gefördert werden.

## Literatur

- ELSÄSSER, M., JILG, TH., HERRMANN, K., HUMMLER, TH., HERRE, A., GORZELANY, U. & SCHWEIZER, F. (2013): Nachhaltig erfolgreich Milch produzieren. Das Dairyman-Projekt in Baden-Württemberg. LAZBW Aulendorf, D-88326 Aulendorf.
- GAZZARIN, CH., KOHLER, M. & FLATEN O. (2014): Milchbetriebe: Warum produziert die Schweiz teurer als Norwegen? Agrarforschung Schweiz 5 (6): 248-255, 2014.
- GAZZARIN, C., FREY, H.-J., PETERMANN, R. & HÖLTSCHI, M. (2011): Weide- oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? Agrarforschung Schweiz 2 (9), 418-423.

GRENZ, J. & THALMANN, C. (2013): Internationale Ansätze zur Nachhaltigkeitsbeurteilung in Landwirtschaft und Wertschöpfungsketten. Steuerungsinstrumente für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft - Stand und Perspektiven. KTBL-Schrift 500, 23-33.

HÖLTSCHI, M. & HAAS, TH. (2013): Dossier Vollkosten Milch. Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung Hohenrain, Sennweidstr. 35, CH-6276 Hohenrain.

HOFSTETTER, P., FREY, H.-J., GAZZARIN, CH., WYSS, U. & KUNZ, P. (2014): Dairy farming: indoor v. pasture-based feeding. Journal of Agricultural Science, Page 1 of 18. Cambridge University Press 2014: doi: 10.1017/S0021859614000227.

SUTTER, M., NEMECEK, TH. & THOMET, A.C. (2013): Vergleich der Ökobilanzen von stall- und weidebasierter Milchproduktion. Agrarforschung Schweiz 4 (5): 230-237, 2013.

# Optimiertes Weidemanagement - smart grazing -

## Vorstellung eines EIP-Projektes zur Entwicklung eines Weidemanagementtools in Zusammenarbeit mit landwirtschaftlichen Praxisbetrieben

T. PETERS, C. KLUSS, T. REINSCH, R. LOGES, F. TAUBE

CAU Kiel, Abteilung Grünland und Futterbau/ Ökologischer Landbau, 24118 Kiel

tpeters@gfo.uni-kiel.de

### Einleitung und Problemstellung

Auch in gemäßigten Regionen unterliegen das Graswachstum sowie die -qualität starken saisonalen und witterungsbedingten Schwankungen und sind somit schwer vorhersehbar. Pflanzenwachstumsmodelle können das Graswachstum auf täglicher Basis voraussagen und bieten als Management- und Planungstool eine nützliche Grundlage für eine optimierte Futternutzung (THORNLEY & JOHNSON, 2000). So bietet beispielsweise die am Lehrstuhl für Grünland und Futterbau der Christian Albrechts Universität zu Kiel entwickelte ‚Reifeprüfung Grünland‘ regionale Prognosen für die Ertrags- und Qualitätsentwicklung von Grünlandbeständen und unterstützt landwirtschaftliche Betriebe darin, den bestmöglichen Frühjahrschnittzeitpunkt zu finden (KORNHER *et al.*, 1991).

Da in den letzten Jahrzehnten der Fokus in der Milchproduktion zunehmend auf einer intensiven Stallhaltung mit Fütterung von Gras- und Maissilage sowie Kraftfuttermitteln lag, fehlt aktuell eine wissenschaftlich gut fundierte Datengrundlage für eine abgesicherte Bewertung von Weideleistungen bzw. -wachstumsprognosen in Norddeutschland.

Vor diesem Hintergrund startete das EIP-Projekt „Optimiertes Weidemanagement – smart grazing“ mit dem Ziel, Daten und Rahmenbedingungen für ein optimiertes Weidemanagement bereitzustellen. Auf der ermittelten Datenbasis wird ein dynamisch mechanistisches Modell kalibriert und validiert, das in Verbindung mit Wettervorhersagen des Deutschen Wetterdienstes Daten zu aktuellen Zuwachsraten und Futterqualitätsparametern bereitstellen soll. Das daraus entwickelte Prognosetool „smart grazing“ soll dazu beitragen, dem Landwirt Planungsunsicherheiten zu nehmen und das Weidemanagement zu optimieren.

### Material und Methoden

Untersuchungsgebiet ist das Bundesland Schleswig-Holstein, welches grob in vier Hauptnaturräume mit unterschiedlichen Klima- und Bodenbedingungen eingeteilt werden kann: die Jungmoränenlandschaft „östliches Hügelland“, der sandige Mittelrücken der Geest und Vorgeest, der zusätzlich die Mooregebiete der Eider-Treene-Sorge Niederung einschließt und im Westen die durch holozäne Gezeitenablagerungen entstandene Marsch. Seit dem Frühjahr 2016 werden in diesen Naturräumen an acht Standorten intensive Messprogramme durchgeführt, um das Leistungspotential der Weide im Hinblick auf Ertrag und Futterqualität zu erfassen. Bei den Flächen handelt es sich um Dauergrünlandweideflächen mit hohen Anteilen an Deutschem Weidelgras und Weißklee. Je nach Beprobungsintensität wird eine wöchentlich, bzw. 4-wöchentlich gestaffelte Handbeprobung von jeweils vier Wochen alten Beständen durchgeführt. Die Beprobungen basieren auf der standardisierten Methode nach CORRALL & FENLON (1978), wobei für die Ermittlung der durchschnittlichen täglichen Wachstumsrate gilt:

$$\text{Wachstumsrate}_t = \left( \frac{\frac{1}{4}Y_t + \frac{1}{4}Y_{t+1} + \frac{1}{4}Y_{t+2} + \frac{1}{4}Y_{t+3}}{28} \right)$$

$Y_t$ ,  $Y_{t+1}$ ,  $Y_{t+2}$  und  $Y_{t+3}$  sind die beprobten Erträge am Ende der Wochen  $t$ ,  $t+1$ ,  $t+2$  und  $t+3$

Auf allen Versuchsflächen wurde im Frühjahr eine Grunddüngung (300 kg K/ha, 53 kg P/ha, 30 kg S/ha) und, mit Ausnahme von drei ökologisch bewirtschafteten Flächen, eine mineralische Stickstoffdüngung (30 kg N/ha) durchgeführt. Bei den ökologisch bewirtschafteten Flächen wird die Stickstoffdüngung während der Weideperiode ausschließlich aus der legumen N-Fixierung über Weißklee gedeckt. Der Düngungsfaktor der fünf konventionell bewirtschafteten Flächen beträgt, je nach Standort und Beprobungsintensität, 0 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, 140 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup> und 280 kg N ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, aufgeteilt auf 8 Beprobungsschnitte/simulierte

Weide-Rotationen (Übersicht der Messprogramme in Tab. 1). Nach einer Bestandshöhenmessung mit dem Rising-Platemeter (Filips Manual Folding Platemeter, Jenquip Agriworks Ltd, NZ) erfolgt die Ertragsbeprobung per Hand auf einer Höhe von 4 cm und einer Fläche von 0,25 m<sup>2</sup> pro Parzelle. Anschließend wird das Pflanzenmaterial getrocknet und mit Hilfe des NIRS-Verfahrens (Nah-Infrarot-Reflex-Spektroskopie; BAKER, C.W. & BARNES, R., 1990) auf verschiedene Futterqualitätsparameter untersucht.

Da die erwähnten witterungsbedingten Wachstumsvariationen vor allem durch Wasserdefizite in den Sommermonaten verursacht werden, wird der Effekt einer Bewässerung am Standort Großbarkau getestet. An diesem Standort werden zusätzlich über den Vegetationsverlauf ertragsphysiologische Aspekte, wie die Triebdichte, Phänologie, Blattflächenindex und spezifische Blattfläche bei unterschiedlichen N-Düngungsniveaus untersucht, um ein besseres Verständnis über das Graswachstum auf der Weide zu erhalten.

Neben den Hauptversuchsfaktoren N-Düngung und Bewässerung wurden an einigen Standorten zusätzliche Demonstrationsversuche angelegt, die die Effekte und Notwendigkeit der Grundnährstoffdüngung (PKS), einer Kalkung oder des Striegeln zeigen sollen.

Tab. 1: Übersicht der Messprogramme in Schleswig-Holstein.

Rhythmus	Bewirtschaftung	Standort	Bodenart	Textur % T % U % S	Ø Nieder- schlag mm	Ø Temperatur °C	Erhebungen
wöchentlich	konventionell	Großbarkau	Parabraunerde (SI4)	14,8 24,2 61	742	8,9	Effekt der N-Düngung (0, 140, 280 kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ) auf Ertrag/Futterqualität Effekt der Bewässerung Physiologie/Morphologie des Weidegrases Demo: PKS-Düngung/Kalkung
		Bargstedt	Gley-Treposol (Ss)	5 9,3 85,1	847	8,9	Effekt der N-Düngung (0, 280 kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ) auf Ertrag/Futterqualität
		Wewelsfleth	Kleimarsch (Lu)	29,9 50,5 19,7	875	9,1	
	ökologisch	Lindhof	Parabraunerde (SI3)	12,4 24,2 63,5	778	8,9	Ertrag und- Qualität
		Westerau	Parabraunerde (SI4)	15,7 33,1 51,2	712	8,8	Ertrag und -Qualität
		Lentförden	Brauneisengley-Treposol (Su2)	4,7 13,3 82	838	9,0	Demo: Kalkung
4-wöchentlich	konventionell	Winnert	Braunerde (SI3)	9,4 20,8 69,8	857	8,7	Effekt der N-Düngung (0, 280 kg N ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ) auf Ertrag/Futterqualität
		Hörsten	Normerd-Niedermoor	--	812	8,6	Demo: Kalkung/Striegeln

Während der zweijährigen Beprobungszeit werden für jeden Standort die für das Graswachstum relevanten Umweltparameter (Luft-, Bodentemperatur, Luftfeuchte, Globalstrahlung, Niederschlag) durch in der



Nähe liegende Wetterstationen des DWD oder vor Ort installierte Wetterstationen erfasst. Diese werden in Verknüpfung mit den Ertrags- und Futterqualitätsdaten dazu genutzt, ein dynamisch mechanistisches Pflanzenwachstumsmodell basierend auf Algorithmen der ‚Reifeprüfung Grünland‘ zu kalibrieren und zu validieren.

## Fazit und Ausblick

Die ermittelten Ertrags- und Futterqualitätsdaten von Weideflächen in Schleswig-Holstein liefern detaillierte Informationen über das Graswachstum auf der Weide. Das auf dieser Datenbasis entwickelte und später frei zur Verfügung stehende Weidemanagementtool „smart grazing“ erlaubt den Weidebetrieben in Echtzeit eine genaue Planung der notwendigen Weideflächen mit den dazu gehörigen Futterqualitätsmerkmalen. Bei Anwendung soll eine optimierte Anpassung des Futterangebots an die Futternachfrage der Tiere gewährleistet werden, um eine möglichst hohe Futteraufnahme pro Tier und eine hohe Futternutzungseffizienz zu erreichen (PEYRAUD *et al.*, 2013).

Das Prinzip des vertikalen Wissenstransfers in beide Richtungen erlaubt es landwirtschaftliche Praxisbetriebe direkt mit in das Forschungsvorhaben einzubinden, den Informationsaustausch zwischen Wissenschaft und Praxis zu fördern und Landwirte für das Thema Weide zu sensibilisieren (EIP INNOVATIONSBÜRO SH, 2016).

## Literatur

BAKER, C.W. & BARNES, R. (1990): The application of near infrared spectrometry to forage evaluation in the agricultural development and advisory service. In: J. WISEMAN & D.J. COLE: Feedstuff evaluation, 337-351. London: Butterworths.

CORRALL & FENLON (1978): A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. J. agric. Sci. 91, pp. 61 – 67.

EIP INNOVATIONSBÜRO SCHLESWIG HOLSTEIN (2016): EIP agri – European Innovation Partnership. <http://www.eip-agrar-sh.de>. Zugriff: 30.05.2016.

KORNHER, A., NYMAN, P., TAUBE, F. (1991): Ein ComputermodeLL zur Berechnung der Qualität und Qualitätsveränderung von gräserdominierten Grünlandaufwüchsen aus Witterungsdaten. Das Wirtschaftseigene Futter 37, 232-248.

PEYRAUD J.L. & DELAGARDE, R. (2013): Managing variations in dairy cow nutrient supply under grazing. Animal, 7:s1, pp. 57 – 67.

THORNLEY, J.H.M. UND JOHNSON, I.R. (2000): Plant and Crop Modelling. A mathematical Approach to plant and Crop Physiology. ISBN 1-930665-05-9.669p.



# Saisonaler Verlauf des Graswachstums und Vergleich der Futterqualität von Weide- und Eingrasflächen

L. KNEUBÜHLER<sup>1</sup>, F. AKERT<sup>1</sup>, H.-J. FREY<sup>2</sup>, H. SCHMID<sup>2</sup>, B. REIDY<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen, Schweiz

<sup>2</sup> Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung BBZN, Hohenrain / Schüpfheim, Schweiz

## Einleitung und Problemstellung

Die klimatischen Bedingungen ermöglichen im Schweizer Mittelland bei einer intensiven Nutzung der Wiesen und Weiden sehr hohe Flächenerträge und qualitativ hochwertiges Wiesenfutter zu ernten. Wie diese Futterquelle effizient und nachhaltig zur Erzeugung von Milch und Fleisch genutzt werden kann, ist eines der Themen des aktuell laufenden Forschungsprojektes „Optimierung von Milchproduktionssystemen mit frischem Wiesenfutter – Systemvergleich Hohenrain II“ (HOFSTETTER et al. 2014b). Dabei werden auf dem Schulgutsbetrieb des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) in Hohenrain (LU, Schweiz) drei graslandbasierte Milchproduktionssysteme während drei Jahren parallel geführt. Die Leistungen der Vollweideherde (VW) mit saisonaler Abkalbung auf Kurzrasenweide und zweier Herden, deren Ration aus Weide (als Mähweide bewirtschaftete Standweide) und im Stall zugefüttertem Frischgras besteht, verglichen. Die Rationen dieser beiden Herden werden mit unterschiedlichen Mengen an Kraftfutter (EG150: 150 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr; EG1000: 1'000 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr) ergänzt. Ergebnisse zum saisonalen Verlauf des Graswachstums am Standort Hohenrain und der Futterqualität auf den Weide- und Eingrasflächen der ersten beiden Vegetationsperioden stehen nun bereit.

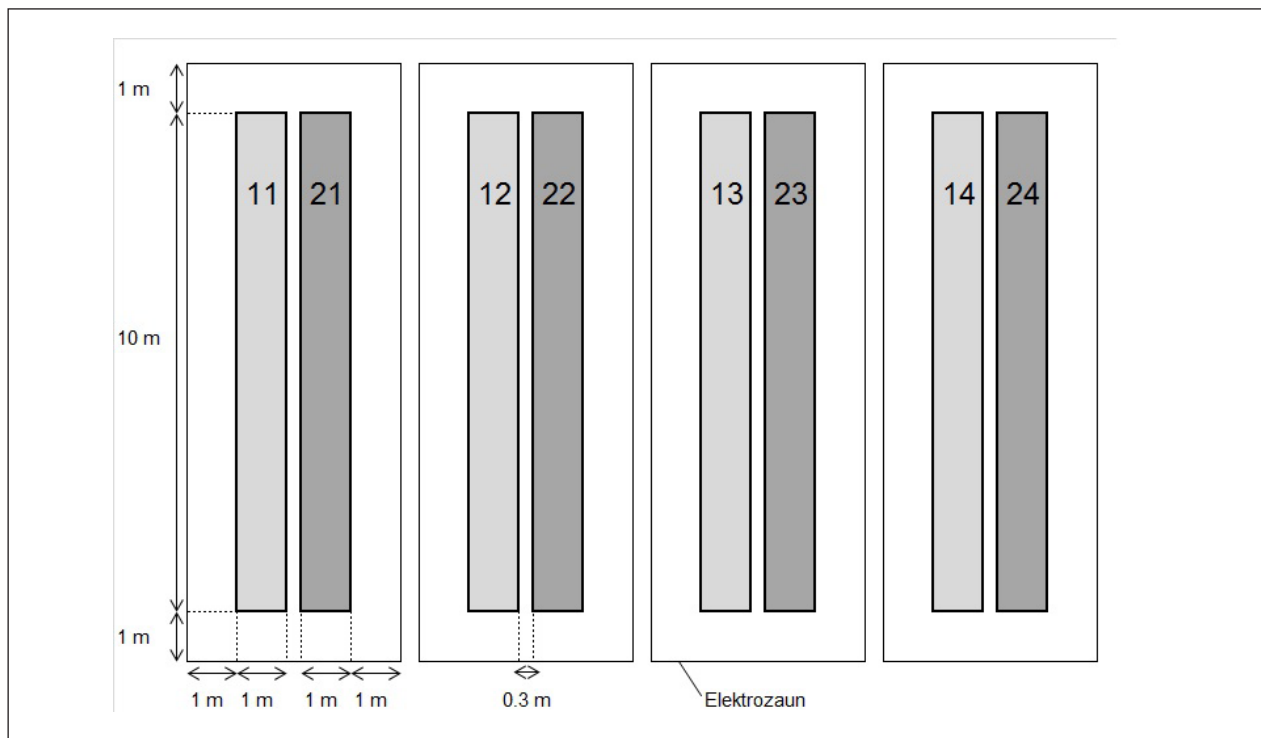
## Material und Methoden

### *Versuchsstandort*

Die Erhebungen wurden auf den Wiesen (Flächenanteile der Naturwiesen: Kurzrasenweiden 82.6 %, Weiden EG-Herden 46.5 %, Eingrasflächen 10.4 %) des an einer südexponierten Hangterrasse gelegenen Schulgutsbetriebes auf 620 m ü. M. durchgeführt. Der Standort ist mit rund 240 Vegetationstagen, einer Jahresdurchschnittstemperatur von 9.7° C (2008-2013) und gleichmässig über das Jahr verteilten 1'113 mm Niederschlag (2008-2013) sehr gut für die futterbauliche Nutzung geeignet. Die Böden sind mässig bis tiefgründige, grund- und hangwasserbeeinflusste Braunerden und Braunerde-Gleye. Sie werden als mittelschwer, schwach humos, sandiger Lehm bis Lehm bezeichnet. Die Nährstoffversorgung der Eingrasflächen liegt in den Versorgungsklassen D (Vorrat) bis E (angereichert) für Phosphor und C (genügend) bis E für Kalium und Magnesium.

### *Erhebung des Graswachstums mit modifizierter Methode nach Corral und Fenlon*

Die Ermittlung der Graswachstumskurve erfolgte im Grundsatz nach CORRAL und FENLON (1978) und Mosimann (2001). Die beiden Versuchsanlagen wurden auf den Kurzrasenweiden der VW-Herde implementiert. Aufgrund gemachter Erfahrungen im Rahmen des ersten Systemvergleichs Hohenrain (HOFSTETTER et al. 2014a), wurde diese Methode im aktuellen Projekt angepasst (Abb. 1). Die ausschliessliche Schnittnutzung der Erhebungsparzellen auf den Weideflächen führte über die Dauer des Versuches zu einer Veränderung des Pflanzenbestandes und damit potenziell zu einer Verfälschung der erhobenen Futtererträge. Zudem wurden die Erhebungsparzellen wiederholt durch Mäuse befallen. Um im aktuellen Versuch dies zu verhindern, wurden die Erhebungsparzellen im Laufe der Vegetationsperiode regelmässig gewechselt. Nebst einem besser mit der Weidenutzung vergleichbaren Pflanzenbestand, hatte dies zusätzlich den Vorteil, dass auch die Nährstoffrückführung über die Ausscheidungen der Kühe optimal abgebildet werden konnte.



Die Erhebungen begannen Anfang April in Feld 11 (z. B. 1. April). Dazu wurde die Fläche mit dem Balkenmäher mit einer Schnittbreite von einem Meter geschnitten. Zwei Wochen später (z. B. 15. April) wurde für die Erhebung Feld 21 geschnitten. Für die beiden Felder wiederholte sich die Erhebung nochmals vier Wochen später. Zeitgleich wurde auf der Weide, an einem angrenzenden Standort, das Feld 12 ausgezäunt und mit dem Motormäher auf dieselbe Höhe geschnitten. Das Erntegut auf Feld 12 wurde dabei nicht erhoben. Zwei Wochen später gleiches Vorgehen mit den Feldern 21 und 22. Feld 12 wurde dann vier Wochen nach dem Auszäunen das erste Mal erhoben (z. B. 27. Mai). Während der Vegetation (Anfang April bis Mitte November) wurde die Versuchsanlage drei Mal versetzt (total ca. 16 Erhebungen). Das Erntegut wurde direkt auf dem Feld gewogen und eine repräsentative Futterprobe zur TS-Bestimmung gestochen.

Repräsentative Frischgrasproben wurden alle zwei Wochen von den beweideten Flächen und vom eingegrasteten Wiesenfutter nach dem Abladen in der Futtertenne entnommen. Die Proben wurden gleich anschliessend im Trockenschrank auf dem Hof während 24 Stunden getrocknet. Zur TS-Bestimmung wurden die Proben bei 105° C und für die Qualitätsanalysen bei 55° C getrocknet. Die Fraktionen zur Bestimmung der Futterqualität wurden im Labor von Agroscope Posieux mit der NIRS-Methode bestimmt. Die Zuckerfraktion enthält den ethanollöslichen Zucker. Die Werte NEL, APDE und APDN wurden mit Regressionen nach in sauren Detergenzien unlöslichen Fasern (ADF) berechnet.

Während der Beweidung wurden die Bestandeshöhen der Weiden wöchentlich mit dem Rising Plate Meter (RPM) gemessen. Für die Umrechnung auf die Bestandeshöhe in Zentimeter (DM) wurden folgende Regressionen verwendet, welche im Rahmen des ersten Systemvergleichs entwickelt wurden (Frey 2010): Bis Ende Juni  $y=0.4423x+2.9702$  bzw. ab Anfang Juli  $y=0.8164x-0.0575$ . Wobei DM (y) und Anzahl Clicks des RPM (x).

## Ergebnisse und Diskussion

### Verlauf des Graswachstums

Die im Rahmen des Systemvergleichs Hohenrain von 2008 bis 2010 erhobene Graswachstumskurve beschreibt den für diese Region typischen Verlauf (Abb. 2). Die Wachstumsspitze Mitte Mai wird von einer Wachstumsdepression in der zweiten Junihälfte abgelöst. Nach einer erneuten Wachstumszunahme im Juli bleibt der Verlauf anschliessend bis September konstant und stoppt dann Ende November.

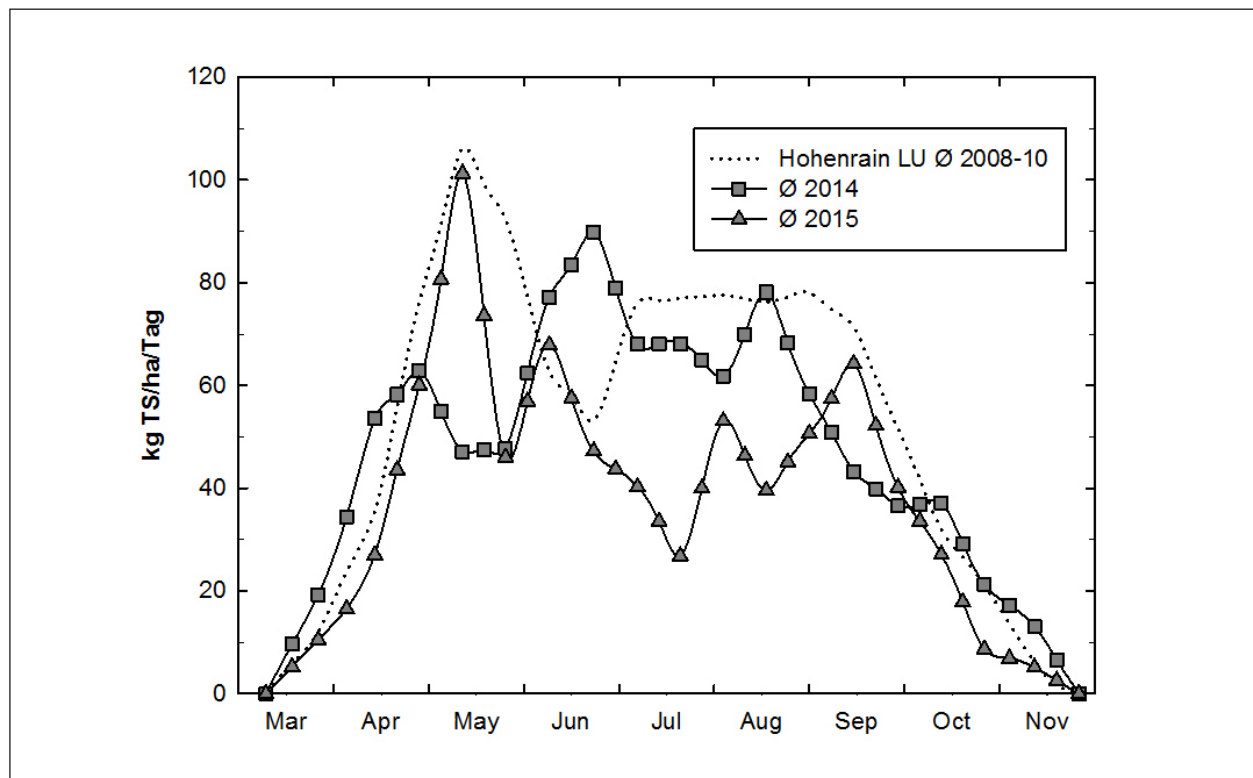


Abb. 2: Verlauf des Graswachstums in Hohenrain (LU, Schweiz) von 2008 bis 2010 nach Corral und Fenlon (1978) und Mosimann (2001) im Vergleich zu den Projektjahren 2014 und 2015 nach der modifizierten Methode.

Der typische Futterberg im Mai blieb 2014 wegen fehlenden Niederschlägen und sehr warmen Temperaturen im Frühling, unterbrochen durch einen Kälteeinbruch Ende März, aus. Mit den erneut einsetzenden Niederschlägen nahm das Wachstum ab Ende Mai wieder deutlich zu. Dieser ungewöhnliche Wachstumsverlauf war insbesondere für die Flächenplanung der Weideherde eine Herausforderung. Der Jahresertrag war 2014 mit 133 dt TS/ha etwas unter dem Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2010 (142 dt TS/ha), dies trotz den warmen Temperaturen. Die ausgeprägten Temperaturschwankungen könnten die Bestände jedoch gestresst haben. Zudem lag die Niederschlagsmenge mit 1'075 mm etwas unter dem Mittel der Jahre 2008 bis 2010 (1'171 mm). Im zweiten Erhebungsjahr belief sich der Ertrag auf nur 109 dt TS/ha. Die geringen Niederschläge ab Mitte Jahr führten zu einer unterdurchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge von 918 mm. Die Jahresdurchschnittstemperatur lag 1.4° C über dem Mittel der Jahre 2008 bis 2010. Die extremen klimatischen Bedingungen traten dabei vor allem in den Monaten Juli und August auf.

### Jahreseinfluss auf die Futterqualität

Die meteorologischen Bedingungen der beiden Erhebungsjahre waren sehr unterschiedlich. Der trockene Frühling 2014 wurde von einem niederschlagsreichen Sommer abgelöst. Im 2015 war die erste Jahreshälfte durch hohe Niederschlagsmengen geprägt, während es in der zweiten Jahreshälfte zu meist sehr trocken war. Dies beeinflusste die Nutzung der Eingrasbestände und dadurch die Qualität des Wiesenfutters relativ stark. Die nasse Witterung machte es im Sommer 2014 schwierig, geeignete Zeitfenster für die Futterkonservierung zu finden. Entsprechend konnten die Grasbestände auf den Eingrasflächen nicht rechtzeitig geerntet werden. So musste das Öfteren Wiesenfutter, welches das angestrebte Nutzungsstadium (Schossen der Gräser) bereits überschritten hatte, den Kühen vorgelegt werden. Im Sommer 2015 war die angestrebte Nutzung des Wiesenfutters im gewünschten Entwick-

lungsstadium der Gräser weitgehend realisierbar. Daraus resultierte eine höhere durchschnittliche Futterqualität als im Vorjahr (Tab. 1). Die Faserkomponenten waren etwas tiefer, der Gehalt an Rohprotein (RP), die Verdaulichkeit (vOS) und der Energiegehalt (NEL) höher. Mit Ausnahme der in neutralen Detergenzien unlöslichen Fasern (NDF) waren die Schwankungen der Futterqualität 2015 weniger ausgeprägt.

Tab. 1: Mittelwert ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichung ( $\sigma$ ) der einzelnen Qualitätsparameter des Wiesenfutters, welches den drei Herden Vollweide (VW), Eingrasen mit tiefem (EG150) und hohem Kraftfutterniveau (EG1000) frisch verfüttert wurde.

Parameter	Einheit	Weidegras VW				Weidegras EG150				Weidegras EG1000				Eingrasen EG150/EG1000			
		2014		2015		2014		2015		2014		2015		2014		2015	
		$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$	$\sigma$
RP	g/kg TS	236	31	257	31	227	26	243	41	220	26	242	42	168	35	192	28
RF	g/kg TS	183	23	174	20	182	21	180	21	189	24	182	25	231	31	209	30
RA	g/kg TS	113	11	115	9	117	10	115	13	112	9	112	10	114	23	111	18
ADF	g/kg TS	227	24	214	19	228	24	219	17	235	28	223	24	283	33	255	30
NDF	g/kg TS	405	32	415	36	393	24	421	28	405	30	422	39	437	42	411	48
Zucker	g/kg TS	101	27	91	27	103	24	90	27	104	24	90	31	96	17	107	21
RL	g/kg TS	49	4	53	6	48	4	51	7	47	4	51	7	38	7	41	5
vOS	g/kg TS	79.5	1.3	80.4	0.8	79.3	1.4	80.1	0.9	78.7	1.7	79.7	1.5	72.0	4.9	76.4	2.6
NEL	MJ/kg TS	6.6	0.2	6.7	0.1	6.5	0.2	6.6	0.1	6.5	0.2	6.6	0.2	5.7	0.5	6.2	0.3

Zwischen den beiden Erhebungsjahren waren auch beim Weidegras Unterschiede feststellbar. Bei der Kurzrasenweide der VW-Herde dürfte die Erklärung für die leicht höheren Werte vordergründig die intensivere Nutzung im zweiten Erhebungsjahr sein. Der ungewohnte Wachstumsverlauf des Weidegrases und die fehlenden Schönwetterperioden für die Futterkonservierung im ersten Erhebungsjahr führten dazu, dass die Bestandeshöhe mit durchschnittlich 7.5 cm tendenziell zu hoch war. Die angestrebten Werte von 6 – 7 cm im Frühling und 7 – 8 cm im Sommer konnten 2015 mit durchschnittlich 6.6 cm zufriedenstellend erreicht werden. Wobei im Frühling die Bestandeshöhe mit 6.5 cm ideal war. Bedingt durch die Wachstumsdepression konnte im Sommer 2015 die Zielhöhe von 7 – 8 cm nicht mehr erreicht werden (6.8 cm). Die Qualität des Weidegrases entwickelte sich bei beiden EG-Herden sehr ähnlich wie bei der VW-Herde. Jedoch war die Entwicklung der Bestandeshöhen gegenläufig. Im 2014 wurden bei der Herde EG150 7.5 cm und im 2015 8.2 cm gemessen. Bei der Herde EG1000 beliefen sich die Bestandeshöhen im 2014 auf 8.7 cm und 2015 auf 9.2 cm. Bei den Faserkomponenten stieg einzig der Gehalt an NDF vom ersten zum zweiten Erhebungsjahr. Nebst dem Weidemanagement übten somit weitere Faktoren einen Einfluss auf die Futterqualität aus. Das im Jahr 2015 trocken gewachsene Futter war offensichtlich gehaltreicher. Die botanische Zusammensetzung der Weiden der VW- und EG-Herden unterschied sich kaum. In der Tendenz fand sich auf der Kurzrasenweide der VW-Herde einen etwas höheren Anteil an Leguminosen (21.8 % bzw. 19.6 %) und einen tieferen Anteil an Gräsern (67.4 % bzw. 74.3 %).

#### Entwicklung der Futterqualität im Vegetationsverlauf

Grundsätzlich war der Verlauf der Rohnährstoffgehalte des Wiesenfutters sehr ähnlich, unabhängig von den Herden und Nutzungsarten. Die Herden bzw. die Nutzungsarten unterschieden sich jedoch im Niveau sowie in der Ausprägung der kurzfristigen Schwankungen. Diese allgemeinen Beobachtungen treffen auch für den Gehalt an RP zu (Abb. 3). So zeigten die Weidebestände stets höhere Gehalte als das Eingrasfutter. Dies dürfte mit dem früheren Nutzungsstadium auf den Weiden zusammenhängen. Der höhere Leguminosenanteil auf den Eingrasflächen (20.4 % bzw. 34.4 %) schien den Nachteil des späteren Nutzungszeitpunktes demnach nicht kompensieren zu können. Im Vergleich zur Kurzrasenweide wiesen die Weideflächen der EG150/EG1000 einen etwas geringeren RP-Gehalt auf. Der allgemein relativ hohe RP-Gehalt stieg nach einem leichten Rückgang bis Ende Mai in allen Beständen bis zum Vegetationsende stetig an. Die Resultate bestätigen die allgemein hohen RP-Gehalte, die auch im Systemvergleich 2008 bis 2010 gemessen wurden.

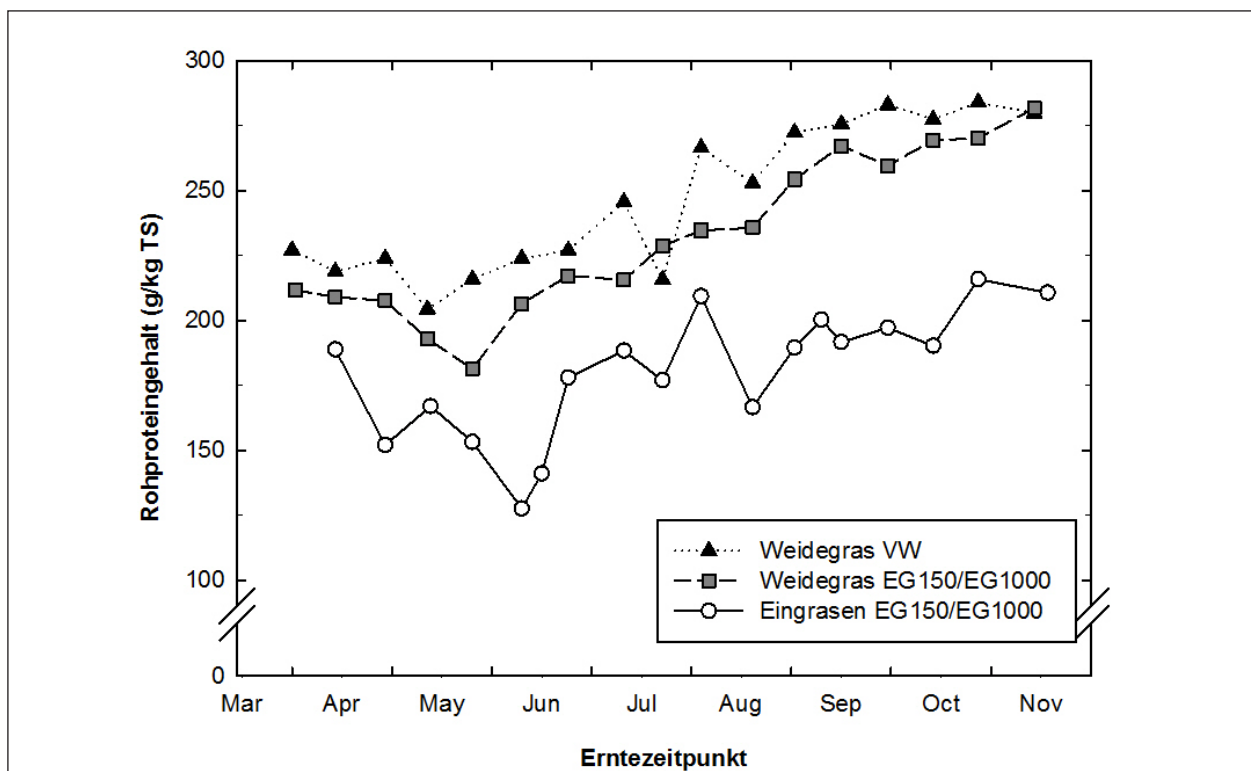


Abb. 3: Verlauf des Rohproteingehalts (Mittelwerte der Erhebungsjahre 2014 und 2015) im Vegetationsverlauf von Anfang April bis Mitte November nach Nutzungsart des Wiesenfutters.

Bei der Energie unterschied sich der Gehalt des eingegrasteten Futters deutlich vom Weidefutter, wobei der Vergleich der beiden Weidesysteme im ganzen Vegetationsverlauf leichte Vorteile für die Kurzrasenweide der VW-Herde zeigte (Abb. 4). Der Rückgang des Energiegehaltes während den Sommermonaten und dem anschließenden Anstieg im Herbst war auf den Weiden weniger ausgeprägt.

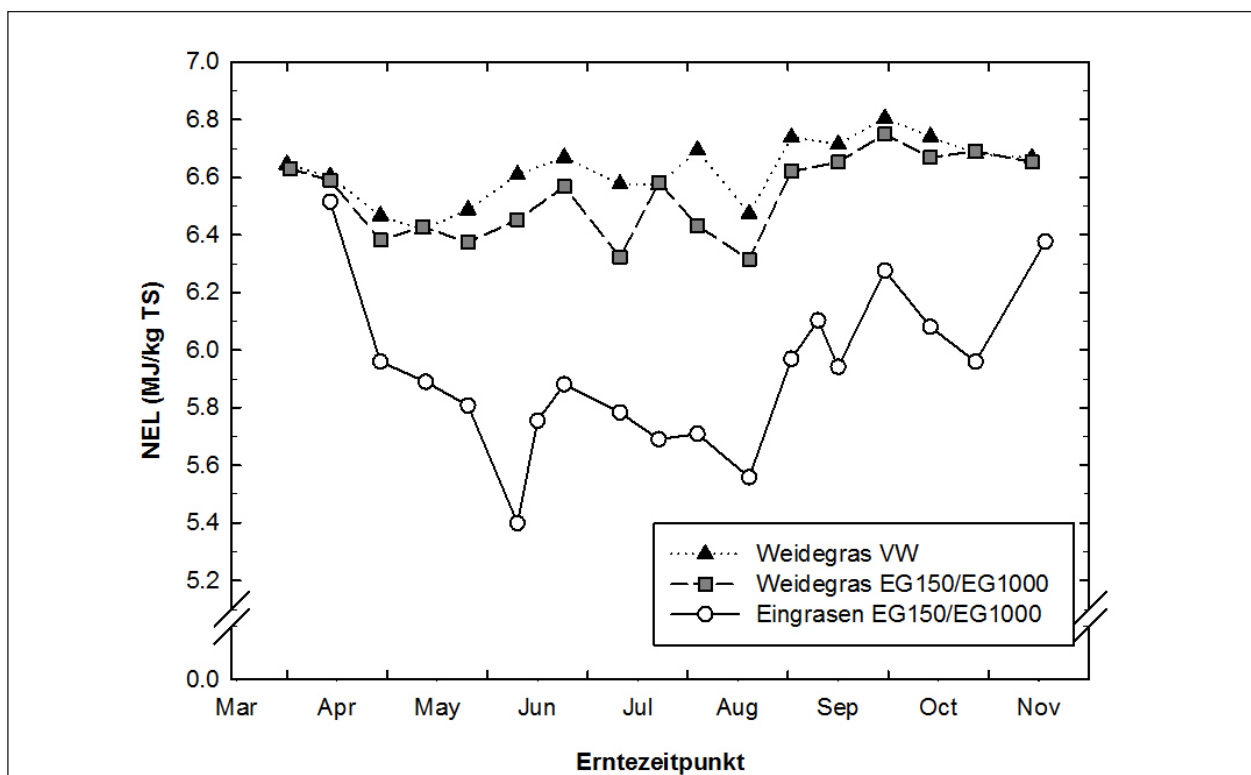


Abb. 4: Verlauf des Energiegehaltes berechnet nach ADF (Mittelwerte der Jahre 2014 und 2015) im Vegetationsverlauf von Anfang April bis Mitte November nach Nutzungsart des Wiesenfutters.



Die Futterqualität wurde durch die Witterung und indirekt über die Nutzung wie oben erwähnt beeinflusst. Davon schien das Eingrasfutter stärker betroffen als das Weidefutter. Durch die Verfütterung des eingegrasteten Futters waren die EG-Herden grösseren Qualitätsschwankungen ausgesetzt, als dies für die VW-Herde der Fall war. Bedingt durch die intensive Nutzung auf der Kurzrasenweide erhielt die VW-Herde das Wiesenfutter mit der höchsten Futterqualität. Das Weidegras der EG-Herden wies zwar ähnlich hohe Werte auf. Die Ergänzung mit Eingrasfutter führte jedoch zu einer insgesamt reduzierten Qualität des aufgenommenen Wiesenfutters.

## Schlussfolgerungen

Die Weidenutzung erlaubt den Tieren, Wiesenfutter mit einem sehr hohen Energiegehalt aufzunehmen. Qualitativ ist das Weidefutter höher einzustufen, als das frisch geschnittene Futter, welches beim Eingrasen den Kühen vorgelegt wird. Die Qualität des Eingrasfutters wird stark durch das Nutzungsmanagement beeinflusst. Kann das Futter nicht im gewünschten Stadium geerntet werden, sinkt die Qualität des Wiesenfutters rasch und kann zu ausgeprägten Schwankungen in der Qualität führen. Das Erreichen einer optimalen Futterstaffelung stellt folglich beim Eingrasen eine grosse Herausforderung dar. Eine im Rahmen des Systemvergleichs Hohenrain II gestartete Untersuchung auf den Pilotbetrieben soll nun zeigen, wie ausgeprägt diese Qualitätsschwankungen in der Praxis sind.

## Literatur

CORRAL AJ UND FENLON JS, 1978: A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. *Journal of Agricultural Science*, 91, 61–67.

DAGET P UND POISSONET J, 1969: Analyse Phytologique des Prairies. Application Agronomique. Document no. 48. Montpellier, France: CNRS.

FREY HJ, 2010: Regressionen zur Umrechnung RPM-Doppelmeter. Interne Unterlagen, unveröffentlicht, Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung BBZN, Hohenrain/Schüpfheim.

HOFSTETTER P, FREY HJ, GAZZARIN C, WYSS, U, KUNZ P, 2014A.: Dairy farming: indoor v. pasture-based feeding. *Journal of Agricultural Science*, 152 (06), 994-1011.

HOFSTETTER P, AKERT F, KNEUBÜHLER L, KUNZ P, FREY HJ, ESTERMANN J, GUT W, HÖLTSCHI M, MENZI H, PETERMANN R, SCHMID H, REIDY B, 2014B. : Optimierung von Milchproduktionssystemen mit Eingrasen. Systemvergleich Hohenrain II. In: REIDY B, GREGIS B, THOMET P (Hrsg.), 2014. Grasland- und weidebasierte Milchproduktion. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau Band 16. Internationale Weidetagung vom 21. bis 22. August 2014, Zollikofen, Schweiz. Jordi AG, Belp, Schweiz, 27-31.

MOSIMANN E, 2001: Croissance des herbages. Méthodes de mesure et applications pratiques. *Revue suisse d'agriculture*. 33, (4), 163-167.



# Futterqualität und Produktivität beweideten Grünlands im ökologischen Landbau - Einflussfaktoren für effektive Weidenutzung

L. MORGENSTERN<sup>1</sup>, A. SCHMITZ<sup>2</sup>, M. MORGENSTERN<sup>2</sup>, J. ISSELSTEIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Umwelt- und Ressourcenökonomik,  
Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Göttingen

<sup>2</sup>Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Graslandwissenschaft,  
von Siebold-Straße 8, 37075 Göttingen

lucie.morgenstern@agr.uni-goettingen.de

## Einleitung und Problemstellung

Die Weidehaltung hat im ökologischen Landbau eine besondere Bedeutung. Landwirte sind nach EG-Ökoverordnung verpflichtet ihre Tiere im Sommer weiden zu lassen. Für Betriebsleiter ist es entsprechend wichtig das Potential ihrer Weiden zu kennen und dieses möglichst betriebswirtschaftlich effizient zu nutzen. Dies erfordert jedoch hohe Kenntnisse im Weidemanagement (THOMET, *et al.*, 2011). Aktuell steht in der Milchwirtschaft eine möglichst hohe Einzeltierleistung im Vordergrund, während die Nachhaltigkeit der Weidefütterung weitgehend in den Hintergrund getreten ist. Demgegenüber steht die „Low-Input“ Strategie, die auf eine hohe Weideleistung setzt. Die Möglichkeiten Kosten zu senken sind für Landwirte mit hohem Weideanteil vielfältig. So lassen sich kurzfristig variable Spezialkosten der Grünlandnutzung (Maschinen, Zukauffutter, Stall und Exkrementlager) ändern und einsparen. Der Weidegang hat auch positive Auswirkungen auf die Tiergesundheit, so dass Tierarztkosten eingespart werden können (vergl. TREYSE *et al.*, 2007). Trotz dieser unmittelbaren Vorteile ist die Weidenutzung rückläufig und Kenntnisse zur optimalen Weidenutzung scheinen in den letzten Jahrzehnten teilweise verloren gegangen zu sein (THOMET, *et al.*, 2011). Im Vergleich zum Silomaisanbau und anderem Ackerfutter scheinen Landwirte sich der möglichen Leistung ihrer Weide nicht bewusst zu sein. Daher besteht die dringende Notwendigkeit für den Landwirt das Milcherzeugungspotential seiner Weide zu kennen und zu wissen, wie es optimal genutzt und möglicherweise gesteigert werden kann.

In der Praxis variiert die Nutzungsintensität der Weide abhängig vom Weidemanagement und der Besatzstärke deutlich, was wiederum Einfluss auf die botanische Zusammensetzung der Weide und damit auf die Qualität und die Menge der Aufwüchse hat.

Um Ursachen für die Variabilität der Weideleistung aufzudecken und Erkenntnisse darüber zu gewinnen wie sich Weidewirtschaft in der Praxis effizient gestalten lässt, wurde eine Studie auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben durchgeführt.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist (1) eine Darstellung der Variabilität der Qualität der Weideaufwüchse und der daraus ermolkenen Milch im Jahresverlauf sowie (2) eine Prüfung der Zusammenhänge der Weideleistung mit dem Weidemanagement, der Besatzstärke und daraus resultierender Narbenhöhe, der botanischen Zusammensetzung sowie der Qualität der Aufwüchse.

Diese Untersuchung soll dazu beitragen, Ursachen für die Variabilität der Milchleistung auf der Weide zu identifizieren und daraus Handlungsoptionen für das Weidemanagement zu gewinnen.

## Material und Methoden

### *Betriebsstruktur:*

In 2011 wurden die Weideflächen von vier biologisch wirtschaftenden Milchviehbetriebe in Niedersachsen untersucht, darunter zwei reine Futterbaubetriebe (Betrieb 1&3) und zwei Gemischtbetriebe (Betrieb 2&4) (siehe Tab. 1).

**Tab.1: Betriebsausstattung der vier untersuchten Milchviehbetriebe**

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
Milchkühe: Anzahl	62	73	64	57
Rasse	Holstein Friesian	Schwarzbuntes Niederungsgrind	Holstein Friesian	Rotbuntes Niederungsgrind
LN (ha): Acker		45		120
Grünland	70	190	70	167
Weide	32,5	35,5	16	32,4
Anzahl Weideparzellen	9	6	10	11
Art des Weidesystems	Kurzrasenweide	Standweide	Umtriebsweide	Umtriebsweide
Weideleistung: Besatzstärke (kg/ha Weide)	1051	1200	2230	1001
Durchschnittl. Weidedauer (h/d)	18,23	18,74	8,05	15,26
Weidevegetation: Mittlere Narbenhöhe (cm)	5,81	9,06	7,16	14,76
Mittlerer Ertragsanteil Gras (%)	82,3	74,5	96,8	90,4
Klee (%)	13,6	6,3	1,8	4,5
Kräuter (%)	4,2	19,9	1,6	6,0

#### **Erhebung Futterangebot**

Während der Weideperiode wurden alle vier Wochen auf den Betrieben die stehende Biomasse ermittelt. Dazu wurden auf jeder Weidefläche vier Schnittproben (40x40 cm) pro Erhebung genommen. Vor der Ernte der Aufwüchse, wurden die Narbenhöhe mittels eines Rising Plate Meters gemessen und die Ertragsanteile der Hauptbestandbildner (Klee, Gras, Kräuter) geschätzt. Die Proben wurden gekühlt gelagert, bis sie bei 60°C für 48 Stunden getrocknet wurden.

#### **Erhebung Futterqualität**

Aus den vier Schnittproben je Fläche und Termin wurde im Anschluss eine Mischprobe erstellt, die nach Vermahlung (Siebdurchgang 1mm) mittels Nahinfrarotspektroskopie auf folgende Inhaltsstoffe analysiert wurde: Rohprotein (XP), Rohfaser (XF), Rohfett (XL), Rohzucker(XZ), organische neutral lösliche Faser (oNDF) und organische säurelösliche Faser (oADF). Separat wurde der Rohascheanteil ermittelt. Die analysierten Parameter wurden herangezogen, um nach der Schätzgleichung der GfE (2008) die Energiegehalte (in metabolisierbare Energie (MJ ME)) der Aufwüchse zu errechnen. Die Umrechnung der MJ ME in Netto-Energie Laktation (MJ NEL) erfolgte nach WEISSBACH *et al.* (1996). Für Angaben zur Qualität der Zufütterung im Stall, wurden Silageproben gezogen und durch die LUFA Nordwest analysiert.

Die Daten der Futterwertanalysen wurden immer auf den Zeitraum bezogen, in dem die Aufwüchse gewachsen sind, d.h. für die Kalenderwoche (KW) der Kalibrationsschnitte einschließlich der drei vorangegangenen Wochen.

#### **Weideleistung**

Daten zur Flächenbewirtschaftung wurden einem von den Betriebsleitern geführten Weidetagebuch entnommen. Darin wurden folgende Daten erhoben: Beweidete Fläche, Anzahl der Kühe auf der Weide (Kühe in Laktation und trockenstehende), Weidedauer pro Fläche, Zufütterung im Stall (Menge und Art von Kraft- und Grobfutter) sowie die täglich gemolkene Milchmenge. Außerdem wurden Angaben zu Pflege- und Bewirtschaftungsmaßnahmen gemacht. Die Betriebsleiter erhoben ebenfalls wöchentlich die Aufwuchshöhe aller ihrer Weideflächen. Sie verwendeten dafür ein Rising Plate Meter, dokumentiert wurde der Mittelwert aus 30 Messungen pro Fläche.

Mit den Angaben aus den Weidetagebüchern konnte flächengenau berechnet werden, welche Menge an Energie korrigierter Milch (ECM in kg Milch) aus Weidegras eine Kuh von einem Hektar Weidefläche produziert haben müsste.

Dafür wurde als erstes der prozentuale Anteil des Weidefutters an der Gesamtenergiedeckung mit folgender Formel errechnet:

$$\frac{\text{Energie}_{\text{KF}}}{\text{EB} + \text{ML}} + \frac{\text{Energie}_{\text{GF}}}{\text{EB} + \text{ML}} + \frac{\text{Energie}_{\text{WF}}}{\text{EB} + \text{ML}} = 1$$

Kraftfutter (KF), Grobfutter, (GF) Weidefutter (WF), Erhaltungsbedarf (EB) und Milchleistungsbedarf (ML) alle in NEL.

Der ermittelte Anteil des Weidefutters an der Gesamtenergiedeckung wurde verwendet, um den absoluten Anteil der Milch von der Weide zu berechnen.

Besatzleistung in (GVE x h/ha) dienen als Maß für die Nutzungsintensität. Hierfür wurde die Anzahl der Tiere in Großvieheinheiten (GVE) auf der Fläche in Hektar mit der Weidedauer in Stunden für den betrachteten Kalenderwochenabschnitt multipliziert.

Die täglich und wöchentlich erhobenen Daten, wurden für diese Arbeit über vier Wochen aufsummiert, so dass sie im gleichen Rhythmus, wie die Daten aus der Futterwertanalyse vorliegen.

### *Statistische Auswertung*

Die statistischen Auswertungen der Daten erfolgten deskriptiv und zudem anhand eines linearen, gemischten Modelles (lme, nlme Package) in R. Zur Beschreibung der Milchleistung pro ha wurde ein Modell aufgestellt, das als erklärende Variablen die Narbenhöhe, den Ertragsanteil des Klees, NEL, XP, sowie die GVE x h/ha und die Interaktion der Kalenderwochen mit den genannten Variablen beinhaltet. Der Variabilität zwischen den Betrieben wurde unter Verwendung der BetriebsID als random-Term Rechnung getragen. Mittels Model-Averaging (nach AICc mit delta <2, MuMIn-Package) wurde einerseits das beste Modell und darüber hinaus die mittleren Koeffizienten der Variablen über die Modelle aller möglichen Variablenkombinationen ermittelt. Das finale Modell wurde visuell auf Einhaltung der Modellvoraussetzungen und Heterogenität der Residuen geprüft.

## **Ergebnisse und Diskussion**

### *Futterangebot*

Für die Leistung der Kühe aus dem Weideaufwuchs ist die Qualität sowie die Menge des angebotenen und aufgenommenen Futters von Bedeutung. Für diese Untersuchung wird wöchentlich die Narbenhöhen gemessen, so dass die stehende Biomasse quantifiziert werden kann. Im Mittel wachsen auf den Flächen 14,6 dt TM je ha, jedoch zeigen die Flächen eine erhebliche Variabilität zwischen 3,2 dt TM je ha und 44,4 dt.

### *Futterqualität*

Die Untersuchungsflächen haben eine mittlere Energiedichte (Netto-Energie-Laktation, MJ NEL je kg TS) von 6,66 und einen mittleren Rohproteingehalt (XP) von 17,2 %; das ist eine für die Milchviehernährung hervorragende Grobfutterqualität. Zu Beginn der Weidesaison ist die Energiedichte im Futter mit durchschnittlich 6,99 MJ NEL am höchsten (Abb. 1a). Die NEL-Gehalte sinken, wie zu erwarten (STARZ et al., 2010) im Lauf der Vegetationsperiode auf einen mittleren NEL von 6,44 ab. Gegen Ende der Saison (ab 35 KW) steigen die NEL-Gehalte noch einmal auf 6,74 im Zeitraum der 39 KW an, ähnliches wurde auch bei STARZ et al. (2010) beobachtet.

Die mittleren Rohproteingehalte (XP) (Abb. 2b) liegen zu Beginn der Weidesaison bei 16,4 %. Der höchste mittlere XP-Gehalt wird mit 18,6 % in der 35 KW erreicht, zu diesem Zeitpunkt wird auf einer Fläche ein XP-Gehalt von 27,5 % erreicht. Der Energie- und Proteinbedarf einer Milchkuh ist von ihrer Lebendmasse sowie der Menge und der Zusammensetzung ihrer Milch abhängig. Die Zielwerte (LUFA Nord-West, 2015) für eine Grassilage im ersten Schnitt sind ein NEL Gehalt von über 6,2 MJ NEL je kg TM und ein prozentualer XP-Gehalt von weniger als 17 % der TM. Geht man von diesen Werten als optimalen Futterwerten aus, dann ist Weidefutter eine gute Option, denn die Energiedichte ist sehr gut wobei der Proteingehalt etwas über dem Optimum liegt.

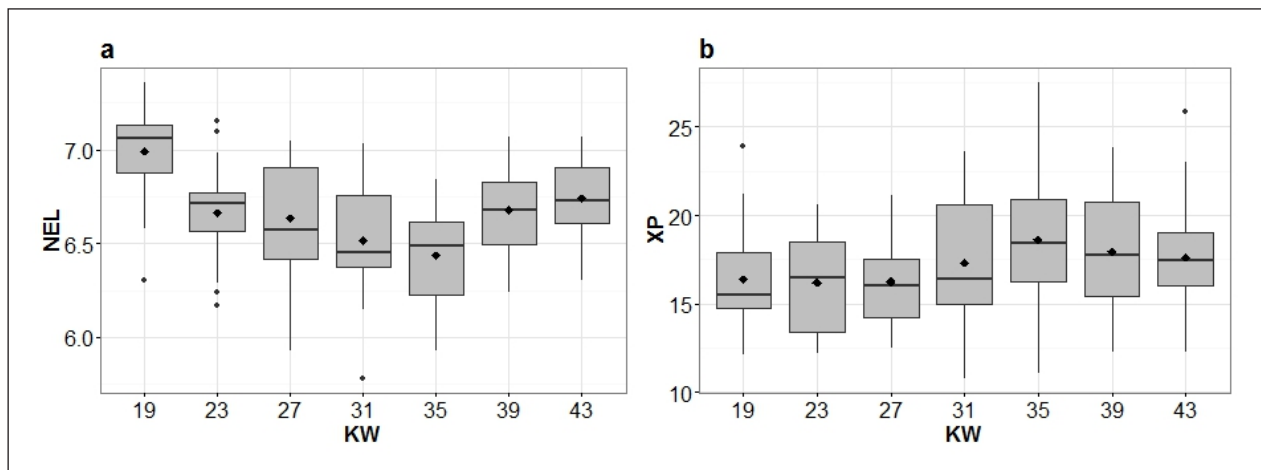


Abb. 1: Variabilität der (a) Energiedichte (NEL in MJ je kg TM) der Weideaufwüchse und des (b) Rohprotein (XP)-Gehaltes in der aufwachsenden Biomasse über die Kalenderwochenabschnitte für alle Flächen (N=37). Gezeigt ist der Median mit oberem und unterem Quartil sowie dem Mittelwert als Raute.

Die für eine wiederkäuergerechte Fütterung relevanten Gehalte an strukturwirksamen Inhaltsstoffen, wie Rohfaser (XF in %) und den Gerüstsubstanzen organische neutral lösliche Faser (oNDF in %) und organische säurelösliche Faser (oADF in %) steigen im Laufe der Saison an und sinken gegen Ende wieder. Im Mittel liegen die XF-Werte bei 21,2 %, oNDF bei 50,3 % und oADF bei 27,1 %. Im Mittel liegen die XF Werte damit über den für die wiederkäuergerechte Fütterung geforderten 18 % (JEROCH *et al.*, 1999, S. 427), die niedrigsten Werte in jedem KW-Abschnitt liegen allerdings unter diesen 18%.

### Weideleistung

In Abb. 2a. sind die Besatzleistung in GVE je ha über die Weideperiode abgetragen. In den ersten vier Wochen sind die Tiere im Durchschnitt 736 Stunden je ha auf der Weide. In den nächsten vier Monaten ist die Hauptweidezeit, die Besatzleistung liegt in dieser Zeit im Durchschnitt zwischen 1181 und 972 GVE je ha und KW-Abschnitt etwa auf demselben Niveau. Ab Anfang September (Zeitraum der 39 KW) geht die Weidezeit zurück, die Tiere sind mit durchschnittlich 863 GVE je ha wieder weniger auf der Weide.

Unmittelbar von Bedeutung als Leistung von der Weide ist für den Bewirtschafter die ermolkenen Milchmenge je ha. (Abb. 2b.) Zu Beginn der Weidesaison werden im Kalenderwochenabschnitt im Durchschnitt 12,6 kg ECM vom ha ermolken. Im Folgenden steigt die Leistung auf durchschnittlich maximal 19,2 kg ECM je ha im Abschnitt der 31 KW an. Im Kalenderwochenabschnitt der 43 KW (Oktober) werden im Mittel immer noch 5 kg ECM je ha von der Weide ermolken. Es gibt in jedem Zeitraum Flächen die nicht beweidet werden. Diese haben dann eine Leistung von 0 kg ECM je ha. Die höchsten Leistungen je ha der Fläche liegen bei 68,4 kg ECM je ha.

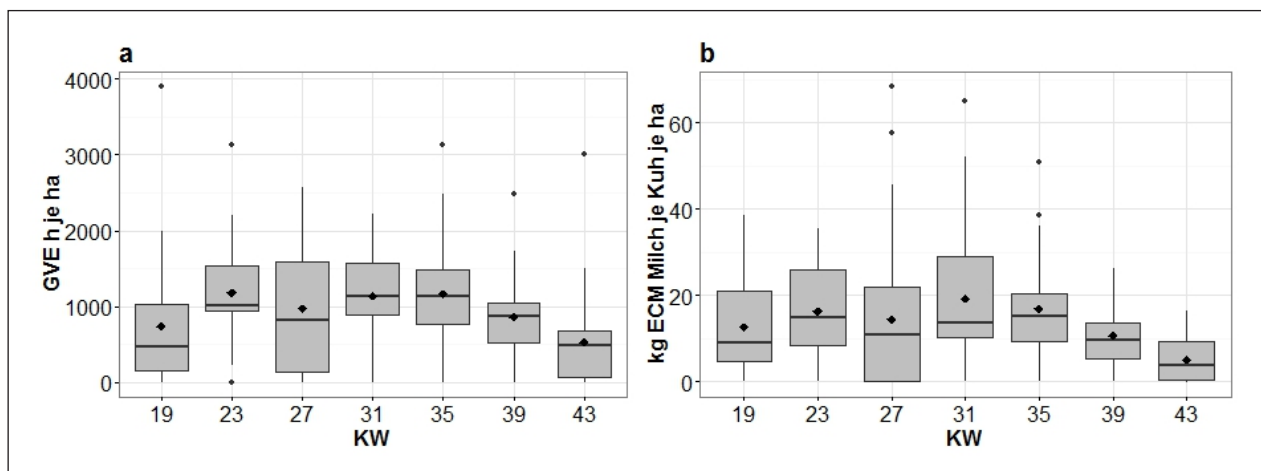


Abb. 2: Variabilität der (a) Besatzleistung (GVE h je ha) und (b) kg Milchleistung (ECM Milch je Kuh und ha) über die Kalenderwochenabschnitte für alle Flächen (N=37). Gezeigt ist der Median mit oberem und unterem Quartil, sowie der Mittelwert als Raute.

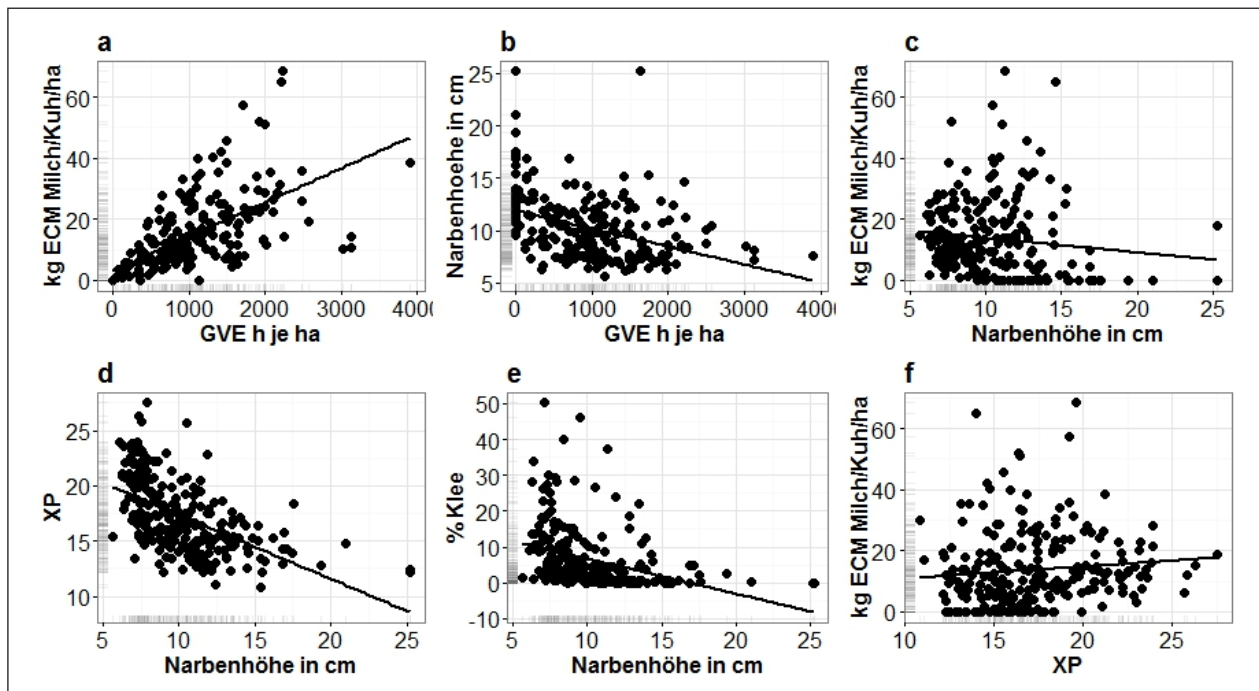


Abb. 3: Scatterplots zum Zusammenhang der betrachteten Variablen der einzelnen Flächen über alle Kalenderwochenabschnitte a. ermolkene Milch in kg ECM/Kuh/ha gegen Besatzleistung in GVE h je ha; b. Narbenhöhe in cm gegen Besatzleistung in GVE h je ha; c. die ermolkene Milch in kg ECM Milch/Kuh/ha gegen die Narbenhöhe in cm; d. Rohproteingehalt in % der TM gegen Narbenhöhe in cm; e. der Ertragsanteil von Klee in der Grasnarbe gegen die Narbenhöhe in cm; f. die ermolkene Milch in kg ECM Milch/Kuh/ha gegen den Rohproteingehalt in % der TM.

Im mittels Model-Averaging reduzierten Modell (AICc-Vergleich) sind als die Milchleistung je ha signifikant beschreibende Variablen die Besatzleistung ( $p < 0.001$ ), die Kalenderwochen ( $p < 0.001$ ) sowie die Interaktionen von Ertragsanteilen des Klees ( $p < 0.01$ ), der Besatzleistung ( $p < 0.001$ ), der Narbenhöhe ( $p < 0.001$ ), der Nettoenergieleistung ( $p < 0.001$ ) und des Rohproteins ( $p < 0.01$ ) mit den Kalenderwochen verblieben. Auf Basis des Modells kann der Zusammenhang höherer Milchleistung je ha mit höherer Anzahl an Besatzleistung in GVE h je ha (Abb. 3a) statistisch bestätigt werden. Die Nutzungsintensität hat einen Einfluss auf die Weidevegetation. Bei hoher Nutzungsintensität (mehr GVE h je ha) ist die Grasnarbe kürzer (Abb. 3b). Einen Rückschluss von der Narbenhöhe auf das Milchleistungspotential der Weide wiederum ist jedoch nicht direkt möglich (Abb. 3c), obwohl die kurze Narbenhöhe im Kurzrasenweidesystem als die maßgebliche Ursache für die hervorragenden Nährstoff- und Energiegehalte gilt (LEISEN, 2014 & STARZ *et al.*, 2010). Eine hochsignifikante Interaktion der Narbenhöhe mit der Kalenderwoche betont jedoch die Beachtung der Narbenhöhe im Jahresverlauf für die Milchleistung aus der Weide. Betriebsindividuelle Gegebenheiten in der Praxis und Steuergrößen des Weidemanagements können sich zum Teil erheblich auf den Zusammenhang von Narbenhöhe und einer optimalen Milchleistung aus der Fläche auswirken.

Die Narbenhöhe, die durch die Beweidungsintensität beeinflusst wird, korreliert negativ mit der Qualität des Aufwuchses (Abb. 3d). Je kürzer die Grasnarbe, je mehr XP ist in der TM vorhanden. Das lässt sich auf den tendenziell steigenden Anteil an Klee und auf den höheren Proteingehalt eines jüngeren und niedrigeren Grünlandaufwuchses zurückführen (Abb. 3e). Eine ausreichende, aber nicht zu hohe XP-Versorgung, ist für eine adäquate Milchkuhfütterung unerlässlich (GfE, 2008). Auf Basis der Untersuchung kann allerdings kein direkter Rückschluss vom XP-Gehalt der Aufwüchse auf das Milchleistungspotential der Weide gezogen werden (Abb. 3f). Wie auch hinsichtlich der Narbenhöhe gibt es hier beachtenswerte Schwankungen und signifikante Effekte auf den Zusammenhang mit der Milchleistung über die Weideperiode hinweg.

Die in Abb. 3 dargestellten Zusammenhänge heben den Einfluss der Besatzleistung auf die Grasnarbe und deren Qualität, sowie daraus folgend auf die Milchleistung hervor. Sie ermöglichen keine Empfehlung für einen standardisierten Besatz, es lassen sich jedoch Indikatoren für eine effektive Weidenutzung ableiten.

Darüber hinaus stellen einzelbetriebliche Besonderheiten mögliche Einflussfaktoren dar, die einen weiteren Teil der Variabilität der Weideleistung erklären könnten. Die höchste mittlere Weideleistung hat

Betrieb 3, der gleichzeitig auch die höchste mittlere Besatzstärke hat. Das intensivste Weidesystem führt Betrieb 1 mit der Kurzrasenweide. Er hat die höchste mittlere Zahl an Besatzleistung und die niedrigste Grasnarbe. Betrieb 1 hat die höchsten mittleren Werte der Qualitätsparametern XP und NEL. Er hat verglichen mit den anderen untersuchten Betrieben eine relativ geringe Besatzdichte, so dass die Milchleistung je Fläche verhältnismäßig gering ausfällt.

Tab. 2: Mittelwerte der erhobenen Parameter über die Betriebe.

Betrieb	1	2	3	4
Art des Weidesystems	Kurzrasenweide	Standweide	Umtriebsweide	Umtriebsweide
Besatzstärke (kg/ha)	1051	1200	2230	1001
mittlere Narbenhöhe (cm)	5,8	9,1	7,2	14,8
mittlere NEL (je kg TM)	6,83	6,59	6,76	6,49
mittlerer XP (%)	20,3	16,9	16,4	15,5
Besatzleistung je ha & KW	1252	1056	800	743
Milch (kg ECM je ha & KW)	14,9	7,7	21,5	9,5

## Schlussfolgerungen

Die Qualität der Weideaufwüchse bietet über die gesamte Weidesaison ein sehr gutes Futter für Milchkühe, sie variiert jedoch deutlich im Jahresverlauf. Mit einem intensiven Weidesystem kann das Potential der Weide zur Milcherzeugung gut genutzt werden. Die Milchleistung je ha hängt dabei eng mit der Besatzstärke zusammen. Daher gilt es, den Besatz im Jahresverlauf optimal an den Aufwuchs anzupassen. Um eine hohe Flächenleistung zu erwirtschaften, könnte man den Weidedruck auf die Fläche erhöhen und nur kleine Weideparzellen zuteilen.

## Literatur

GF E. (2008): New Equations for Predicting Metabolisable Energy of Grass and Maize Products for Ruminants. In C. f. Physiology, Proceedings of the Society of Nutrition Physiology - Berichte der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (S. 191-198). Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

JEROCH, H., DROCHNER, W., & SIMON, O. (1999): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Stuttgart: Eugen Ulmer.

LEISEN, E. (2014): Nähr- und Mineralstoffgehalte bei Kurzrasenweide 2013 . Multifunktionalität des Dauergrünlandes erhalten und nutzen (S. 163-1166). Arnstadt: Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau.

LUFA NORD-WEST. (11. 09 2015): Abgerufen am 08. 06 2016 von [http://www.lufa-nord-west.de/data/documents/Downloads/Grassilage\\_2015.pdf](http://www.lufa-nord-west.de/data/documents/Downloads/Grassilage_2015.pdf)

STARZ, W., STEINWIDDER, A., PFISTER, R., & ROHRER, H. (2010): Ergebnisse zur Kurzrasenweidehaltung im Vergleich zur Schnittnutzung. In anonym (Hrsg.), Weidehaltung im alpinen Raum. Sonderheft 332, S. 1-13. Raumberg-Gumpenstein: Fachtagung für Biologische Landwirtsc

THOMET, P., CUTULLIC, E., BISIG, W., WUEST, C., ELSAESSER, M., STEINBERGER, S., STEINWIDDER, A. (2011): Merits of full grazing systems as a sustainable and efficient milk production strategy. In S. C. Agriculture (Hrsg.), Grassland farming and land management systems in mountainous regions. Proceedings of the 16th Symposium of the European Grassland Federation, (S. 273-285). Gumpenstein.

TREYSE, T., LOGES, R., SÜDEKUM, K., WACHENDORF, M., & TAUBE, F. (2007): Vergleichende Bewertung der Nachhaltigkeit intensiver Grünlandwirtschaft durch Weide- und Schnittnutzung unter Klimabedingungen Norddeutschlands. Pflanzenbauwissenschaften (Sonderheft)(11), 39-48.

WEISSBACH, F., SCHMIDTL, L., & KUHLA, S. (1996): Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der NEL aus der umsetzbaren Energie. Proc. Soc. Nutr. Physiol. , 5, S. 117.



# Wie beeinflussen Relief und Pflanzenbestand das Weideverhalten einer Mutterkuhherde auf heterogenem Niedermoor?

PICKERT, J.<sup>1</sup>, MÜLLER, J.<sup>2</sup>, FISCHER, A.<sup>1</sup>, BEHRENDT, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Leibniz Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V., Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg  
(corresponding author: pickert@zalf.de)

<sup>2</sup>Universität Rostock, Arbeitsgruppe Grünland und Futterbauwissenschaften,  
Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

## Einleitung und Problemstellung

Niedermoore werden in Deutschland hauptsächlich als Grünland genutzt. In Nordostdeutschland zählen sie zu den dominierenden Grünlandstandorten. Für eine landwirtschaftliche Nutzung wurden sie einst entwässert. Auch heute ist die Regulierung der Grundwasserstände eine Voraussetzung für die Grünlandwirtschaft. Entwässerung zieht Setzung der Torfe und deren Mineralisierung nach sich. Der damit einhergehende Höhenverlust fällt umso stärker aus, je mächtiger die Torfschicht über dem Untergrund ist. Da der pleistozäne Untergrund ein unruhiges Relief aufweist, ist in Niedermooren auch die Torfschicht unterschiedlich mächtig. Daher wird die Geländehöhe entwässerter Niedermoore mit zunehmender Entwässerungsdauer immer heterogener (LUTHARDT & ZEITZ, 2013). Auf flach- und mitteltiefgründigen Niedermooren wird dieses Phänomen in der Bewirtschaftung zuerst und am stärksten wahrgenommen. In der Folge bilden sich unterschiedliche, an die jeweiligen Grundwasserflurabstände angepasste Pflanzengemeinschaften heraus. Diese heterogenen, sich in unterschiedliche Geländehöhen und Pflanzenbestände gliedernden Teilflächen lassen eine unterschiedliche Attraktivität für Weidetiere erwarten. Es ist das Ziel der Arbeit, die Attraktivität der unterschiedlichen Teilflächen von Niedermoorweiden für Mutterkühe zu untersuchen und Informationen für die Gestaltung der Weidesysteme auf derartigen Flächen zu erhalten.

## Material und Methoden

Ausgewählte Bereiche des Versuchsstandortes Paulinenaue (Nordostdeutschland, 52° 68' N, 12° 72' E, Jahresdurchschnittstemperatur 9.2°C, mittlerer Jahresniederschlag 534mm) eignen sich für die Untersuchung dieser Fragestellung besonders, weil sie auf flach- bis mitteltiefgründigem Niedermoor und im unmittelbaren Einzugsbereich des 1718 bis 1720 gegrabenen Großen Havelländischen Hauptkanals liegen. Somit sind sie bereits einer jahrhundertelangen Wasserregulierung unterworfen, was eine relativ starke und großflächig ausgeprägte Oberflächenheterogenität nach sich zog. Die konkreten Geländehöhen wurden aus einem Digitalen Geländemodell DGM 2 (LBGR, 2014) abgeleitet.

Die Hauptbestandsbildner der Grünlandnarben auf den einzelnen Koppeln des Versuches wurden bonitiert und mittels GPS-Mapper kartiert. Der Futterwert der Teilflächen wurde anhand des Land Utilization Indicator's (LUI) (BRIEMLE *et al.*, 2002, KLOTZ *et al.*, 2002), der Schätzung der Rohnährstoffgehalte von Aufwuchsproben mittels NIRS-Technik und der daraus abgeleiteten Energiekonzentrationen (DLG, 2013) beschrieben.

Die Untersuchungen wurden mit zwei Herden der Rasse *Uckermärker* auf je drei Koppeln im Spätsommer 2014 durchgeführt. Die Herden bestanden aus je sechs Mutterkühen incl. Kälbern sowie einem Bullen. Die mittlere Besatzdichte betrug 6,3 GV je Hektar. Eine als Leittier identifizierte Kuh je Herde wurde mit einem GPS Halsband (Vectronic, 2014) ausgerüstet. Die Aufenthaltsdauer auf den einzelnen Teilflächen der Koppeln wurde in einem 5-Minuten-Intervall aufgezeichnet, in Stunden dargestellt und mittels *Tukey-HSD-Test* ausgewertet. Weil einzelne Teilflächen relativ klein waren, wurden nur die ersten drei Weidetage je Koppel in die Auswertung einbezogen. So konnte sichergestellt werden, dass die zu vergleichenden Futterangebote auch wirklich noch zur freien Auswahl standen.

Das Weideareal der Koppeln 4 bis 6 ist den Feuchtwiesen und –weiden zuzuordnen und weist alte Dauergrünlandnarben auf. Auf Teilflächen innerhalb der Koppeln variierte die Zusammensetzung der Grünlandbestände entsprechend der höhenbedingten Feuchtegradienten. Das Weideareal der Koppeln 1 bis 3 sind Frischwiesen und –weiden und waren im Jahr 2013 neu angesät worden. Ungeachtet der auch dort existierenden Geländehöhenunterschieden trugen sie noch weitgehend einheitliche Pflanzenbestände. Die einzelnen Koppeln wurden als Umtriebsweiden bewirtschaftet. Der Umtrieb erfolgte durchschnittlich nach etwa 14 bis 21 Tagen.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Geländehöhe in den Koppeln variiert zwischen 28,4 und 29,4 m, die Geländehöhendifferenz umfasst somit insgesamt 1 m. Abbildung 1 zeigt die räumliche Höhenverteilung beispielhaft anhand der Koppeln 5 (21.2) und 6 (22.2). Der Untergrund unterhalb der Torfschicht besteht aus einem sehr wasserzügigen, mittelkörnigen Sand. Bei gleichem Grundwasserspiegel bilden sich in der gesamten Fläche sehr unterschiedliche Grundwasserflurabstände heraus, welche die Wasserverhältnisse der Grünlandnarbe prägen und auch für unterschiedliche Mikroklima verantwortlich zeichnen.

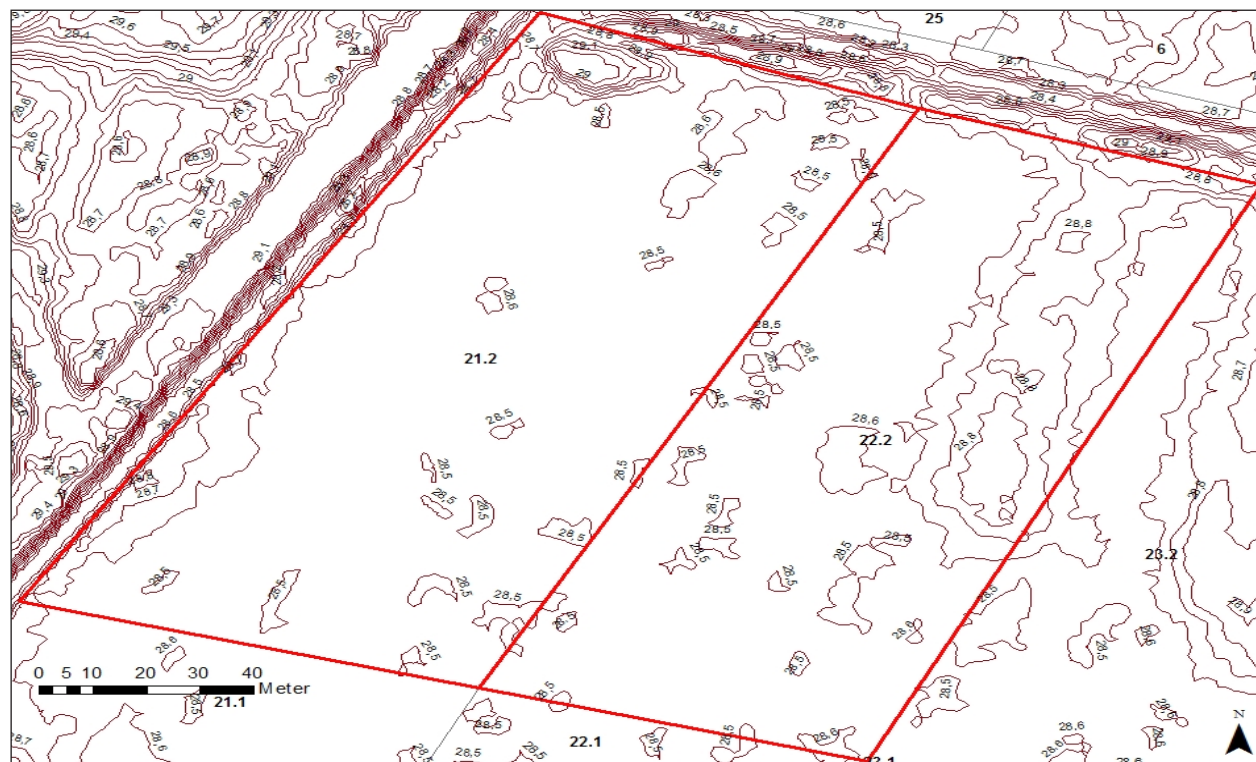


Abb. 1: Räumliche Verteilung unterschiedlicher Geländehöhen (nach DGM 2) auf zwei Koppeln

Bei Betrachtung der Aufenthaltsdauer (siehe auch Abb. 2) des gesamten Tages (24 Stunden) ergeben sich zwar zwischen den Höhenbereichen einzelne signifikante Differenzen, die sich aber fachlich nicht eindeutig erklären lassen. Unterteilt man jedoch die Aufenthalte in Tag (6 - 20 Uhr) und Nacht (20 - 6 Uhr), so zeigt sich ein differenzierteres Bild. Am Tage suchten die Kühe verstärkt die niedrigeren, offenbar kühleren Flächenabschnitte auf. In der Nacht wurden dagegen die höher gelegenen Abschnitte bevorzugt (Tab. 1), ein Effekt, der sich auch varianzanalytisch absichern ließ ( $F=2,95$ ;  $p<0,05$ ). Die Relation der täglichen zur nächtlichen Aufenthaltsdauer verdeutlicht die Unterschiede. Ist die Relation = 1, unterscheidet sich die Attraktivität nicht in Abhängigkeit von der Tageszeit; Beträge < 1 weisen auf eine größere nächtliche und > 1 auf eine größere Attraktivität am Tage hin.

Tab. 1: Aufenthaltsdauer in den verschiedenen Höhenbereichen aller Koppeln (in Stunden bzw. % von 0-24 Uhr) in Abhängigkeit von der Tageszeit

Höhe, m	von	28,40	28,50	28,60	28,70	28,80	28,90	29,00	29,10	29,20
	bis	28,50	28,60	28,70	28,80	28,90	29,00	29,10	29,20	29,40
0-24 Uhr	h	13,75	141,67	87,25	75,83	39,83	13,83	10,75	2,50	1,08
6-20 Uhr	h	9,25	88,42	53,33	33,50	19,42	5,75	1,58	0,92	0,50
20-6 Uhr	h	4,50	53,25	33,92	42,33	20,42	8,08	9,17	1,58	0,58
6-20 Uhr	%	67	62	61	44	49	42	15	37	46
20-6 Uhr	%	33	38	39	56	51	58	85	63	54
Tag:Nacht Ratio		2,06	1,66	1,57	0,79	0,95	0,71	0,17	0,58	0,86



Bedingt durch die unterschiedlichen Wasserverhältnisse bildeten sich innerhalb des Weideareals der Feuchtwiesen und -weiden (Koppeln 4 – 6) Pflanzengesellschaften heraus, die den Charakter von Nass-, Feucht- oder auch Frischwiesen aufweisen. Ihr LUI-Wert, die Nährstoffgehalte und die Energiekonzentration unterscheiden sich z.T. signifikant voneinander (Tab. 2). Dabei weisen die feuchten den höheren und sowohl die nassen, als auch die frischen Teilflächen den geringeren Futterwert auf. Der Futterwert der Neuansaat im Weideareal der Frischwiesen und –weiden (Koppeln 1 bis 3) lag erwartungsgemäß deutlich über dem der Altnarben (Koppeln 4 bis 6).

Tab. 2: Futterwertparameter und Land Utilization Indicator [LUI] auf unterschiedlichen Koppeln und deren Teilflächen (Tukey,  $p < 0.05$ , unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen) (Pickert, Müller, 2016)

Weideareal	Frischwiesen und -weiden Neuansaat		Feuchtwiesen und -weiden Dauergrünland (Altnarbe)	
Koppel	1 bis 3		4 bis 6	
Teilfläche	-	nass	feucht	frisch
Arten [LUI]	<i>Lolium perenne</i> [9] <i>Phleum pratense</i> [9] <i>Festuca spp.</i> [5-9]	<i>Juncus articulatus</i> [2], <i>Carex hirta</i> [3], <i>Alopecurus geniculatus</i> [5]	<i>Phalaris arundinacea</i> [6], <i>Poa trivialis</i> [7]	<i>Elymus repens</i> [6], <i>Holcus lanatus</i> [5]
XP, g kg TM <sup>-1</sup>	163,1	135,5 <sup>a</sup>	127,0 <sup>a</sup>	116,6 <sup>a</sup>
ADF, g kg TM <sup>-1</sup>	300,6	334,0 <sup>a</sup>	310,5 <sup>b</sup>	342,8 <sup>a</sup>
ME, MJ kg TM <sup>-1</sup>	10,18	9,05 <sup>a</sup>	9,72 <sup>b</sup>	9,23 <sup>a</sup>

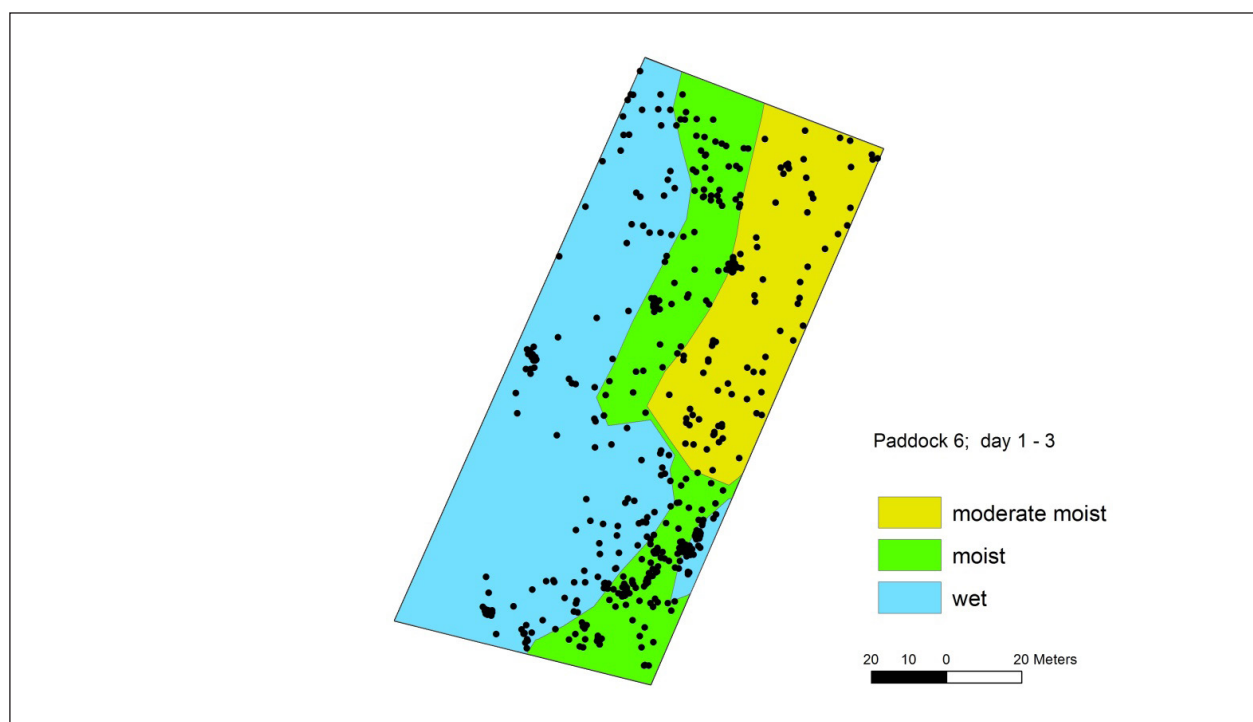


Abb. 2: Aufenthalte der Herde auf der Koppel 6 während der ersten drei Weidetage

Die Abb. 2 zeigt beispielhaft die Übertragung der mit dem GPS-Halsband erfassten Aufenthalte der Herde auf die kartierten Teilflächen der Koppel 6. Es wird bereits visuell deutlich, dass einzelne Teilflächen stark frequentiert werden und andere nahezu gemieden. Innerhalb des feuchten Weideareales mit den Altnarben verbrachte die Herde mehr als 60 % der Weidezeit auf der feuchten Teilfläche, die den Grünlandbestand mit dem höchsten Futterwert aufwies. Dagegen wurden die nassen und die frischen Teilflächen mit dem geringeren Futterwert nahezu gemieden (Tab. 3)

Tab. 3: Aufenthalt (in Stunden) auf den nassen, feuchten und frischen Teilflächen des feuchten Weideareales (Koppeln 4 - 6) während der ersten drei Weidetage (Tukey HSD,  $p < 0.05$ , unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Differenzen)

Koppel Nr.	ha	4	5	6	Mittel	%
nass	1,16	13,58	14,83	14,92	14,44 <sup>a</sup>	21,70
feucht	2,36	37,50	41,83	41,75	40,36 <sup>b</sup>	60,64
frisch	0,64	13,00	11,50	10,75	11,75 <sup>a</sup>	17,65

Tab. 4: Aufenthalt (in Stunden und prozentual) auf den nassen, feuchten und frischen Teilflächen des feuchten Weideareales (Summe der Koppeln 4 - 6) in Abhängigkeit von der Tageszeit während der ersten drei Weidetage (Tukey HSD,  $p < 0.05$ , unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Spalte kennzeichnen signifikante Differenzen)

Tageszeit	6 – 20 Uhr		20 – 6 Uhr		Tag : Nacht
	h	%	h	%	--
nass	10,92 <sup>a</sup>	29	3,53 <sup>a</sup>	12	3,09
feucht	21,58 <sup>a</sup>	58	18,78 <sup>b</sup>	64	1,15
frisch	4,78 <sup>a</sup>	13	6,97 <sup>ab</sup>	24	0,69

Gliedert man die Aufenthalte auf den unterschiedlichen Teilflächen nass, feucht und frisch der Feuchtweiden in Tag (6 – 20 Uhr) und Nacht (20 – 6 Uhr), so ergibt sich eine noch stärkere Differenzierung als bei Betrachtung aller Koppeln (vgl. Tab. 1). Während auf den feuchten Teilflächen das Tag:Nacht – Verhältnis nahezu ausgeglichen ist, werden die nassen Teilflächen am Tag dreimal so lange aufgesucht, wie in der Nacht. Auf den frischen Teilflächen besteht eine umgekehrte Tendenz (Tab. 4).

## Schlussfolgerungen

Die Aufenthaltsdauer der Rinder in den verschiedenen Teilflächen des Niedermoorstandortes wird sowohl von der Geländehöhe als auch vom Pflanzenbestand beeinflusst. Die Herden suchen im Sommer nachts verstärkt die Teilflächen höherer und tags niedrigerer Geländehöhe auf. Da sich dies unabhängig von der Pflanzenbestandszusammensetzung vollzieht, dient es offenbar der Regulierung der Körpertemperatur und damit dem Wohlbefinden der Tiere.

Auf Standorten mit Teilflächen unterschiedlichen Futterwertes werden Pflanzenbestände mit hohem Futterwert präferiert und mit geringem gemieden. Letztere tragen nur wenig zur Ernährung der Weidetiere bei. In Weidesystemen wird ihr Beitrag zur Futterversorgung offenkundig stark überschätzt. Ein weiterer praxisrelevanter Aspekt der gemiedenen Teilbereiche ist deren größere Pflegebedürftigkeit (insb. Nachmahd).

Auf Weiden, die sowohl Teilflächen unterschiedlicher Geländehöhen als auch unterschiedlichen Futterwertes umfassen, sind beide Faktoren zu berücksichtigen. Während aus der Sicht der Futterversorgung unabhängig von der Geländehöhe die Teilflächen mit sehr geringem Futterwert eher vernachlässigbar sind, spielen sie im Hinblick auf das Tierwohl durchaus eine wichtige Rolle. Teilflächen höherer und niedrigerer Geländehöhe sind nachts bzw. tags sehr attraktive Aufenthaltsorte für die Rinder mit offenkundig unterschiedlichen Funktionen.

Sofern derart heterogene Standorte zur Beweidung anstehen, sollte die Gestaltung der Koppeln sowohl den Anforderungen an die Futterbereitstellung als auch an das Wohlbefinden der Tiere entsprechen und eine sinnvolle räumliche Anordnung der vorhandenen Teilflächen gewährleisten.

## Literatur

BRIEMLE, G., NITSCHKE, S., NITSCHKE, L. (2002): Grassland utilization indicator values for vascular plant species. Schriftenreihe für Vegetationskunde (38), 203–225

DLG (2013): Leitfaden zur Berechnung des Energiegehaltes bei Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Rinderfütterung. Stellungnahme des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung [www.futtermittel.net](http://www.futtermittel.net) Dezember 2011, aktualisiert September 2013

- KLOTZ, S., KÜHN, I., DURKA, W. (2002): BIOLFLOR - Eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland. Schriftenreihe für Vegetationskunde (38), 1-333
- LBGR (2014): DGM 2. Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe, Cottbus, 18.03.2014
- LEIPNITZ, W., FISCHER, A. (1997): Extensive land use and landscape management on lowland fen grassland. Archives of Agronomy and Soil Science (41) 3, 243-250
- LUTHARDT, V., ZEITZ, J. (2013): Moore in Brandenburg und Berlin. Verlag Natur+Text Rangsdorf, 384 S.
- MLADEK, J. ET AL. (2013): Plant Trait Assembly Affects Superiority of Grazer's Foraging Strategies in Species-Rich Grasslands. PLoS ONE 8(7): e69800. doi:10.1371/journal.pone.0069800
- PICKERT, J., MÜLLER, J. (2016): Attractiveness of main sward types to suckler cows grazing on heterogeneous fen grassland. Grassland Science in Europe 21 (in press)
- VECTRONIC (2014): GPS Plus Collar. Vectronic-aerospace GmbH, Berlin, [www.vectronic-aerospace.com/files/GPS\\_PLUS\\_2010\\_Collar.pdf](http://www.vectronic-aerospace.com/files/GPS_PLUS_2010_Collar.pdf)



# Untersuchungen zur Nutzung des MIR-Spektrums der Milch von Kühen zur Abschätzung der Weidefutteraufnahme

STEINWIDDER, A. <sup>1)</sup>, KLAFFENBÖCK, M. <sup>2)</sup>, FASCHING, C. <sup>3)</sup>, TERLER, G. <sup>3)</sup>, GRUBER, L. <sup>3)</sup>, MÉSZÁROS, G. <sup>2)</sup>, SÖLKNER, J. <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Bio-Institut,  
Trautenfels 15, 8951, Stainach-Trautenfels, Österreich,  
andreas.steinwiddler@raumberg-gumpenstein.at, www.raumberg-gumpenstein.at

<sup>2)</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Nutztierwissenschaften,  
Gregor-Mendel-Straße 33 1180 Wien, Österreich, johann.soelkner@boku.ac.at z;

<sup>3)</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, 8952 Irdning, Österreich

## Einleitung und Zielsetzung

Die Mid-Infrarot (MIR) Spektrometrie ist derzeit die Methode der Wahl zur routinemäßigen Bestimmung der Haupt-Milchinhaltsstoffe (Laktose, Fett, Eiweiß etc.). Mit Hilfe der MIR-Spektrometrie können aber auch Fettsäuren- und Mineralstoffgehalte sowie Stoffwechselprodukte in der Milch abgeschätzt werden (FERRAND-CALMELS *et al.* 2014, SOYEURT *et al.* 2009). Die Zusammensetzung und Gehalte an Milchinhaltsstoffen werden wesentlich von der Futterration beeinflusst (LARSEN *et al.* 2016). In der vorliegenden Arbeit sollte geprüft werden, ob und mit welcher Genauigkeit die Weidefutteraufnahme bzw. der Weidefutteranteil in der Ration von Milchkühen über die MIR Spektrometrie abgeschätzt werden kann. Bei erfolgversprechenden Ergebnissen könnte die MIR-Spektrometrie als kostengünstiges Analyseverfahren zur Qualitätssicherung spezieller Qualitätsmilchprogramme (Weidemilch, Wiesenmilch etc.) eingesetzt und auch in der Milchviehzucht zur besseren Beschreibung der Umwelteffekte (Zuchtwerte) genutzt werden.

## Tiere, Material und Methoden

Die Daten der vorliegenden Arbeit wurden von 10.08.2013 bis 12.12.2014 in sieben noch nicht publizierten Forschungsprojekten an den zwei Milchviehversuchsbetrieben (Bio- bzw. konventioneller Betrieb) der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Österreich) gesammelt. Die Milchviehherden setzten sich aus unterschiedlichen Rassen (Fleckvieh, Braunvieh, Holstein Friesian (HF) Europa-Typ, HF-Neuseelandtyp und HF-Lebensleistungszucht) zusammen. Für die vorliegende Auswertung standen insgesamt 10.200 individuelle Tagesdatensätze (Milch und Futteraufnahme) von 90 Milchkühen zur Verfügung. Alle Kühe waren in Laufställen mit eingestreuten Außenliegeboxen untergebracht, wobei die individuelle Futteraufnahme im Stall mit Hilfe von Calan-Gates erhoben wurde. Die Futteraufnahmeerhebung erfolgte zweimal täglich durch Ein- und Rückwaage der Rationskomponenten und Bestimmung des jeweiligen Trockenmassegehalts (105°C über 24 h). Von den 90 Kühen wurden 31 Kühe in der Vegetationsperiode auch auf der Weide (Kurzrasenweide, 4 bis 21 Stunden/Tag je nach Versuch) gehalten. Die Weidefutteraufnahme der Kühe wurde indirekt aus dem Energie-Nährstoffbedarf (Milchleistung, Milchinhaltsstoffe, Trächtigkeitsstadium, Lebendmasse (LM) und LM-Schwankung) und der Energieaufnahme im Stall errechnet (GfE 2001). Angaben zur Rationsgestaltung finden sich in Tabelle 1. Die durchschnittliche T-Aufnahme der Kühe lag bei  $15,1 \pm 4,2$  kg T, über das Kraftfutter wurden davon im Durchschnitt  $1,26 \pm 1,11$  kg Gerste,  $0,55 \pm 0,61$  kg Körnermais,  $0,39 \pm 0,36$  kg Sojaextraktionsschrot,  $0,39 \pm 0,37$  kg Rapsextraktionsschrot,  $0,64 \pm 1,21$  kg Weizen und geringe Mengen ( $<0,25$  kg) an Trockenschnitzeln, Sojabohnenschalen, Erbsen, Triticale, Ackerbohnen und Weizenkleie aufgenommen.

Alle Kühe wurden täglich zweimal gemolken und die Milchmenge kuhindividuell erfasst. Die gekühlten und mit Konservierungsmittel versehenen Morgen- und Abendmilchproben wurden zu gleichen Teilen zu einer kuhindividuellen Tagesprobe vereint, gekühlt gelagert und wöchentlich an das LKV-Milchlabor (St. Michael) gesandt. Dort wurden die Milchinhaltsstoffe mit Hilfe des MIR-Spektrums mit einer MilkoScan Apparatur (MilkoScan FT6500; Foss, Hillerød, Denmark) und dem Datenintegrator v1.58 bestimmt.

Tabelle 1: Futteraufnahme und Energiegehalt der Rationskomponenten

	Futteraufnahme, kg T/Tier u. Tag				Energie, MJ NEL/kg T	
	Mittel	SD	Min	Max	Mittel	SD
Futteraufnahme, kg T	15,1	4,2	5	27	6,57	0,36
Heu (H), kg T	3,2	3,1	0	23	5,88	0,15
Grassilage (GS), kg T	4,4	3,2	0	23	5,98	0,10
Maissilage (MS), kg T	2,6	1,7	0	7	6,33	0,08
Weidefutter (W), kg T	2,1	4,6	0	21	6,40	0,22
Kraftfutter (KF), kg T	3,3	3,0	0	13	8,47	0,12

Die MIR-Spektraldaten wurden abgespeichert und umfassten 1060 Datensätze (Absorptionsraten bei verschiedenen Wellenzahlen) pro Probe im Bereich von 926 cm<sup>-1</sup> bis 5.012 cm<sup>-1</sup>. Diese MIR-Datensätze wurden ohne Vorbehandlung zur statistischen Auswertung herangezogen und den entsprechenden Tages-Futteraufnahmedaten gegenübergestellt. Im Mittel waren die Kühe in der 1,85 ± 1,41 (Min-Max: 1-9) Laktation, hatten eine Lebendmasse von 545 ± 98 kg und gaben 20,0 ± 7,1 kg Milch. Der Milchfettgehalt betrug 4,25 ± 0,73 %, der Eiweißgehalt 3,23 ± 0,36 %, der Laktosegehalt 4,62 ± 0,20 % und der Milchnachstoffgehalt lag bei 20,2 ± 10,8 mg/100 ml.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem „Partial Least Squares (PLS) Regressionsmodell“ im SAS-Programmpaket (SAS 9.4 TS Level 1M2). Alle im Ergebnisteil angeführten PLS-Ergebnisse (R, Abweichungsmaßzahlen) stellen Mittelwerte von 50 PLS-Prozedurdurchläufen dar. Der Datensatz wurde bei jeder PLS-Prozedur zufällig in einen Kalibrierungs- bzw. Validierungsdatsatz im Verhältnis 40:60 % geteilt. Dieses Verhältnis lieferte die höchsten durchschnittlichen Korrelationskoeffizienten (R) zwischen den gemessenen und geschätzten Futteraufnahmedaten, bei vertretbarer Berechnungszeit. Bei jeder PLS-Prozedur wurde auf Basis von latenten Variablen („fiktive“ Faktoren mit Vorhersagekraft im MIR-Spektrum) eine Schätzgleichung erstellt, welche die größte Vorhersagegenauigkeit lieferte. Die optimale Anzahl an latenten Variablen wurde für jedes Futtermittel auf Basis der erzielten Korrelationskoeffizienten und Abweichungsmaßzahlen individuell festgesetzt und lag zwischen 80 und 130 Variablen. Zusätzlich zu den MIR-Spektraldaten wurden in weiteren PLS-Auswertungsschritten geprüft, ob zusätzliche Informationen zur Tagesmilchleistung der Kühe bzw. zur Kraftfutteraufnahme die Vorhersagegenauigkeit erhöhen können. In den Ergebnistabellen sind die Korrelationskoeffizienten (R) zwischen gemessenen und geschätzten Werten aus den 50 PLS-Prozedurdurchläufen angeführt. Der RMSE („root mean square error“) beschreibt die durchschnittliche Abweichung der Schätzwerte von den gemessenen Werten. Da dieser Wert jedoch vom durchschnittlichen Rationsanteil beeinflusst wird, wurde auch der RPD-Wert („ratio to performance deviation“) berechnet. Dabei wird die Standardabweichung der gemessenen Werte eines Futtermittels durch dessen RMSE-Wert dividiert. Zur Beschreibung etwaiger systematischer Fehler wurden die BIAS- und SLOPE-Werte berechnet. Der BIAS-Wert wurde als nicht signifikant bezeichnet, wenn der absolute BIAS-Wert abzüglich der Standardabweichung\*1,96 kleiner 0 war. Der SLOPE-Wert wurde als nicht signifikant unterschiedlich von 1 angesetzt, wenn der SLOPE plus die Standardabweichung\*1,96 größer 1 war.

## Ergebnisse

Bei ausschließlicher Nutzung der MIR-Spektrendaten zur Schätzung der Weidefuttermenge bzw. des Weidefutteranteils wurden Korrelationskoeffizienten (R) zwischen 0,85-0,87 festgestellt (Tabelle 2). Bei allen Merkmalen zeigte sich kein signifikanter BIAS. Die SLOPE-Ergebnisse unterscheiden sich für den Weidefutteranteil nicht signifikant von 1. Bei der Weidefutteraufnahme weisen demgegenüber die SLOPE-Ergebnisse auf eine leichte Überschätzung bei geringen und eine leichte Unterschätzung der Weidefutteraufnahme bei hohen Werten hin. Die RPD-Werte lagen zwischen 1,9-2,0. Bei zusätzlicher Berücksichtigung der Tagesmilchleistung und Kraftfuttermenge im PLS-Modell erhöhte sich R geringfügig.

Tabelle 2: Korrelationskoeffizienten und Abweichungsparameter zwischen erhobenen und berechneten Rationsdaten für die Validierungsdatensätze

PLS-Einflussvariablen:	MIR-Spektrum (MIR)					MIR+M1)		MIR+M+KF2)	
	R	RPD	RMSE	BIAS	SLOPE	R	RPD	R	RPD
<b>Futtermittelaufnahme, kg T</b>									
Weidefutter (W), kg T	<b>0,85</b>	1,9	2,4	0,01	0,97	<b>0,85</b>	1,9	<b>0,86</b>	2,0
<b>Rationsanteil, %</b>									
Weidefutter (W), %	<b>0,87</b>	2,0	17	0,05	0,97	<b>0,87</b>	2,1	<b>0,88</b>	2,1

<sup>1)</sup> MIR+M: MIR-Spektrum + Milchtagesleistung als Einflussvariablen im PLS-Modell

<sup>2)</sup> MIR+M+KF: MIR-Spektrum + Milchtagesleistung + Kraftfuttermittelaufnahme als Einflussvariablen

## Diskussion und Schlussfolgerungen

Auf Grund der R-Werte  $\geq 0,85$  und RPD-Werte von 1,9-2,0 können die vorliegenden Ergebnisse als vielversprechend eingestuft werden. Nach KAROUI *et al.* (2006) ermöglichen R-Werte im Validierungsdatensatz zwischen 0,8-0,9 approximative quantitative Abschätzungen und weisen RPD-Werte von  $\geq 2,0$  auf die analytische Nutzungsmöglichkeit von Methoden hin. MCPARLAND *et al.* (2012) nutzten MIR-Milchdaten zur Beurteilung der Energieversorgung von Milchkühen. Die Autoren stuften R-Werte zwischen 0,5 und 0,8 als „angemessen genau“ ein. Vanlierde *et al.* (2016) schätzten die Methanemissionen mit MIR-Daten ab und bezeichneten R-Werte von 0,84 als ausreichend für Screening-Tools um diese in der Zucht und im Management zu nutzen. Hinsichtlich der Abschätzung der Weidefuttermittelaufnahme ist zu beachten, dass bei Stallgrünfütterung bzw. bei Fütterung von Futtermitteln mit hohen Gehalten an ungesättigten Fettsäuren, auf Grund des Einflusses auf die Milchzusammensetzung, möglicherweise irrtümlich eine Weidefütterung ausgewiesen werden könnte. Die in der vorliegenden Arbeit festgestellten weiteren Abweichungsparameter (RMSE etc.) weisen weiter darauf hin, dass bei im Durchschnitt guten Ergebnissen bei Einzelproben deutliche Abweichungen zwischen gemessenen und geschätzten Werten bestehen können. In weiterführenden Untersuchungen (Tankmilchproben, geänderte Rationen) soll diesen Zusammenhängen daher nachgegangen werden.

## Summary

Milk composition of dairy animals is influenced by the composition of the ration fed. The objective of this study was to determine if, and how well, the percentages and absolute amounts pasture in the feed ration can be estimated using MIR spectrometry of milk. A total of 10200 milk samples from 90 dairy cows from two experimental farms were collected, and the intakes of all ration components were measured. Using partial least squares regression (PLS), equations were developed to estimate ration compositions corresponding to each milk sample. To evaluate accuracy, the correlation between observed and estimated values (R) and ratio to performance (RPD) were used. Notable R values were observed for pasture intake (0.85) and pasture proportion in the ration (0.87). The RPD-values were 1.9 und 2.0 for pasture intake and pasture proportion, respectively. The results of this study indicate a potential use of MIR spectra for predicting pasture intake of dairy cows and pasture proportion in the ration.

## Literatur

FERRAND-CALMELS, M., PALHIÈRE, I., BROCHARD, M., LERAY, O., ASTRUC, J.M., AUREL, M.R., BARBEY, S., BOUVIER, F., BRUNSCHWIG, P., CAILLAT, H., DOUGUET, M., FAUCON-LAHALLE, F., GELÉ, M., THOMAS, G., TROMMENSCHLAGER, J.M., LARROQUE, H., (2014): Prediction of fatty acid profiles in cow, ewe, and goat milk by mid-infrared spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 97, 1, 17-35.

GfE (GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE), (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

KAROUI, R., MOUAZEN, A. M., DUFOUR, E., PILLONEL, L., SCHALLER, E., DE BAERDEMAEKER, J., BOSSET, J. O., 2006: Chemical characterisation of European Emmental cheeses by near infrared spectroscopy using chemometric tools. *International Dairy Journal*, 16, 10, 1211-1217.

LARSEN, T., ALSTRUP, L., WEISBJERG, M. R., (2016): Minor milk constituents are affected by protein concentration and forage digestibility in the feed ration. *Journal of Dairy Research*, 83, 12-19.



- McPARLAND, S., BANOS, G., MCCARTHY, B., LEWIS, E., COFFEY, M. P., O'NEILL, B., O'DONOVAN, M., WALL, E., BERRY, D. P., 2012: Validation of mid-infrared spectrometry in milk for predicting body energy status in Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science*, 95, 12, 7225-7235.
- SOYEURT, H., BRUWIER, D., ROMNEE, J.-M., GENGLER, N., BERTOZZI, C., VESELKO, D., DARDENNE, P., (2009): Potential estimation of major mineral contents in cow milk using mid-infrared spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 92, 6, 2444-2454.
- VANLIERDE, A., VANROBAYS, M. L., GENGLER, N., DARDENNE, P., SOYEURT, H., McPARLAND, S., LEWIS, E., DEIGHTON, M. H., MATHOT, M., DEHARENG, F., 2016: Milk mid-infrared spectra enable prediction of lactation-stage- dependent methane emissions of dairy cattle within routine population-scale milk recording schemes. *Animal Production Science*, 56, 258-264.

# Eignung von Wisenten und Przewalski-Pferden zur Pflege eines ausgewiesenen FFH-Gebietes mit ehemaliger militärischer Nutzung

L. ZIELKE<sup>1</sup>, A. BERGER<sup>1</sup>, J. MÜLLER<sup>2</sup>, N. WRAGE-MÖNNIG<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung,  
Alfred-Kowalke-Str. 17, 10315 Berlin, Deutschland  
zielke@izw-berlin.de

<sup>2</sup>Grünland und Futterbauwissenschaften, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät,  
Universität Rostock, Deutschland

## Einleitung und Problemstellung

In unmittelbarer Nähe zur westlichen Berliner Stadtgrenze befindet sich das 3.415 ha große Naturschutzgebiet „Döberitzer Heide“. Das Gebiet ist geprägt von mehr als 100 Jahren militärischer Nutzung, welche zur Entstehung der charakteristischen Offenlandschaften führte. Die Unterschutzstellung dieses Gebietes im Jahr 1996 dient der Erhaltung wertvoller und weitestgehend unzerschnittener Biotope wie Heiden, Trockenrasen, Laubmischwäldern, Feuchtwiesen, Röhrichten, Gewässern und Mooren. Mit rund 5.500 verschiedenen Tier- und Pflanzenarten gilt die Döberitzer Heide als einer der reichsten ehemaligen Truppenübungsplätze Deutschlands. Von dem gesamten Gebiet wurden 2.789,53 Hektar von der Europäischen Union gemäß der Richtlinie 92/43/EWG als FFH-Gebiete ausgewiesen.

Ist es möglich, ein solches Gebiet nach dem Wegfall der Nutzung als Truppenübungsplatz mit Hilfe von Beweidung durch Megaherbivoren offenzuhalten? Nach Ellenberg (1996) wurde die natürliche Vegetation Mitteleuropas vor der Ankunft des Menschen von Wäldern dominiert und die damals unzweifelhaft existierenden Megaherbivoren nahmen keinen Einfluss auf dieses Landschaftsbild. Im Gegensatz dazu vertritt Beutler (1996) den Standpunkt, dass Großherbivoren einen maßgeblichen Einfluss auf die Vegetationsstrukturen nahmen und große Pflanzenfresser aufgrund von Verbiss und vielfältigen weiteren pflanzenschädigenden Verhaltensweisen zur Aufrechterhaltung eines dynamischen Mosaiks von Offenland und Wald beitrugen (Scherzinger 1995, Vera 2000). Megaherbivoren werden als ein wesentliches Potenzial zur Wiederherstellung naturnaher, dynamischer Biotope betrachtet (Scheibe *et al.* 1999a), insbesondere wenn die unterschiedliche, artspezifische Differenzierung im Fressverhalten der verschiedenen Herbivoren berücksichtigt wird (Hofmann 1995). Für einen erfolgreichen Einsatz von Großsäuger-Artengemeinschaften als Landschaftspfleger und -gestalter ist die Berücksichtigung des Raum- sowie Ernährungsverhaltens der einzelnen Arten unabdingbar (Scheibe 1982, Hofmann und Scheibe 1997, Jones *et al.* 1994). Die Frage der Offenhaltung ausgewiesener FFH-Gebiete mit ehemaliger militärischer Nutzung ist deutschlandweit von hohem Interesse, da einerseits ehemalige Truppenübungsplätze zumeist hohe Naturschutzstati (FFH, SPA, NSG) aufweisen, andererseits in diesen Gebieten allgemein übliche Naturschutzmaßnahmen wie Brandrodung, oder mechanische Maßnahmen aufgrund der hohen Munitionsbelastung und der Größe der Flächen nicht möglich sind. Auch eine klassische Beweidung durch Nutztiere ist aufgrund rechtlicher Vorgaben wie beispielsweise Tierkennzeichnungspflicht oder regelmäßige veterinärmedizinische Kontrollen weitestgehend auszuschließen (Riecken *et al.* 2001). Insofern bleibt in ehemaligen militärisch genutzten Gebieten keine andere Möglichkeit als die Landschaftsgestaltung beziehungsweise deren Erhalt durch den gezielten Einsatz von Wildtieren zu verwirklichen. Das Ziel, verschiedene wildlebende Megaherbivoren so in großräumigen Schutzflächen einzusetzen, dass keine weiteren Pflegemaßnahmen erforderlich sind, stellt jedoch ein herausforderndes und neuartiges Naturschutzmanagement dar, bei dem noch viele Fragen offen sind. Bezüglich der Habitatnutzung und der Vegetationspräferenz von Przewalski-Pferden liegen verschiedene Studien vor (Scheibe *et al.* 1999b, King 2002). Jedoch ist die Literatur über Wisente auf Untersuchungen innerhalb der polnischen Nationalparke Bialowieza und Borecka beschränkt (Krasinski 1978, Krasinska *et al.* 1987, Krasinski und Krasinska 1992, Krasinski und Krasinska 2008). Detaillierte Studien über ein Zusammenleben von Wisenten mit anderen pflanzenfressenden Großsäugern liegen bisher kaum vor (Heinz und Scheibe 2001). Die Frage nach der Eignung verschiedener Herbivorenarten zur Offenhaltung ausgewiesener FFH-Gebiete mit ehemaliger militärischer Nutzung wird im Zuge des Forschungsprojektes sowohl von einem ökologischen und naturschutzfachlichen Standpunkt aus als auch aus der Perspektive der Tierernährung unter Berücksichtigung der nutritiven Bedürfnisse der eingesetzten Herbivorenarten betrachtet.

## Material und Methoden

### Wildniskernzone

Zur Erhaltung und Förderung der unterschiedlichen Lebensraumtypen und Arten in den einzelnen Schutzgebieten der Döberitzer Heide wurde von der Heinz Sielmann Stiftung eine an die örtlichen Gegebenheiten angepasste Strategie ergriffen: Im Jahr 2010 wurde eine ca. 1.860 ha große Wildniskernzone eingerichtet, in der angesiedelte Wisente (*Bison bonasus*) und Urwildpferde (*Equus przewalskii*) gemeinsam mit Rothirschen (*Cervus elaphus*) durch ihre natürliche Lebensweise und ihr Äsungsverhalten maßgeblich zur Erhaltung der landschaftlichen Vielfalt beitragen sollen. Mit dem Einsatz dieser Megaherbivoren in der Döberitzer Heide leistet dieses Projekt zusätzlich einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung seltener Großsäugerarten: Der Wisent wurde 2008 von der Weltnaturschutzunion IUCN als „gefährdet“ eingestuft. Im Anhang II der FFH-Richtlinie ist festgelegt, dass der Wisent zu den Tierarten von gemeinschaftlichem Interesse zählt, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen. Das Przewalski-Pferd wurde 2011 von der IUCN als „stark gefährdet“ eingestuft, nachdem es jahrelang als „vom Aussterben bedroht“ gelistet wurde.

Unter Verwendung von Luftbildaufnahmen aus den Jahren 2009 bis 2016 werden charakteristische Biotope der Wildniskernzone klassifiziert. Anhand dessen können Veränderungen der Biotope und der Oberflächenbedeckung in den vergangenen Jahren dokumentiert und ausgewertet werden. Auf diese Weise wird untersucht, inwieweit sich der Anteil der verschiedenen Biotope in der Wildniskernzone seit Beginn der Landschaftsgestaltung mit den Megaherbivoren im Jahr 2010 verändert hat.

### Biotelemetrie

Mittels modernster Telemetried Halsbänder (der Firma e-obs GmbH) werden seit Februar 2016 über einen Zeitraum von zwei Jahren kontinuierlich und hochaufgelöst die Positionen mehrerer besendeter Wisente und Przewalski-Pferde aufgezeichnet (Abb.1). In die GPS-Halsbänder sind hochauflösenden 3D-Beschleunigungssensoren integriert, die es ermöglichen zusätzlich zur Position auch das jeweilige Verhalten (Ruhe, Nahrungsaufnahme und Lokomotion) des Halsbandträgers zu bestimmen (Brown et al. 2013). Die Daten können jederzeit über Funk aus den Halsbändern abgerufen (Abb.2) und in die erstellten Vegetationskarten übertragen werden.



Abbildungen 1 und 2: besenderte Wisentkuh und Datenauslese

### Futtermittelanalytik

Anhand der gewonnenen Daten aus den Telemetried Halsbändern (präferenzielle Aufenthaltspunkte mit den dazugehörigen Verhaltensweisen) kann nachverfolgt werden, in welchen Biotopen sich die Tiere während der Nahrungsaufnahme überwiegend aufhalten. Durch Begehung der Biotope können die bevorzugt verbrissenen Pflanzenarten bestimmt und für futtermittelanalytische Untersuchungen entnommen werden. Die Proben werden im Labor aufbereitet und mittels der Nahinfrarot-Reflexionsspektroskopie (NIRS) auf die festgelegten Futterwertparameter Rohprotein (XP), Rohfaser (XF) und Rohasche (XA) sowie den Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten (WSC) und Fruktan (FRUC) je kg Trockensubstanz (TS) untersucht (VDLUFA 2003). Anhand dieser Parameter kann die verdauliche Energie (DE) und die umsetzbare Energie (ME) je kg TS berechnet werden. Ziel ist die Abschätzung der ernährungsphysiologischen Versorgung der Tiere in allen Jahreszeiten unter Berücksichtigung der verschiedenen Nahrungsansprüche (HOFMANN 1995, HOFMANN und SCHEIBE 1997, KAMPHUES et al. 2004).

Ergänzend werden gesammelte Kotproben mittels Metabarcoding auf vorhandene Pflanzenreste analysiert (HOLLINGSWORTH *et al.* 2011, FAZEKAS *et al.* 2012).

### **Tierbestandsaufnahme**

In mindestens zwei aufeinanderfolgenden Jahren werden Bestandserhebungen bezüglich der Anzahl und des Ernährungszustandes der in der Wildniskernzone vorkommenden Wisente und Przewalski-Pferde vorgenommen. Zur Einschätzung der Anzahl des aktuellen Tierbestandes wurden an den solarbetriebenen Tränken IR-Wildtierkameras der Firma Reconyx montiert, deren Aufnahmen in Zusammenhang mit Bestandsbüchern eine solche Schätzung erlauben (CARBONE *et al.* 2001).

Unter Verwendung eines 9-Punkte-Skalensystems kann bei den Przewalski-Pferden der body condition score (BCS) eines jeden Tieres im Herbst und Frühjahr beurteilt werden (HENNEKE *et al.* 1983, KIENZLE und SCHRAMME 2004, SOURIS *et al.* 2006, DUGDALE *et al.* 2012). Zur Einschätzung des Ernährungszustandes der Wisente wurde ein 5-Punkte-Skalensystem zur Bewertung des Body condition scores aus der Rinderhaltung adaptiert (MACDONALD und ROCHE 2011).

### **Modellierung**

Sämtliche gewonnenen Daten werden abschließend in Hinblick auf die benötigte und maximale Tierbesatzstärke zum Erreichen der Managementziele des Naturschutzgebietes sowie unter Berücksichtigung des vorhandenen Äsungspotentials und der nutritiven Bedürfnisse von Wisent und Przewalski-Pferd zusammengeführt und ausgewertet. Ziel ist es die Ergebnisse so zu modellieren, dass praxisbezogene Rückschlüsse für ähnliche Projekte gezogen werden können.

### **Vorläufige Ergebnisse**

Aufgrund des frühen Stadiums des Forschungsprojektes liegen bisher noch keine diskussionswürdigen Ergebnisse vor. Am 23.02.2016 wurden die ersten drei Wisente (1 Bulle, 2 Kühe) mit e-obs GPS-Halsbändern versehen. Weitere Wisente und Przewalski-Pferde folgen im Sommer 2016. Sämtliche Wasserstellen des Gebietes wurden mit Wildtierkameras ausgestattet und erste Kot- sowie Pflanzenproben gesammelt (Abb.3, 4).



Abbildung 3 und 4: Aufnahme einer Wildtierkamera und Kotprobenentnahme

### **Ausblick**

Das praxisorientierte Forschungsprojekt hat das Ziel, Aufschluss zur Übertragbarkeit der Landschaftspflege mit Hilfe großer Wildherbivoren auf ähnlichen Flächenkulissen zu liefern. Eine erfolgreiche Umsetzung der Landschaftspflegemaßnahmen auf den Flächen der Döberitzer Heide kann eine Vorbildfunktion für den Umgang mit anderen ehemaligen Truppenübungsplätzen ausüben.

### **Literatur**

- BEUTLER, A. (1996): Die Großtierfauna Europas und ihr Einfluss auf Vegetation und Landschaft. Natur- und Kulturlandschaft 51-106, Höxter/Jena.
- BROWN, D.D., KAYS, R., WIKELSKI, M., WILSON, R. & KLIMLEY, A.P. (2013): Observing the unwatchable through acceleration logging of animal behavior. Animal Biotelemetry, 1-20.
- CARBONE, C., CHRISTIE, S., CONFORTI, K., COULSON, T., FRANKLIN, N., GINSBERG, J.R., GRIFFITHS, M., HOLDEN, J., KAWANISHI, K., KINNAIRD, M., LAIDLAW, R., LYNAM, A., MCDONALD, W., MARTYR, D., McDUGAL, C., NATH, L., O'BRIEN, T., SEIDENSTICKER, J., SMITH, D.J.L., SUNQUIST, M., TILSON, R. & WAN, SHAHRUDDIN, W.N. (2001): The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. Animal Conservation 4, 75-79.

- DUGDALE, A.H.A., GROVE-WHITE, D., CURTIS, G.C., HARRIS, P.A. & ARGO, C.McG. (2012): Body condition scoring as a predictor of body fat in horses and ponies. *The Veterinary Journal* 194, 172-178.
- ELLENBERG, H. (1996): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Stuttgart, Ulmer-Verlag.
- FAZEKAS, A.J., KUZMINA, M.L., NEWMASER, S.G. & HOLLINGSWORTH, P.M. (2012): DNA barcoding methods for land plants. *Methods in Molecular Biology* 858, Chapter 11.
- HEINZ, C. UND SCHEIBE, K.M. (2001): Vergleichende ökologische Untersuchungen zu Raumnutzung und Vegetationspräferenz von Wisent und Rothirsch in einem naturnahen Gehege. *Natur- und Kulturlandschaft* 4, 375-382.
- HENNEKE, D.R., POTTER, G.D., KREIDER, J.L. & YEATERS, B.F. (1983): Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. *Equine Veterinary Journal* 15, 371-372.
- HOFMANN, R.R. (1995): Zur Evolution der großen Pflanzenfresser und ihre nahrungsökologische Einnischung in der heutigen Kulturlandschaft - eine neue Chance für europäische Großsäuger nach 5000 Jahren? *Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin* 34, 167-190.
- HOFMANN, R.R. UND SCHEIBE, K.M. (1997): Überlegungen zur Rekonstruktion der natürlichen Großtierfauna Mitteleuropas auf der Grundlage ihrer morphologischen Differenzierungen und ihre potentiellen ökologischen Nischen. *Natur- und Kulturlandschaft* 2, 207-214.
- HOLLINGSWORTH, P.M., GRAHAM, S.W. & LITTLE, D.P. (2011): Choosing and using a plant DNA barcode. *PLOS ONE* 6, 1-13.
- JONES, C.G., LAWTON, J.H. & SHACHAK, M. (1994): Organisms as ecosystem engineer. *Oikos* 69, 373-386.
- KAMPHUES, J., COENEN, M., KIENZLE, E., PALLAUF, J., SIMON, O. & ZENTEK, J. (2004): *Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung*. 10. Auflage, Verlag Schaper Alfeld-Hannover.
- KIENZLE, E. UND SCHRAMME, S. (2004): Beurteilung des Ernährungszustandes mittels Body Condition Scores und Gewichtsschätzung bei adulten Warmblutpferden. *Pferdeheilkunde* 20, 517-524.
- KING, S.R.B. (2002): Home range and habitat use of free-ranging Przewalski horses at Hustai National Park, Mongolia. *Applied Animal Behaviour Science* 78, 103-113.
- KRASINSKA, M., CABON-RACZYNSKA, K. & KRASINSKI, Z.A. (1987): Strategy of habitat utilization by European Bison in the Bialowieza Forest. *Acta Theriologica* 32, 147-202.
- KRASINSKI, T.A. (1978): Dynamics and structure of the European bison population in the Bialowieza primeval forest. *Acta Theriologica* 23, 3-48.
- KRASINSKI, Z.A. UND KRASINSKA, M. (1992): Free ranging European bison in Borecka forest. *Acta Theriologica* 37, 301-317.
- KRASINSKI, Z.A., KRASINSKA, M. (2008): *Der Wisent*. Westarp Wissenschaften- Verlagsgesellschaft mbH, Hohenwortsleben.
- MACDONALD, K. UND ROCHE, J. (2011): *Body condition scoring made easy – The official field guide*. DairyNZ.
- RIECKEN, U., FINCK, P. & SCHRÖDER, E. (2001): Tagungsbericht zum Workshop „Großflächige, halboffene Weidesysteme als Alternative zu traditionellen Formen der Landschaftspflege“. *Natur und Landschaft* 3, 125-130.
- SCHEIBE, K.M. (1982): *Nutztierverhalten*. 2. Auflage. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- SCHEIBE, K.M., HOFMANN, R.R. & LINDNER, U. (1999a): Rekonstruktion natürlicher Ökosysteme unter Berücksichtigung der ursprünglichen Großsäuger-Artengemeinschaft – Chancen für großräumigen Naturschutz. *Jahrbuch Dachverband Bergbaufolgelandschaften e.V., Dessau*, 164-173.
- SCHEIBE, K.M., LANGE, B., SIELING, C. & SCHEIBE, A. (1999b): Przewalskipferde (*Equus ferus przewalskii*) in einem Semireservat – Entwicklung von Ortspräferenzen und Einfluss auf Vegetationsstrukturen. in: Gerken, B., Görner, M. (eds.): *Europäische Landschaftsentwicklung mit großen Weidetieren Geschichte, Modelle und Perspektiven*. *Natur- und Kulturlandschaft* 3, 348-3453, Höxter/Jena.
- SCHERZINGER, W. (1995): Verfügen Wildtiere über eine Verhaltensausrüstung zur Gestaltung des arteigenen Lebensraumes? *Der Ornithologische Beobachter* 92, 297-301.
- SOURIS, A.C., KAEZENSKY, P., JULLIARD, R. & WALZER, C. (2006): Time budget-, behavioral synchrony and body score development of a newly released Przewalski's horse group *Equus ferus przewalskii*, in the Great Gobi B strictly protected area in SW Mongolia. *Applied Animal Behaviour Science* 107, 307-321.
- VDLUFA-VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALTEN (2003): *Die Anwendung der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) bei der Untersuchung von Futtermitteln und pflanzlichen Produkten*. Bonn.
- VERA, F. (2000): *Grazing ecology and forest history*. CAB International, Wallingford (UK).



# Anpassung der Beweidung auf Almen und Alpen auf Grund des fortschreitenden Klimawandels

S. STEINBERGER, H. SPIEKERS

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL),  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Poing-Grub

## Zusammenfassung

Die allgegenwärtige Klimaerwärmung bedingt einen früheren Vegetationsstart auf den Almen (Oberbayern) und Alpen (Allgäu). Gleichzeitig sorgen höhere Temperaturen v.a. während der Sommermonate für eine deutliche Steigerung des Biomassezuwachses. Eine fachgerechte Nutzung der Almweiden erfordert eine Anpassung im Auftriebstermin und eine Erhöhung der aufgetriebenen Tierzahlen um den Futterüberschuss im Frühjahr gering zu halten. Eine gelenkte Weideführung mittels mobilen Elektrozauns ermöglicht eine gleichmäßige Nutzung der Weideflächen. Die Umsetzung der geforderten Maßnahmen sichert nachhaltig eine gepflegte Kulturlandschaft und eine ertragreiche Alm-/Alpwirtschaft.

## Einleitung

Eine standortangepasste Beweidung der Almen und Alpen sichert nachhaltig eine von Menschenhand geschaffene Kulturlandschaft im Berggebiet. Die Offenhaltung dieser Landschaft ist aus verschiedenen Gründen ein gesellschaftliches Ziel und wird staatlicherseits durch entsprechende Fördermaßnahmen unterstützt. Mussten in früheren Jahrhunderten die Weideflächen mittels Weideregeln/-rechte vor einer Übernutzung geschützt werden so ist seit einigen Jahrzehnten auf vielen Almen/Alpen eine sich ausdehnende Unterbeweidung zu beobachten. Teils sind nur die Randbereiche einer Alm nicht mehr ausreichend beweidet, teils sind aber ganze Almen von einer Unterbeweidung stark betroffen. Auf solchen Flächen gewinnen schnell verholzende Obergräser und vor allem das gefürchtete Borstgras die Oberhand. Die Weiden verunkrauten immer mehr und Baumanflug breitet sich aus (STEINBERGER, 2012a). Da diese Entwicklungen langsam über Jahrzehnte ablaufen, werden sie meist nicht zeitnah wahrgenommen.

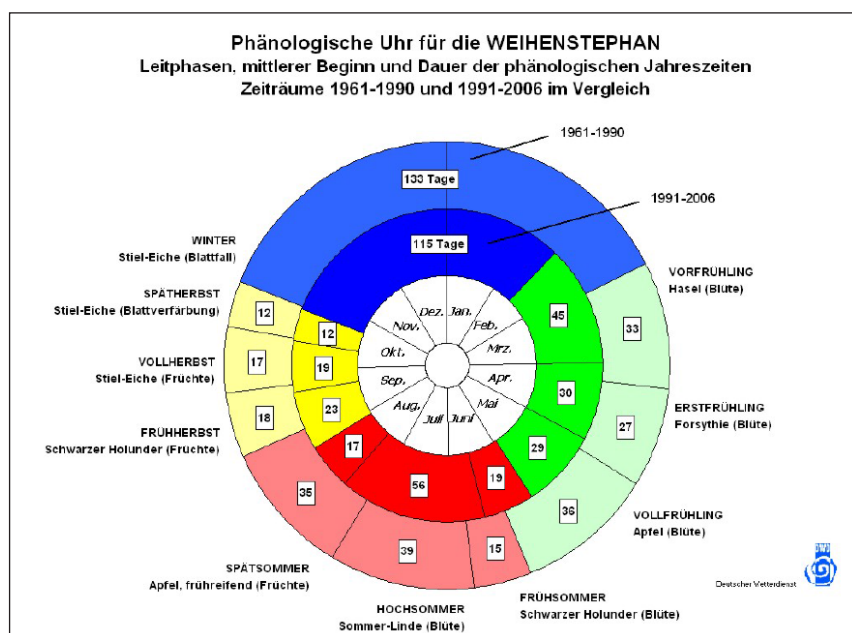
## Klimawandel

Zunächst nur diskutiert, ist mittlerweile der allgemeine Klimawandel allzeit zu beobachten. Seit Mitte des vergangenen Jahrhunderts, insbesondere seit den 80ziger Jahren lässt sich ein rasanter Anstieg der mittleren Jahrestemperatur beobachten. Im Stauraum der Alpen werden zudem die Sommerniederschläge mehr und die Winter trockener. Diese Kombination führt dazu, dass die nutzbaren Futtererträge in den Höhenlagen zunehmen. Dies bedeutet für die Almbewirtschaftung, dass im Vergleich zu den 60ziger Jahren des letzten Jahrhunderts mehr gewachsenes Futter zur Verfügung steht.

Eine weitere, nur wenig wahrgenommene Entwicklung auf Grund der Erderwärmung, ist die Verschiebung der phänologischen Jahreszeiten (Abb. 1).

Bei einem Vergleich der dargestellten Zeiträume kann eine deutliche Verschiebung der Jahreszeiten beobachtet werden. Der Winter endet mittlerweile deutlich früher, so dass der Vegetationsbeginn um etwa

Abbildung 1: Phänologische Uhr für die Weihenstephan Leitphasen, mittlerer Beginn und Dauer der phänologischen Jahreszeiten, Zeiträume 1961-1990 und 1991-2006 im Vergleich



2-3 Wochen vorverlegt ist. Für den Almbauern bedeutet dies, dass auf den Almen/Alpen heutzutage das Graswachstum um etwa drei Wochen früher einsetzt als in den 1960er Jahren. Der Temperaturanstieg bewirkt zudem eine Ertragssteigerung der Almweiden, vor allem eine Zunahme „ertragreicherer“ Flächen mit zunehmender Höhenlage ist zu beobachten. Wo sich in früheren Jahren auf Grund einer kurzen Vegetationszeit und niedrigen Temperaturen, nur ein mäßiger Aufwuchs bildete, entwickeln sich heutzutage ertragreichere Aufwüchse (STEINBERGER und BÖDDECKER, 2015).

## Zielsetzung

Sich ändernde Bedingungen erfordern eine Anpassung des Beweidungsregimes auf den Almen. Eine sachgerechte Weidenutzung minimiert die Gefahr der Verunkrautung der Weideflächen und sichert eine hohe Futterqualität. Ein gleichmäßiges Abweiden der Flächen verhindert ein Brachfallen und eine nachfolgende Wiederbewaldung. Diese Entwicklungen sind nur mittels aufwendiger technischer Maßnahmen umzukehren bzw. es folgt ein dauerhafter Verlust an Kulturlandschaft (STEINBERGER, 2012b).

Durch die zunehmende Flächenkonkurrenz in den Tallagen können Almweiden künftig eine wertvolle Futterressource darstellen. Für viehstarke Betriebe kann eine Auslagerung des Jungviehs in den Sommermonaten für eine Entspannung der Düngebilanz sorgen. Rinder weiden gemäß ihrem natürlichen Weideverhalten stets nach dem Prinzip einer Kurzrasenweide um qualitativ hochwertiges Futter zu nutzen (STEINBERGER et al. 2012). Da der Futterüberschuss zu Beginn nicht über eine Schnittnutzung abgeschöpft werden kann, ist eine gelenkte Weideführung (Koppelumtriebssystem) umzusetzen.

## Material und Methoden

Zur praktischen Erprobung der geforderten Schritte hat die bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft in Grub zunächst im Jahr 2012 auf der Haaralm (1.300 – 1.600 m NN), Gemeinde Ruhpolding zusammen mit den beteiligten Almbauern, ein Almweideprojekt gestartet. Bereits nach den ersten Erfolgen konnten zwei weitere Almen im Jahr 2013 in das Projekt einbezogen werden. Dabei handelt es sich um die Hemmersuppenalm (1.200 – 1.300 m NN), Gemeinde Reit im Winkl und die Rossfeldalm (1.350 – 1.550 m NN), oberhalb von Berchtesgaden. Weitere Almen/Alpen bzw. Weiden folgten in den weiteren Jahren. In Tabelle 1 sind die aktuell betreuten Almen und Weiden aufgelistet.

Tabelle 1: Am Projekt beteiligte Almen/Hochweiden seit 2012

Bezeichnung	seit Jahr	Hektar ha
Haaralm	2012	50
Hemmersuppenalm	2013	80
Rossfeldalm	2013	25
Pölcheralm	2015	25
Steinbergalm	2015	20
Hochrhön	2015	30
Neuhof (AHG Ke.)	2016	55
Schloßbergalm	2016	25
Nesslaualm	2016	20
Lödenalm	2016	25

Weiterhin besteht eine intensive internationale Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Innsbruck, der Landwirtschaftlichen Fachschule Winklhof in Salzburg (Sattelalm) sowie dem Maschinenring Pongau (Gottschallalm).

Die auf den Weiden umgesetzten Maßnahmen beziehen sich auf einem dem Vegetationsbeginn angepassten Auftriebszeitpunkt, einer Erhöhung der aufgetriebenen Tierzahlen gemäß der Zunahme der gewachsenen Biomasse und einer gelenkten Weideführung mittels mobilen Elektrozaun. Die Daten zum Auf- und Abtrieb sowie der Tierzahlen werden anhand der HI – Tier – Datenbank, durch eigene Aufzeichnungen bzw. durch historische Aufzeichnungen der Almbauern erfasst.

Die Beobachtungen zur Weideführung werden soweit möglich durch vegetationskundliche Untersuchungen unterstützt (MAYER und KUHN 2015).



Auf Basis der Tierzahlen und dem Alter der Tiere wurde der Futterverzehr abgeschätzt. Zur Kalkulation wurden für die aufgetriebenen Rinder Altersklassen gebildet und diesen eine spezifische Futteraufnahme in kg/Tag unterstellt (Tab. 2).

Tabelle 2: Unterstellte tägliche Futteraufnahme bei Jungrindern nach Altersklasse

kalkulierte Futteraufnahme	
Alter in Monate	TM-Verzehr kg/Tag
6 - 12	5
12 - 18	7
18 - 24	10
24 - 30	13
> 30	15

Diese Methode ermöglicht eine relativ genaue Abschätzung der gefressenen Futtertrockenmasse je Hektar Lichtweide.

## Ergebnisse und Diskussion

In den folgenden Darstellungen werden die Daten aus den drei Projektjahren der am frühesten umgestellten Almen gemittelt und mit den 5 bzw. 10 Jahresmittel vor der Projektzeit verglichen.

### Auf- und Abtriebszeitpunkt

Auf allen beteiligten Almen wurde eine Anpassung des mittleren Auftriebszeitpunktes an den Vegetationsbeginn vollzogen. Die jeweiligen Auftriebstermine aus der Vergangenheit beruhten auf Weiderechte bzw. amtlicher Empfehlung. Im Mittel konnte auf der Haaralm und Hemmersuppenalm der Auftriebstag um drei Wochen vorverlegt werden, wobei die ersten Tiere bereits Mitte Mai aufgetrieben werden. Auf der Rossfeldalm ist der Almboden sehr tiefgründig und die Nord-West Ausrichtung verlangsamt die Abtrocknung der Weiden nach der Schneeschmelze. Zudem schmelzen die präparierten Skipisten generell etwas später ab. Vor allem der langanhaltende Regen im Mai 2015 verhinderte einen früheren Auftrieb (Tab. 3).

Tabelle 3: Mittlere Auf- und Abtriebszeiten sowie Gesamtweidetage vor und während der Projektlaufzeit.

Alm	Jahresmittel vor Projekt	3 Jahresmittel Projektlaufzeit	Veränderung
	Auftriebsdatum / Abtriebsdatum Weidetage		Tage
Haaralm	17.6. / 22.9. <b>98<sup>2</sup></b>	25.5. / 21.9. <b>119</b>	- 22 / - 1 <b>+ 21</b>
Hemmersuppenalm	10.6. / 19.9. <b>101<sup>1</sup></b>	22.5. / 15.9. <b>116</b>	- 19 / - 4 <b>+ 15</b>
Rossfeldalm	13.6. / 17.9. <b>97<sup>2</sup></b>	31.5. / 16.9. <b>109</b>	- 13 / - 1 <b>+ 12</b>

<sup>1</sup> 5 - Jahresmittel, <sup>2</sup> 10 - Jahresmittel

Die Abtriebszeiten auf der Haaralm und der Rossfeldalm blieben unverändert (- 1). Von der Hemmersuppenalm wurde im Jahr 2014 wegen langanhaltender Regenfälle und dadurch bedingt zu nehmenden Trittbelastung früher abgetrieben. Insgesamt ergeben sich für die Almen Verlängerungen der Weidezeiten um zwei bis drei Wochen.

### Aufgetriebene Tierzahlen

Eine deutliche Steigerung der aufgetriebenen Tiere wurde v.a. auf der Haar- und Rossfeldalm umgesetzt. Auf der Haaralm wurden während der Projektlaufzeit nur ausgewählte Parzellen und nicht die gesamte Alm gezielt beweidet. Seit 2015 wird nun die gesamte Alm einer geordneten Beweidung unterzogen und die angestrebte Tierzahl (um den Aufwuchs sachgerecht abzuweiden) beträgt etwa 140 Tiere.

Tabelle 4: Mittlere Anzahl der aufgetriebenen Tiere vor und während des Almweideprojektes

Alm	Jahresmittel vor Projekt	3 Jahresmittel Projekt	Veränderung
	aufgetriebene Tiere, Anzahl/Alm		
Haaralm	76 <sup>2</sup>	107	<b>+ 40 %</b>
Hemmersuppenalm	123 <sup>1</sup>	144	<b>+ 17 %</b>
Rossfeldalm	39 <sup>2</sup>	55	<b>+ 41 %</b>

<sup>1</sup> 5 - Jahresmittel, <sup>2</sup> 10 - Jahresmittel

Die Steigerung der Auftriebszahlen (Tab. 4) ist auf der Hemmersuppenalm moderater ausgefallen (+ 17%), da sich die Weide etwa zur Hälfte aus vernässten (ehemals z.T. drainierten) Flächen sowie Moorflächen und die andere Hälfte aus Magerrasen mit geringer Humusaufgabe zusammensetzt. Bei längeren Regenperioden zeigen nässere Fläche, bei längerer Trockenheit die flachgründigen Flächen ihre Nachteile in der Weideführung.

### Gelenkte Weideführung

Vielfach findet auf den Almen eine Freiweide statt. Die Almflächen sind nicht unterteilt und die Rinder verteilen sich „frei“ auf den Weideflächen. Eine gleichmäßige Nutzung der Weiden bedarf einer gelenkten Weideführung. Dies wird auf den beteiligten Almen mittels mobilen Elektrozauns umgesetzt. In der Regel sind drei bis vier Koppeln je Herde ausreichend, da der tägliche Trockenmassezuwachs in den Höhenlagen relativ gering ist. Mehr kleinere Koppeln erhöhen die Gefahr der Trittschäden.

### Kalkulierter Futterverzehr

Von entscheidender Aussage bezüglich des umgesetzten Weidemanagements ist die genutzte Futtermenge je Hektar Weidefläche. Der GVE – Schlüssel der HI Tier - Datenbank lässt nur einen unzureichenden Rückschluss auf die gefressene Futtermenge zu. So werden Rinder von einem halben Jahr bis zu zwei Jahren mit 0,6 GVE bewertet, obwohl sich die Futteraufnahme der jeweiligen Altersklasse deutlich unterscheidet. Deshalb wurden Altersklassen gebildet und die jeweils zu erwartenden Trockenmasseverzehrsmengen unterstellt. Die somit ermittelten Futterverzehrsmengen zeigen welche enormen Futterreserven auf den Almen vorhanden sind (Tab. 5). Wird der Aufwuchs nicht in entsprechender Weise genutzt ergeben sich zwangsläufig Almbereiche die nicht mehr entsprechend ausgegrast werden und langfristig als Weide verloren gehen.

Tabelle 5: Kalkulierter Futterverzehr in dt TM/ha bzw. dt TM/Alm vor und während des Almweideprojektes

Alm	Jahresmittel vor Projekt	3 Jahresmittel im Projekt	Veränderung
	kalk. Futterverzehr dt TM/ha bzw. dt TM/Alm		
Haaralm	16 / 850 <sup>2</sup>	27 / 1420	<b>+ 67 %</b>
Hemmersuppenalm	19 / 1480 <sup>1</sup>	23 / 1830	<b>+ 24 %</b>
Rossfeldalm	17 / 430 <sup>2</sup>	28 / 660	<b>+ 60 %</b>

<sup>1</sup> 5 - Jahresmittel, <sup>2</sup> 10 - Jahresmittel

Untersuchungen von BLASCHKA (2014) und Jaritz und BURKHART-AICHNER (2013) zeigen ebenfalls positive Einflüsse einer gezielten Beweidung zur Erhaltung von Almflächen als Kulturlandschaft.

### Fazit

Der Klimawandel führt zu einer deutlichen Vegetationsverlängerung auch auf den Almen und Alpen (vor allem im Frühjahr setzt diese früher ein). Die allgemeine Erwärmung führt zu einem intensiveren Graswachstum in den Höhenlagen. Beide Faktoren führen zu einer deutlichen Zunahme der gewachsenen Biomasse. Diese Entwicklungen erfordern eine Anpassung des Weidebeginns an den Vegetationsbeginn sowie eine Erhöhung der aufgetriebenen Tierzahlen. Damit die Weideflächen gleichmäßig abgefressen werden, hat sich eine Lenkung der Weidetiere mittels mobilen Elektrozaun (Koppelumtriebssystem) be-

währt (STEINBERGER, 2016). Die beschriebenen Maßnahmen ermöglichen eine deutliche Steigerung der genutzten Trockenmasseerträge je Hektar, womit ein zusätzliches Ertragspotential erschlossen werden könnte (40.000 ha Lichtweide). Eine, den natürlichen Gegebenheiten angepasste Intensivierung der Almweiden kann flächenknappe Talbetriebe entlasten. Letztendlich stellt eine Anpassung der Beweidung an die Erfordernisse der sich aufgrund des Klimawandels ergebenden Veränderungen einen aktiven Umweltschutz dar und erhält die Almen und Alpen als Kulturgut.

## Literatur

BLASCHKA A. (2014): Mit Zähnen und Klauen: Erhalt und Wiederherstellung von Ökosystemleistungen einer alpinen Kulturlandschaft. Dissertationsschrift, Universität Salzburg, 268 S.

JARITZ G., BURKART-AICHER B. (2013): Almen aktivieren – neue Wege für die Vielfalt. Projektergebnisse und Empfehlungen. Salzburg, Laufen, 67 S.

MAYER F., KUHN G. (2015): Vegetationsentwicklung auf der Haaralm. Der Almbauer 6, 10 – 13

STEINBERGER S., RAUCH P., SPIEKERS H., HOFMANN G., DORFNER G. (2012): Vollweide mit Winterkalbung, Ergebnisse von Pilotbetrieben. LfL Schriftenreihe 2012/5

STEINBERGER S. (2012A) KLIMAWANDEL AUF DEN ALMEN; TEIL 1: Verungrasung und Verunkrautung nehmen zu. Der Almbauer 7, 5–7

STEINBERGER S. (2012B): Klimawandel auf den Almen; Teil 2: Reaktionen zur Almbewirtschaftung. Der Almbauer 8/9, 12-14

STEINBERGER S., BÖDDECKER L. (2015): Weidewirtschaft und Klimawandel; Das Almweideprojekt der Landesanstalt für Landwirtschaft. Der Almbauer 2, 5-8

STEINBERGER S., (2016): Früher auftreiben, mehr Tiere – Ergebnisse des Almweideprojektes auf der Rossfeld- und Hemmersuppenalm bestätigt. Der Almbauer 3, 3-5



# Stall- und weidebasierte Milchproduktionssysteme – Modellbetriebsanalysen zur Wirtschaftlichkeit unter österreichischen Produktionsbedingungen

WOLFTHALER, J.<sup>1,2</sup>, STEINWIDDER, A.<sup>1</sup>, FREY, H.<sup>3</sup>, HOFSTETTER, P.<sup>4</sup>, GAZZARIN, C.<sup>5</sup>, KIRCHWEGER,<sup>2</sup> S., KANTELHARDT, J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>) HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Bio-Institut, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal, Österreich;  
andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at

<sup>2</sup>) BOKU-Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Agrar- und Forstökonomie,  
Feistmantelstraße 4, 1180, Wien, Österreich;

<sup>3</sup>) BBZN Hohenrain, Sennweidstrasse 35, 6276 Hohenrain, Schweiz;

<sup>4</sup>) BBZN Schüpfheim, Chlosterbüel 28, 6170 Schüpfheim, Schweiz;

<sup>5</sup>) Agroscope Tänikon, 8356 Ettenhausen

## Einleitung und Zielsetzung

In einem Schweizer Forschungsprojekt wurden über drei Jahre die Milchproduktionssysteme Stall- bzw. Vollweidehaltung auf einem geteilten Versuchsbetrieb hinsichtlich produktionstechnischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte verglichen (GAZZARIN ET AL. 2011, HOFSTETTER ET AL. 2011, WYSS ET AL. 2011, SUTTER ET AL. 2013, HOFSTETTER ET AL. 2014). In der wirtschaftlichen Bewertung der beiden Systeme erzielte die Vollweidestrategie unter konventionellen Schweizer Rahmenbedingungen deutlich bessere Ergebnisse (GAZZARIN ET AL. 2011). Die Wirtschaftlichkeit von Milchviehstrategien wird jedoch wesentlich von den ökonomischen Rahmenbedingungen sowie der Wirtschaftsweise (biologisch bzw. konventionell) beeinflusst (KIRNER 2012). Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Versuchsergebnisse unter österreichischen Rahmenbedingungen und bei biologischer Wirtschaftsweise ökonomisch zu vergleichen.

## Methoden

Die vorliegende Arbeit wurde auf Basis des in der Schweiz in einer Grünlandgunstlage durchgeführten Versuchs „Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain“ erstellt (GAZZARIN ET AL. 2011, HOFSTETTER ET AL. 2011, WYSS ET AL. 2011, SUTTER ET AL. 2013, HOFSTETTER ET AL. 2014). Dazu wurde der Schulgutsbetrieb des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) in Hohenrain in zwei flächengleiche Teilbetriebe aufgeteilt. Auf dem Stallhaltungsbetrieb (SH) wurden 24 Milchkühe gehalten (53 % Fleckvieh und 47 % Holstein Friesian). Das durchschnittliche Lebendgewicht der SH Kühe betrug 698 kg, die Tiere kalbten über das ganze Jahr verteilt ab. Die Vollweidehaltungsherde (VW) bestand aus 28 Milchkühen (50 % Braunvieh und 50 % Fleckvieh), das mittlere Lebendgewicht war mit 610 kg deutlich geringer und die Abkalbungen der VW-Herde erfolgten saisonal von Februar bis April. Bedingt durch das höhere Lebendgewicht der SH Kühe unterschied sich der Tierbesatz (kg Lebendgewicht pro ha), trotz geringerer Kuhanzahl bei der SH Herde, nicht wesentlich zwischen den beiden Testbetrieben. Der SH-Herde wurde ganzjährig eine Teilmischung bestehend aus Maissilage, Grassilage, Proteinausgleichs- und Mineralfuttermittel gefüttert, bei Tagesmilchleistungen über 27 kg bekamen die Tiere zusätzlich noch Milchleistungsfutter leistungsgerecht über eine Transponder-Station. Die VW-Kühe wurde zu Laktationsbeginn (Jänner bis März) ad libitum mit qualitativ hochwertigem Belüftungsheu sowie begrenzt mit Kraftfutter gefüttert. Sobald es die Vegetation ermöglichte, wurde auf Kurzrasenweide umgestellt, wobei in der Übergangszeit Halbtags- und später Vollweidehaltung durchgeführt wurde. Die Stallherde erreichte mit 1.094 kg Kraftfutter pro Kuh und Jahr eine Milchleistung von 8.900 kg. Die Weidekühe erhielten demgegenüber nur 285 kg Kraftfutter und gaben bei saisonaler Vollweidehaltung 6.074 kg Milch. Die Energieaufnahme aus dem Weidefutter lag in SH bei 4,2 % und in VW bei 62,7 % pro Jahr (HOFSTETTER ET AL. 2011).

Um einen ökonomischen Vergleich der beiden Produktionssysteme unter österreichischen Rahmenbedingungen zu ermöglichen, wurden in Anlehnung an GAZZARIN ET AL. (2011) und HOFSTETTER ET AL. (2011) Modellbetriebe gebildet und der Betriebszweig-Milch unter österreichischen Bedingungen analysiert. Eine ausführliche Beschreibung der Basisdaten bzw. Anpassungen können bei Wolfthaler et al. (2015) nachgelesen werden. Da in Österreich 65 % der Milch im Berggebiet und somit in extensiveren Regionen produziert wird, wurde die betriebliche Flächenausstattung im Vergleich zu GAZZARIN ET AL. (2011a) erhöht und vergleichbar zur Arbeit von KIRNER (2015) mit 25 ha festgelegt. Damit wurde der GVE-Besatz dem österreichischen Durchschnitt von 1 GVE je ha LN (vgl. LBG, 2014) angepasst. Annahmen welche sich mit der Kuhanzahl veränderten (z.B. Gebäude-Afa, Arbeitszeitbedarf) wurden entsprechend angepasst.

Erträge und die Düngung im Ackerbau wurden in Anlehnung an das AWI (2015) und das BMLFUW (2006) angepasst. Um kurzfristige Kosten- und Erlösschwankungen auszugleichen, wurden 5-jährige Durchschnittspreise herangezogen. Da der Milchpreis saisonalen Schwankungen unterlag und auch der Gehalt an Milchinhaltsstoffen zwischen den Strategien differierte, ergab sich zwischen Stall- und Vollweidehaltung ein unterschiedlicher Milchzahlungspreis. Die Entlohnung der Arbeitszeit wurde mit 13,1 € je Akh angesetzt. Die Pachtkosten betrugen 367 € pro ha, wobei 50% der Betriebsfläche gepachtet wurde. Weiters wurden Prämien aus dem österreichischen Agrarumweltprogramm (ÖPUL), die einheitliche Betriebsprämie und Ausgleichszulage berücksichtigt. In der Variante BIO (biologische Wirtschaftsweise) wurden die produktionstechnischen Versuchsergebnisse wie in der Variante KON (konventionelle Wirtschaftsweise) berücksichtigt und nur das Preis- und Förderungsniveau für biologisch wirtschaftende Betriebe in Österreich übernommen. In der Variante BIO-U sollten demgegenüber auch die im Durchschnitt bestehenden Leistungs- und Fütterungsunterschiede zwischen biologischer und konventioneller Wirtschaftsweise in Österreich sowie die mit einer Umstellung auf biologische Wirtschaftsweise verbundenen höheren Kosten bzw. geringeren Erlöse mitberücksichtigt werden. In Anlehnung an Kirner (2015) wurde daher in den Modellvarianten BIO-U der KF-Einsatzes (-333 kg pro Kuh und Jahr), die Milchleistung (500 kg pro Kuh und Jahr) und die Kuhanzahl (-10 %) entsprechend reduziert. In den Umstellungskosten wurden die in der 2-jährigen Umstellungszeit höheren Kosten für die Fütterung und die konventionellen Erlöse berücksichtigt und auf einen Zeitraum von 20 Jahren aufgerechnet. Weitere mögliche Bio-Umstellungskosten (z.B. Adaption der Stallgebäude) wurden nicht berücksichtigt.

## Ergebnisse und Diskussion

Wie Tabelle 1 zeigt, wurde bei der SH-Strategie auf Grund der höheren Milchinhaltsstoffgehalte und höherer Wintermilchpreise ein höherer Milchzahlungspreis erreicht. Zusätzlich wurde in der SH-Strategie eine höhere Milchmenge produziert. Auf der Kostenseite führten bei VW insbesondere der restriktivere Kraftfutter- und Betriebsmitteleinsatz und niedrigere Grundfutterkosten zu deutlich geringeren Direktkosten je kg Milch. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass im Schweizer Versuch in SH eine hohe Grundfutterleistung und in der Variante VW ein hoher Weidefutteranteil an der Jahresration erreicht wurden (vergl. HOFSTETTER ET AL. 2011). Diese Ergebnisse können nur bei bestem Management bzw. in Weidegunstlagen in Österreich erreicht werden. Auch bei den übrigen Vorleistungskosten (Afa, Lohnmaschinen etc.) schnitt die VW-Strategie etwas besser ab. Vergleichbar mit den Schweizer Ergebnissen (GAZZARIN ET AL. 2011) wurden mit der Vollweide-Strategie höhere Einkünfte aus der Milchviehhaltung, ein höheres Arbeitseinkommen und ein weniger negatives kalkulatorisches Betriebsergebnis festgestellt. Die Variante BIO erzielte sowohl bei SH als auch bei VW die besseren ökonomischen Ergebnisse, wobei die monetäre Differenz zwischen den Wirtschaftsweisen bei Vollweidehaltung stärker ausgeprägt war. Die Einkünfte aus der Milchviehhaltung lagen am Modellbetrieb BIO SH um 8.673 Euro und am Modellbetrieb BIO VW um 11.078 Euro/Betrieb und Jahr höher als am vergleichbaren konventionellen Modellbetrieb (KON SH bzw. KON VW). Wenn die mit einer Umstellung auf biologische Wirtschaftsweise in der Umstellungszeit verbundenen höheren Futterkosten sowie die geringeren Erlöse (konventionell) in der Variante BIO-U berücksichtigt wurden und auch die Produktionsdaten angepasst wurden, dann unterschieden sich bei SH die Einkünfte aus der Milchviehhaltung nur mehr geringfügig (unter 5 %). Bei VW lagen demgegenüber die Einkünfte aus der Milchviehhaltung im Modellbetrieb BIO-U um + 19 % noch deutlich über dem des Modellbetriebes KON. Für alle Modellbetriebe ergab sich ein negatives kalkulatorisches Betriebsergebnis, der angesetzte Stundenlohn von 13,1 € wurde daher in keiner Modellbetriebsvariante erreicht.

## Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen Untersuchungen aus Österreich, Deutschland und der Schweiz wonach auch unter mitteleuropäischen Bedingungen die Vollweidehaltung bei passenden Betriebsbedingungen eine interessante Betriebsentwicklungsstrategie darstellen kann. Bei konsequenter Kostenreduktion können Leistungseinbußen durch geringere Milchproduktion pro Kuh und Betrieb bei VW ausgeglichen werden. Bei der VW-Strategie gewinnen Nebenerlöse, wie beispielsweise der Altkuh- und der Kälberverkauf an Bedeutung, ebenso haben Milch- und Kraftfutterpreisschwankungen einen geringeren Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg. Im Besonderen bietet die Kombination der Vollweidehaltung mit der biologischen Wirtschaftsweise und/oder mit speziellen Vermarktungsprogrammen (z.B. Heumilch) durch höhere Milchpreise ein größeres ökonomisches Potenzial. Bei zukünftig steigenden KF- und gleich bleibenden Milchpreisen könnte die Konkurrenzfähigkeit der WH zukünftig noch weiter steigen, da dadurch High-Input Strategien mit hohem KF-Einsatz unrentabler werden. Demgegenüber

kann die Weideflächenverfügbarkeit bei wachsenden Betrieben ein bedeutender Restriktionsfaktor für VW darstellen.

Die teilweise deutlich negativen kalkulatorischen Betriebszweigergebnisse weisen aber auch darauf hin, dass die ökonomische Situation in der Milchviehhaltung sehr angespannt ist und daher nur bei guter Betriebsführung entsprechende Stundenlöhne erzielt werden können.

Tabelle 1: Stallhaltung vs. Vollweide unter österreich. Rahmenbedingungen

Modellbetriebsvarianten	Stallhaltung (SH)			Vollweide (VW)		
	KON	BIO	BIO-U	KON	BIO	BIO-U
Milchkühe, Stück/Betrieb	24	24	22	28	28	25
produzierte Milch, t/Jahr	194	194	164	165	165	136
Arbeitszeitbed. inkl. Feldarbeit, h/Betrieb u. Jahr	2.533	2.570	2.365	2.375	2.375	2.173
Arbeitszeitbed. ohne Feldarbeit, h/Kuh u. Jahr	91	91	91	65	65	65
Leistungen (Milch, Fleisch, etc.), €/100 kg Milch	49,4	58,3	59,5	50,6	59,6	61,6
Direktkosten (Futter, Tiere etc.), €/100 kg Milch	16,7	20,4	20,2	12,7	14,7	12,9
übrige Vorleistungskosten (AfA etc.), €/100 kg Milch	24,1	24,8	28,6	23,7	23,9	28,1
Einkünfte aus Milchviehhaltung, €/100 kg Milch	8,7	13,2	10,8	14,3	21,0	20,6
kalkulat. Kosten, €/100 kg Milch	20,9	21,2	23,4	23,1	23,1	26,0
kalkulat. Betriebsergebnis, €/100 kg Milch	-12,2	-8,1	-12,6	-8,8	-2,1	-5,3
Einkünfte aus Milchviehhaltung, €/Jahr	16.864	25.537	17.625	23.576	34.654	28.079
kalkulatorisches Betriebsergebnis, €/Jahr	-23.718	-15.684	-20.627	-14.617	-3.547	-7.274
Arbeitseinkommen, €/Akh	3,7	7,0	4,3	6,9	11,6	9,7

## Summary

In a whole-system study in lowland of Central Switzerland from 2007 to 2010 compared the performance, efficiency, land productivity and profitability of indoor-feeding (SH) dairy production with that of pasture-based feeding (VW) dairy production. In the present study these experimental results were economically evaluated under Austrian market and production conditions. Therefore conventional and organic model farms were created and analyzed using full cost accounting. In comparison to the barn feeding strategy a higher farm income, income per labor unit and entrepreneur's profit were achieved with the pasture-based feeding strategy. These economic differences were more pronounced under organic than conventional conditions.

## Literatur

AWI (2015): IDB Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten. Bundesanstalt für Agrarwirtschaft. at: <http://www.awi.bmlfuw.gv.at/idb/default.html> (20.09.2015).

BMLFUW (2006): Kostenrechnung im landwirtschaftlichen Betrieb. Anleitung zur Verrechnung aller Leistungen und Kosten auf die Betriebszweige. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.

GAZZARIN, C., FREY, H.-J., PETERMANN, R.; HÖLTSCI, M. (2011): Weide-oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? Agrarforschung Schweiz 2 (9): 418-423.



- HOFSTETTER, P., FREY, H., PETERMANN, R. (2011): Stallhaltung versus Weidehaltung – Futter, Leistungen und Effizienz. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9): 402-411.
- HOFSTETTER, P., FREY, H.-J., GAZZARIN, C., WYSS, U., KUNZ, P. (2014): Dairy farming: indoor v. pasture-based feeding. *The Journal of Agricultural Science* 152: 994-1011.
- KIRNER, L. (2012): Wettbewerbsfähigkeit von Vollweidesystemen in der Milchproduktion im alpinen Grünland. *Die Bodenkultur* 63: 17-27.
- KIRNER, L. (2015): Wirtschaftlichkeit von Low-Input-Systemen in der Milchproduktion. Teil 2. *Landwirt* 1/2015: 26-29.
- SUTTER, M., NEMECEK, T., THOMET, P. (2013): Vergleich der Ökobilanzen von stall- und weidebasierter Milchproduktion. *Agrarforschung Schweiz* 4 (5): 230-237.
- WYSS, U., MAUER, J., FREY, H. J., REINHARD, T., BERNET, A., HOFSTETTER, P. (2011): Aspekte zur Milchqualität und Saisonalität der Milchliefereien. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9): 412-417.
- WOLFTHALER, J., FREY, H., HOFSTETTER, P., GAZZARIN, C., KANTELHARDT, J., KIRCHWEGER, S., STEINWIDDER, A. (2015): Ökonomische Bewertung der Milchproduktionssysteme „Vollweide- und Stallhaltung“ auf Basis eines Systemvergleich-Versuchs für die kleinstrukturierte Landwirtschaft im Berggebiet des Alpenraums. Abschlussbericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2016, 1-66: [www.raumberg-gumpenstein.at/bio-news](http://www.raumberg-gumpenstein.at/bio-news) (12.04.2016)

# Stall- und weidebasierte Milchproduktionssysteme – Analysen zur Lebensmittelkonversionseffizienz

STEINWIDDER, A.<sup>1).</sup>, FREY, H.<sup>2).</sup>, HOFSTETTER, P.<sup>3).</sup>, GAZZARIN, C.<sup>4).</sup>, STARZ, W.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Bio-Institut, Raumberg 38, 8952 Irdning-Donnersbachtal, Österreich; andreas.steinwiddler@raumberg-gumpenstein.at; <sup>2)</sup> BBZN Hohenrain, Sennweidstrasse 35, 6276 Hohenrain, Schweiz; <sup>3)</sup> BBZN Schüpfheim, Chlosterbüel 28, 6170 Schüpfheim, Schweiz; <sup>4)</sup> Agroscope Tänikon, 8356 Ettenhausen

## Einleitung und Zielsetzung

Wiederkäuer tragen durch ihre Fähigkeit für die Menschen nicht verdauliche, strukturskohlenhydratreiche Futtermittel zu nutzen wesentlich zur Lebensmittelversorgung von uns Menschen bei. Steigende Einzeltierleistungen bzw. intensivere Fütterungsstrategien führen allerdings dazu, dass auch in der Wiederkäuerfütterung vermehrt lebensmitteltaugliche Futtermittel eingesetzt werden und damit die Ressourcenkonkurrenz hinsichtlich Ackerflächen und Lebensmittelversorgung steigt (ERTL ET AL. 2015). Ziel der vorliegenden Arbeit war es, zwei unterschiedliche Milchproduktionssysteme hinsichtlich ihrer Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE = humanernährungstauglicher Output in Milch und Fleisch / potenziell humanernährungstauglicher Input via Futtermittel (ERTL ET AL. 2015)) zu vergleichen. Dazu wurde auf die Ergebnisse eines dreijährigen Versuches zurückgegriffen (GAZZARIN ET AL. 2011, HOFSTETTER ET AL. 2011, SUTTER ET AL. 2013, HOFSTETTER ET AL. 2014).

## Tiere, Material und Methoden

Die vorliegende Arbeit wurde auf Basis des in der Schweiz in einer Grünlandgunstlage durchgeführten Versuchs „Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain“ erstellt (GAZZARIN ET AL. 2011, HOFSTETTER ET AL. 2011, WYSS ET AL. 2011, SUTTER ET AL. 2013, HOFSTETTER ET AL. 2014) erstellt. Dazu wurde der Schulgutsbetrieb des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) in Hohenrain in zwei flächengleiche Teilbetriebe aufgeteilt. Auf dem Stallhaltungsbetrieb (SH) wurden auf 15,8 ha 24 Milchkühe gehalten (53 % Fleckvieh und 47 % Holstein Friesian). Das durchschnittliche Lebendgewicht der SH Kühe betrug 698 kg, die Tiere kalbten über das ganze Jahr verteilt ab. Die Vollweidehaltungsherde (VW) bestand aus 28 Milchkühen (50 % Braunvieh und 50 % Fleckvieh) mit einem Flächenanteil von 15,7 ha, das mittlere Lebendgewicht war mit 610 kg deutlich geringer und die Abkalbungen der VW-Herde erfolgten saisonal von Februar bis April. Bedingt durch das höhere Lebendgewicht (LG) der SH Kühe unterschied sich der Tierbesatz (kg LGt pro ha LN), trotz geringerer Kuhanzahl bei der SH Herde, nicht wesentlich zwischen den beiden Testbetrieben (SH: 1.060 versus 1.088 kg/ha LN). Hingegen war der Tierbesatz unter Berücksichtigung der Grundfutterflächen (Grünland + Maissilage) beim SH-System höher als beim WH-System (SH: 1.457 vs. 1.170 kg/ha Grundfutterfläche). Der SH-Herde wurde ganzjährig eine Teilmischration bestehend aus Maissilage, Grassilage, Proteinausgleichs- und Mineralfuttermittel gefüttert, bei Tagesmilchleistungen über 27 kg bekamen die Tiere zusätzlich noch Milchleistungsfutter. Die VW-Kühe wurden zu Laktationsbeginn (Jänner bis März) ad libitum mit qualitativ hochwertigem Belüftungsheu sowie begrenzt mit Kraftfutter gefüttert. Sobald es die Vegetation ermöglichte, wurde auf Kurzrasenweide umgestellt. Die Stallherde erreichte mit 1.094 kg Kraftfutter pro Kuh und Laktation eine Milchleistung von 9.607 kg ECM. Die Weidekühe erhielten demgegenüber nur 285 kg Kraftfutter und gaben bei saisonaler Vollweidehaltung 5681 kg ECM pro Laktation. Die verkaufte Milchmenge lag bei 194 t in der Gruppe SH und bei 165 t in VW (Tabelle 1). Die Kälber (23 bzw. 28 pro Jahr in SH bzw. VW) wurden mit durchschnittlich 76 bzw. 74 kg LG in SH bzw. VW abgegeben; die Bestandesergänzung erfolgte über Jungkühe und lag bei 6,2 bzw. 5,8 Stück pro Jahr in SH bzw. VW (Gazzarin et al. 2011).

Die Lebensmittelkonversionseffizienz (LKE) wurde als Quotient aus dem potenziellen Lebensmittelanteil am Output (Milch, Kalbfleisch) und dem Lebensmittelanteil im Input (Futtermittel) errechnet (Ertl et al. 2015; Ertl et al. 2016a, b). Die LKE wurde auf Basis Rohprotein und Bruttoenergie jeweils getrennt für zwei Szenarien berechnet. In Szenario „IST“ wurde die derzeitig technologisch leicht realisierbare Nutzung des Proteins bzw. der Energie in der jeweiligen Komponente (Futter, tierisches Produkt) als Lebensmittelquelle berücksichtigt. Szenario „MAX“ bildet jene Situation ab, welche nach dem derzeitigen Stand der Technik der maximal möglichen Nutzung des Proteins und der Energie als Lebensmittel auf der In- und Output-Seite entspricht. Der für die menschliche Ernährung verwertbare Anteil an Protein und Energie in den Futtermitteln wurden von Ertl et al. (2015 bzw. 2016) übernommen.

Tabelle 1: Daten des Systemvergleichsversuchs (nach Gazzarin et al. 2011, Hofstetter et al. 2011 bzw. eigene Berechnungen)

	Stallhaltung (SH)	Vollweide (VW)
Milchkühe, Stück/Betrieb	24,3	27,9
abgelieferte Milch, t/Jahr	194,11	165,21
Milchfett (bzw. Mischeiweiß), %	4,1 (3,5)	3,8 (3,4)
Kälberverkauf, Stück (kg LG/Betrieb u. Jahr)	22,8 (1.733)	27,9 (2.065)
<b>Flächenaufteilung und Futterbedarf je Betrieb</b>		
Grünland, ha (t TM/Betrieb u. Jahr <sup>1)</sup> )	8,61 (86,6 <sup>1)</sup> )	14,60 (146,41))
Maissilage, ha (t TM/Betrieb u. Jahr <sup>1)</sup> )	2,89 (48,1 <sup>1)</sup> )	0 (0)
Futterweizen, ha (t TM/Betrieb u. Jahr)	0,76 (4,98)	0,50 (3,09)
Körnermais, ha (t TM/Betrieb u. Jahr)	0,64 (4,98)	0,41 (3,09)
Sojakuchen, ha2) (t TM/Betrieb u. Jahr)	1,71 <sup>2)</sup> (5,15)	0,11 <sup>2)</sup> (0,31)
Maiskleber, ha2) (t TM/Betrieb u. Jahr)	1,20 <sup>2)</sup> (7,28)	0,05 <sup>2)</sup> (0,31)
<b>Weitere Futtermittel - Futterbedarf je Betrieb</b>		
Trockenschnitzel, t TM/Betrieb u. Jahr	0	0,13
Pflanzenöl, t TM/Betrieb u. Jahr	0,26	0
Melasse, t TM/Betrieb u. Jahr	0,18	0

<sup>1)</sup>t/TM/Betrieb u. Jahr: eigene Berechnungen aus Energieaufnahme der Rationskomponenten (Daten: Hofstetter et al. 2011).

<sup>2)</sup> „Schattenfläche“ – Allokation (Hofstetter et al. 2011)

Da in der Schweizer Untersuchung für die Kalbinnenaufzucht (Remontierung) keine Futterbedarfsdaten vorlagen, wurde in der vorliegenden Arbeit auf der Inputseite der Futterbedarf in der Aufzucht und auf der Output-Seite die Fleischproduktion über die Altkühe nicht berücksichtigt. Aus dem Lebendgewicht (LG) der jährlich abgegebenen Kälber wurde, unter Berücksichtigung der Ausschachtung (50 %), der Verwertung der Schlachtkörper für den Konsum (IST-Szenario: 64,5 %; MAX-Szenario: 82 %) sowie dem Gesamtenergie- und Proteingehalt von 7,08 kJ/g und 194 g/kg verwerteter Schlachtkörper, der Anteil an verwertbarem Protein und der Gesamtenergie der Kälber berechnet (vergl. ERTL ET AL., 2016b). Der Anteil an verwertbarem Protein und der Gesamtenergie der Milch wurde aus der tatsächlichen Liefermilchmenge, unter Berücksichtigung der Milchinhaltsstoffe, berechnet. In der LKE weisen Werte über 1,0 darauf hin, dass im betreffenden Tierhaltungssystem ein positiver Beitrag zur Lebensmittelversorgung gegeben ist. Zusätzlich zur quantitativen Betrachtung via LKE wurde auch die Proteinqualität für die Input- und Output-Seite auf Basis der Aminosäuregehalte bzw. -zusammensetzung bewertet und verglichen (Protein-Qualitäts-Verhältnis, PQV = Proteinqualität Output / Proteinqualität Input). Das Produkt aus  $LKE_{\text{Protein}} \cdot PQV$  beschreibt die Veränderung im Wert des Proteins für die menschliche Ernährung (Qualität und Quantität) (vergl. ERTL ET AL. 2016a).

## Ergebnisse und Diskussion

Vergleichbar zu den Studienergebnissen von ERTL ET AL. (2015) zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Fütterungsstrategien (Tabelle 2). Auf der Input-Seite lag die Stallhaltungsgruppe (SH) im potenziellen Lebensmittelanteil sowohl bei Betrachtung des Proteins als auch der Energie deutlich über der Vollweidegruppe (VW). Im Szenario IST war der Protein-Input in SH 5,3-mal höher und der Energie-Input 4,3-mal höher als in VW. Würde nur für die Kraftfutterkomponenten und für die Maissilage kein potenzieller Lebensmittelanteil unterstellt werden, dann würden sich für SH im IST-Szenario auf der Input-Seite die Einsatzmengen auf 1.973 kg XP und 165 GJ BE verringern. Bedingt durch die höhere Milchproduktion ergab sich für SH auf der Output-Seite eine höhere Brutto-Lebensmittelbereitstellung als in Gruppe VW. Im IST-Szenario war sowohl der Protein- als auch Energie-Output in SH um 1,2-mal höher als in VW. In der LKE errechnete sich für Protein bzw. Energie in der Gruppe SH im IST-Szenario mit 2,5 bzw. 1,9 eine positive Bilanz. In der Vollweidegruppe lag die LKE mit 11,2 für Protein und 6,6 für Energie deutlich höher. In Szenario MAX ging die LKE in beiden Gruppen zurück, weil vor allem eine höhere potenzielle Verwertung der

Futtermittel für die menschliche Ernährung unterstellt wurde, während die Verwertung der Milch in beiden Varianten gleich hoch war (100 %). Für die Gruppe SH ergab sich für MAX eine etwa ausgeglichene LKE (0,9-1,0). Die Gruppe VW trug mit einer LKE von 6,6 für Protein und 3,5 für Energie auch in Variante MAX immer noch zu einer deutlich positiven Lebensmittelversorgung bei. Würde nur für die Kraftfutterkomponenten und für die Maissilage kein potenzieller Lebensmittelanteil unterstellt werden, dann würden sich für SH im IST-Szenario eine LKE von 3,5 für Protein und 3,8 für die Energie ergeben. Bei Berücksichtigung der Proteinqualität verbesserte sich die Protein-LKE in beiden untersuchten Fütterungsgruppen. Dieser Effekt ist auf die geringere Proteinqualität in den verfütterten pflanzlichen Produkten zurückzuführen (Ertl *et al.* 2016 a, b). Werden sowohl Unterschiede in der Quantität als auch in der Qualität berücksichtigt (LKE Protein\*PQV), so war die Wertigkeit des Proteins für die menschliche Ernährung im IST-Szenario in den tierischen Produkten um 4,4 (SH) bzw. 26,2 (VW) mal höher als in den Futtermitteln. Würde nur für die Kraftfutterkomponenten und für die Maissilage kein potenzieller Lebensmittelanteil unterstellt werden, dann würde die Wertigkeit des Proteins in SH auf 5,3 steigen.

Tabelle 2: In- und Output an konsumierbarer/m Energie bzw. Protein, Proteinqualität-Score (PQV) und Lebensmittel-Konversionseffizienzen (LKE)

	Stallhaltung (SH)				Vollweide (VW)			
	Energie (GJ)		Protein (kg)		Energie (GJ)		Protein (kg)	
	IST	MAX	IST	MAX	IST	MAX	IST	MAX
<b>Input - konsumierbare/s Energie/Protein</b>								
Maissilage	169	399	740	1752	0	0	0	0
Mais	65	84	328	422	40	52	204	262
Weizen	54	91	377	628	34	2	234	390
Trockenschnitzel	0	0	0	0	0	0	0	0
Maiskleberfutter	0	67	0	1956	0	3	0	83
Sojakuchen	45	70	1269	2334	3	0	76	140
Pf.Öl+ Melasse+Trockenschnitzel	0	10	0	20	0	87	0	0
<b>Summe Input</b>	<b>333</b>	<b>721</b>	<b>2713</b>	<b>7111</b>	<b>77</b>	<b>144</b>	<b>513</b>	<b>874</b>
<b>Input - Proteinqualität-Score</b>			<b>0,68</b>	<b>0,60</b>			<b>0,49</b>	<b>0,50</b>
<b>Output - konsumierbare/s Energie/Protein</b>								
Erzeugung Milch je Betrieb	620	620	6794	6794	505	505	5617	5617
Erzeugung Fleisch	4	5	108	138	5	6	129	164
<b>Summe Output</b>	<b>624</b>	<b>625</b>	<b>6902</b>	<b>6932</b>	<b>509</b>	<b>511</b>	<b>5746</b>	<b>5781</b>
<b>Output - Proteinqualität-Score</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,16</b>	<b>1,16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,16</b>	<b>1,16</b>
<b>LKE für Energie u. Protein<sup>1)</sup></b>	<b>1,9</b>	<b>0,9</b>	<b>2,5</b>	<b>1,0</b>	<b>6,6</b>	<b>3,5</b>	<b>11,2</b>	<b>6,6</b>
<b>LKE<sub>Protein</sub> *PQV<sup>1)</sup></b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4,4</b>	<b>1,9</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>26,2</b>	<b>15,3</b>

<sup>1)</sup> Effizienzfaktoren: Werte > 1 weisen auf eine positive Netto-Lebensmittelproduktion bzw. auf eine Zunahme im Wert der Proteinversorgung für die menschliche Ernährung hin

## Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Ergebnisse weisen auf den positiven Beitrag einer weide- und graslandbasierten Milchviehhaltung mit geringem Kraftfuttereinsatz zur Lebensmittelversorgung hin. Obwohl in der Stallhaltungsgruppe, bei bedarfsangepasstem Kraftfuttereinsatz, eine hohe Milchleistung pro Einzeltier und auch eine hohe Grundfutterleistung erreicht wurden, lag diese Gruppe in der LKE auf tieferem Niveau als die Vollweidegruppe. Bei vermehrtem Einsatz lebensmitteltauglicher Futterkomponenten muss daher auch bei steigender Milchleistung mit einer Abnahme der LKE gerechnet werden.

## Summary

Reducing the amount of human-edible feed in livestock diets is a key factor towards more sustainable livestock systems. Based on results from a whole-system study comparing performance, efficiency, land productivity, and profitability of an indoor-feeding system (SH) and a pasture-based dairy production system (VW) in lowlands of Central Switzerland, the net contribution of these systems to human food protein and energy supply was analysed. Depending on the presumed human-edible fraction, the system VW produced between 6.6 and 11.2 times more human-edible protein and 3.5 to 6.6 times more human-edible energy via animal products than the animals consumed via feeds. For the group SH, these factors were clearly lower but still in a positive range (1.0 to 2.5 and 0.9 and 1.9 for protein and energy respectively). In addition, protein quality in the animal products was considerable higher than protein quality in the potentially human-edible feed components.

## Literatur

- 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. AND W. ZOLLITSCH (2016A): An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. *Angenommen in Animal*.
- ERTL, P., STEINWIDDER, A., SCHÖNAUER, M., KRIMBERGER, K., KNAUS, W., ZOLLITSCH, W. (2016B): Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including occupation of different land categories. Eingereicht bei "Die Bodenkultur - Journal for Land Management, Food and Environment".
- GAZZARIN, C., FREY, H.-J., PETERMANN, R., HÖLTSCHI, M. (2011): Weide-oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? *Agrarforschung Schweiz* 2 (9): 418-423.
- GAZZARIN, C., FREY, H.-J., PETERMANN, R.; HÖLTSCHI, M. (2011): Weide-oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? *Agrarforschung Schweiz* 2 (9): 418-423.
- HOFSTETTER, P., FREY, H., PETERMANN, R. (2011): Stallhaltung versus Weidehaltung – Futter, Leistungen und Effizienz. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9): 402-411.
- HOFSTETTER, P., FREY, H.-J., GAZZARIN, C., WYSS, U., KUNZ, P. (2014): Dairy farming: indoor v. pasture-based feeding. *The Journal of Agricultural Science*: 1-18.
- SUTTER, M., NEMECEK, T., THOMET, P. (2013): Vergleich der Ökobilanzen von stall- und weidebasierter Milchproduktion. *Agrarforschung Schweiz* 4 (5): 230-237.