

# Leistungen von der Weide

Tagungsband internationale Weidetagung

29. und 30. August 2018 in Kiel



## Dank an unsere Partner und Förderer



Landwirtschafts-  
kammer  
Schleswig-Holstein

## Impressum

### Herausgeber

Abteilung: Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau  
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
- Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung



### Bezug über

Herausgeber

### ISBN

978-3-00-060515-4

Die Beiträge unterliegen der alleinigen wissenschaftlichen Verantwortung des jeweiligen Autors. Für die Ergebnisdarstellung mit Schlussfolgerungen, Konzepten und fachlichen Empfehlungen sowie die Beachtung etwaiger Autorenrechte sind ausschließlich die Verfasser zuständig. Daher können mögliche Fragen, Beanstandungen oder Rechtsansprüche uä. nur von den Verfassern bearbeitet werden.

## Beiträge

Ökoeffiziente Weidemilcherzeugung Lindhof - Vorstellung des Projektes R. LOGES, S. MUES, C. KLUß, C. MALISCH, T. REINSCH UND F. TAUBE .....	7
Nährstoffabfuhr bei Weide – Auswertungen von Weideversuchen mit Rindern und Milchkühen S. STEINBERGER, M. DIEPOLDER UND H. SPIEKERS.....	15
«EffiMi» – Ein Berechnungstool- zum standardisierten Vergleich der Effizienz von Milchproduktionssystemen S. INEICHEN, B. DÜR UND B. REIDY .....	19
Teilweide mit Frischgrasfütterung im Stall – eine Alternative zur Vollweide? Drei graslandbasierte Milchproduktionssysteme im Vergleich P. HOFSTETTER, E. MULSER, S. INEICHEN, F. AKERT, K. DORN, S. PROBST, HJ FREY, T. HAAS, M. HÖLTSCHI UND B. REIDY.....	25
Modellierung von Zuwachsraten auf der Weide T. PETERS, C. KLUß, T. REINSCH, R. LOGES UND F. TAUBE .....	31
Simulation von Grasland unter Beweidung und Mahd mit LPJmL S. ROLINSKI, S. WIRTH, M. BRUNEL UND C. MÜLLER .....	35
Potential sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe in der Grünlandproduktion C. MALISCH, T. REINSCH, C. LOZA, R. LOGES, A. POYDA UND F. TAUBE .....	40
Meilibeef-Weidemast von Mastremonten (Kreuzungen MilchrassexMastrassen) ohne Mais und Krafftutter auf Grünland E. MEILI.....	48
Vollweide- oder Silagefütterung: Ergebnisse zur Milchflächenleistung von Bio-Milchkühen im Berggebiet Österreichs A. STEINWIDDER, W. STARZ, H. ROHRER, J. HÄUSLER UND R. PFISTER .....	54
Einfluss der Flächenfragmentierung auf die Futterzusammensetzung und Milchleistung weidebasierter Milchproduktionssysteme F. FENGER, I.A. CASEY AND J. HUMPHREYS.....	62
Flächenproduktivität von Kuhweiden in unterschiedlichen Regionen – Einfluss von Standort und Niederschlägen E. LEISEN.....	70
Vergleichende Untersuchungen zum Verlauf der Retikulum- und Hautoberflächentemperatur bei Mutterkühen unter Freilandbedingungen A. FISCHER, J. PICKERT, S. EHLERT UND A. BEHRENDT .....	78
Weideprämie als Agrar-Umwelt-Klimamaßnahme G. CONTER, H. KOHNEN, G. VAN VLIET, M. HOFFMANN UND D. KLOECKER. ....	84

## Posterbeiträge

Empfehlungen zum Einsatz von automatischen Melksystemen (AMS) auf Bio-Betrieben mit Weidegang A. STEINWIDDER, U. EILERS, G. PLESCH, B. ALBRECHT, M. HARSCH, K. MAIER UND M. STURM.....	92
Vergleich des Nährstoffgehalts von Weidefutterproben aus simulierten Kurzrasenweideparzellen bzw. Kurzrasenweideflächen A. STEINWIDDER, W. STARZ, H. ROHRER UND R. PFISTER.....	98





# Ökoeffiziente Weidemilcherzeugung Lindhof - Vorstellung des Projektes

R. LOGES, S. MUES, C. KLUß, C. MALISCH, T. REINSCH UND F. TAUBE

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,  
Grünland und Futterbau/ Ökologischer Landbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

rloges@gfo.uni-kiel.de

## Einleitung und Problemstellung

Die Intensivierung der europäischen Agrarproduktion der vergangenen Jahre ist von ernsthaften ökologischen Trade-offs begleitet, die die Nachhaltigkeit der derzeitigen spezialisierten Produktionssysteme in Ackerbau und Tierproduktion in Frage stellen. Gemischtbetriebe werden als Strategie zur Verbesserung der Nachhaltigkeit betrachtet (RYSCHWAY et al., 2012). Unter den maritimen Bedingungen Nordwesteuropas werden Gemischtbetriebe auf Basis von Wiederkäuerhaltung als Alternative zu spezialisierten Systemen diskutiert (VAN KEULEN and SCHIERE, 2004; OOMEN et al 1998). Nach Angaben des MEG Milch Boards (2018) gelang es dem Durchschnitt der deutschen Milchviehbetriebe in keinem der vergangenen 10 Jahre mit dem Milchverkauf ihre Erzeugungskosten zu decken. Trotz gesteigerter Nachfrage nach Weidemilch (ZÜHLSDORF et al 2014), nimmt die Bedeutung der Weide in der kontinentaleuropäischen Milchproduktion rapide ab. Weltweit wird Weide in Bezug auf die Wiederkäuerernährung als kostengünstigste und umweltfreundliche Futterquelle angesehen (DILLON et al 2008; ROTZ et al 2009). Dies ist der Hintergrund für das 2016 begonnene interdisziplinäre Projekt: "Ökoeffiziente Weidemilchproduktion" auf dem Versuchsbetrieb Lindhof der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Das Projekt stellt einen Ansatz dar, der alle relevanten Ökosystemdienstleistungen im Zusammenhang mit der betrieblichen Milcherzeugung erfüllt: hohe Quantität und Qualität von Agrarprodukten; geringe Nährstoffüberschüsse für hohe Grundwasserqualität; geringer CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zur Minderung des Klimawandels und, durch den Anbau von Mehrarten-Gemengen, Beiträge zur Agro-Biodiversität. Ziel des Projektes ist die Analyse des Potenzials der Integration einer Weide-basierten Milchproduktion auf Klee-grasschlägen die Nachhaltigkeit einer ökologischen Ackerbaubetriebsfruchtfolge zu stärken.

## Material und Methoden

Im Rahmen des interdisziplinären Projekts "Ökoeffiziente Weidemilchproduktion" wurde seit Herbst 2014 mit dem Aufbau einer weidebasierten Milchviehherde bestehend aus 80 saisonal im Frühjahr abkalbenden Jerseykühen auf dem bei Eckernförde gelegenen (N 54°27'55 E 9°57'55) seit über 20 Jahren ökologisch bewirtschafteten Versuchsbetrieb Lindhof der Universität Kiel begonnen. Ziel dabei war es, zum einen das Produktionspotenzial der bisher über extensive Haltung von Mutterkühen und Freilandsauen genutzten Klee-grassflächen optimal auszunutzen und gleichzeitig die Stickstoffversorgung der folgenden Öko-Ackerkulturen zu optimieren. Klee-gras ist unumstößlicher Grundpfeiler von nachhaltigen Öko-Ackerbausystemen. Klee-gras ist im Ökolandbau zum einen die primäre Stickstoffquelle und zum anderen ein wichtiges Werkzeug zur Beikrautregulierung sowie zur Aufrechterhaltung einer mindestens ausgeglichenen Humusbilanz. Letzter Punkt ist besonders wichtig, da Öko-Ackerkulturen weniger flächengebundene Ernterückstände hinterlassen als konventionell angebaute und da die Humusmineralisation anregende Bodenbearbeitungsintensität im Ökolandbau generell eine deutlich höhere ist. Mehrjähriges Klee-gras gilt als nachhaltiges Werkzeug zur Reduktion des Wurzelunkrautes Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*). Intensive Beweidung wird vom Problemunkraut Gemeine Quecke (*Elymus repens*) nicht ertragen. Zudem

hinterlässt Klee gras ein Vielfaches mehr an humusbildenden Substanzen als sein eigener Anbau zehrt. Wissenschaftliches Ziel ist es, das Potenzial des wiederkäuferbasierten Gemischtbetriebes als Strategie zur Verbesserung der Nachhaltigkeit zu prüfen. Diese Prüfung beinhaltet sowohl kurzfristige Erfolgsparameter wie Ertragsleistungen und Nährstoffverluste als auch langfristige Effekte wie die Veränderung der Bodenfruchtbarkeit. Dazu werden auf dem Lindhof sowohl in randomisierten Dauerversuchen typische Fruchtfolgen mit unterschiedlicher Betriebstypen (Ackerbaubetrieb, Futterbaubetrieb sowie Gemischtbetrieb) Messungen als auch Detailerhebungen auf sämtlichen seit über 20 Jahren ökologisch bewirtschafteten Betriebsschlägen, z. B. mit dem Ziel des langfristigen Fortschreibens langjähriger Humusgehaltsmessserien, durchgeführt.

Ein Teilziel des Projektes ist die Maximierung der Milchleistung aus Weidefutter bei niedrigem Einsatz von Konzentratfutter mit dem Ziel, jährlich maximal 600 kg Getreide-Ackerbohnschrot/Kuh/Jahr zuzufüttern. Das Haltungssystem ist das System der intensiven Portionsweide in Kombination mit saisonaler Frühjahrsabkalbung, so wie es ähnlich in den „Weideländern“ Irland und Neuseeland praktiziert wird. Grundlage der Weide ist zweijähriges Ackerklee gras. Die fünffeldrige Betriebsfruchtfolge, die neben dem Klee gras noch 3 weitere Marktfrüchte enthält, ist somit eine Art Renaissance der traditionellen Feldgraswirtschaft Schleswig-Holsteins. Die Zuteilung des Weidefutters erfolgt nach jedem Melken und basiert auf Ertragerfassungen mit Hilfe des Rising-Platemeters. Wie in Irland, wird auf einen möglichst frühen und dann zunächst stundenweisen Weideaustrieb ab Anfang März gesetzt. Zunächst auf Klee grasflächen, die nach dem zweiten Nutzungsjahr zur Ansaat von Speisehafer im Frühjahr umgebrochen werden. Es folgen dann sukzessive alle anderen Klee grasflächen und Dauergrünlandschläge. Neben der eigentlichen Aufnahme von hochenergiereichem Gras ist die schrittweise Gewöhnung an die Weide und das Anregen der Bestockung zwecks Erhöhung der Grasnarbendichte der Hintergrund dieser Maßnahme. Beweidet wird im Regelfall bis Ende Oktober bis die Tragfähigkeit der Narben nicht mehr gegeben ist. Die Anlage der Klee grasbestände erfolgt im Regelfall im Mai als Untersaat in abtragende Wintertriticale- oder Winterdinkelbestände. Deren Getreidestoppel werden nach Ernte und Strohbergung mit einem Weideputzer abgemulcht und mit der Weideinfrastruktur bestehend aus mobilen Elektrozäunen und Wassertrögen ausgestattet, so dass im Herbst bereits 1-2 Beweidungen möglich sind, was den erhöhten Futterflächenbedarf im Herbst absichert. Beginn der saisonalen Abkalbung ist Anfang Februar, was bedeutet, dass die ersten Kühe jeweils Anfang Dezember trocken gestellt werden. Zum 20. Dezember wird die ganze Herde trocken gestellt.

Der Abkalbblock endet in der dritten Aprilwoche. Erstkalbealter der Färsen ist im Durchschnitt unter 24 Monate. Als Startbasis wurden kleinrahmige Jerseyrinder als fruchtbare und effektive Weiderasse gewählt. Seit 2016 werden auch Kreuzungen mit z.B. irischen Schwarzbunten, die gemäß dem Irischen Economic Breeding Index (EBI) selektiert wurden, durchgeführt. Ziel dabei ist, es robustere und noch etwas fruchtbarere Milchkühe zu erreichen, die nach Irischem Vorbild 5 Laktationen erreichen.

Unter den Standortbedingungen des Lindhofes (Jahresdurchschnittstemperatur 8.8°C, der durchschnittlicher Jahresniederschlag 769 mm und den Bodenarten sandiger Lehm bzw. lehmiger Sand mit im Schnitt 43 Bodenpunkten) werden jeweils verteilt über 4 Schläge und zwei Altersstufen (1. bzw. 2. Nutzungsjahr) je 17,5 Hektar der folgenden Klee grassaatmischungen mit aufsteigender Biodiversität mit einander vergleichend auf Ertragsleistung und Umwelteffekte untersucht: a) Zweiartengemeinschaft: Dt. Weidelgras + Weißklee, b) Dreiartengemeinschaft: Dt. Weidelgras + Weiß- + Rotklee und c) Vielartengemeinschaft, welches neben Dt. Weidelgras + Weiß- + Rotklee noch: Hornschotenklee, Zichorie, Spitzwegerich, Wiesenkümmel und Kleiner Wiesenknopf enthält.

Zusätzlich werden Jungviehaufzucht und extensive Rindermast auf den Dauergrünlandflächen des Betriebs durchgeführt. Die Betriebsflächen werden regelmäßig vor der jeweiligen Nutzung auf Futterertrag und -qualität sowie im Falle von Weideflächen auf Weidereste untersucht. Im Regelfall wird alle 4 Tage die Weidemischung gewechselt, so dass Effekte zwischen botanischer Zusammensetzung der Kleegrasmischung und Milchleistung bzw. -qualität geprüft werden können. Sowohl auf Betriebsschlägen als auch in definierten Feldversuchsbeständen wird die Nitrat-N-Auswaschung als auch die Treibhausgasemissionen ermittelt. Die Bestimmung der Nitrat-N-Konzentrationen im Sickerwasser basiert auf keramischen Saugkerzen. Das Volumen des Sickerwassers wird jeweils mittels eines allgemeinen klimatischen Wasserhaushaltsmodells berechnet. Die Ermittlung der Treibhausgasemissionen der Futterflächen beruht auf Messungen mit der Closed-Chamber-Methode. Die im Ergebnissteil vorgestellten Klee gras-Wachstumsraten stellen einen Mittelwert aus 4 Beobachtungsjahren (2014-2017) dar und wurden nach der Methode von Corral & Fenlon (1978) auf Basis wöchentlicher Beprobung von Klee grasbeständen im ersten Hauptnutzungsjahr abgeleitet.

## **Ergebnisse und Diskussion**

Abbildung 1 zeigt Trockenmasse-Erträge ( $\text{dt TM ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ) und tägliche Weidewachstumsraten (TWR in  $\text{kg TM ha}^{-1} \text{Tag}^{-1}$ ) für Klee gras auf dem Lindhof im Mittel der Beobachtungsjahre 2014 bis 2017 jeweils im Vergleich zu Ergebnissen, die im Mittel der Versuchsjahre 1999 und 2006 auf Solohead Research Farm in Irland ( $52^\circ 51' \text{N}$ ;  $08^\circ 21' \text{W}$ ) auf unterschiedlich mit Stickstoff gedüngten Grünlandbeständen ermittelt wurden. Die durchschnittlichen TM-Erträge des Klee grasses vom Lindhof, welches keine zusätzliche N-Düngung erfuhr, erreichten ein ähnlich hohes Ertragsniveau wie grasdominierte Grünlandbestände in Solohead, wenn diese mit  $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{Jahr}^{-1}$  gedüngt wurden. Diese ersten Ergebnisse zeigen das hohe Ertragspotenzial von organisch bewirtschafteten Klee gras unter den maritimen Klimabedingungen Norddeutschlands.

Der Verlauf der Temperatursumme zeigt das typische saisonale Wachstum in den gemäßigten Regionen, jedoch mit dem Unterschied, dass das Weidewachstum auf dem Lindhof im Frühjahr einen Monat später als unter den milden Bedingungen im Spätwinter in Irland beginnt. Bei ähnlichen Niederschlagssummen in der Hauptvegetationsperiode werden in Norddeutschland ab Mai höhere Tagesdurchschnittstemperaturen festgestellt. Ab Ende Mai findet gewöhnlich Klee optimale Temperaturbedingungen und beginnt die Bestände auf dem Lindhof zu dominieren.

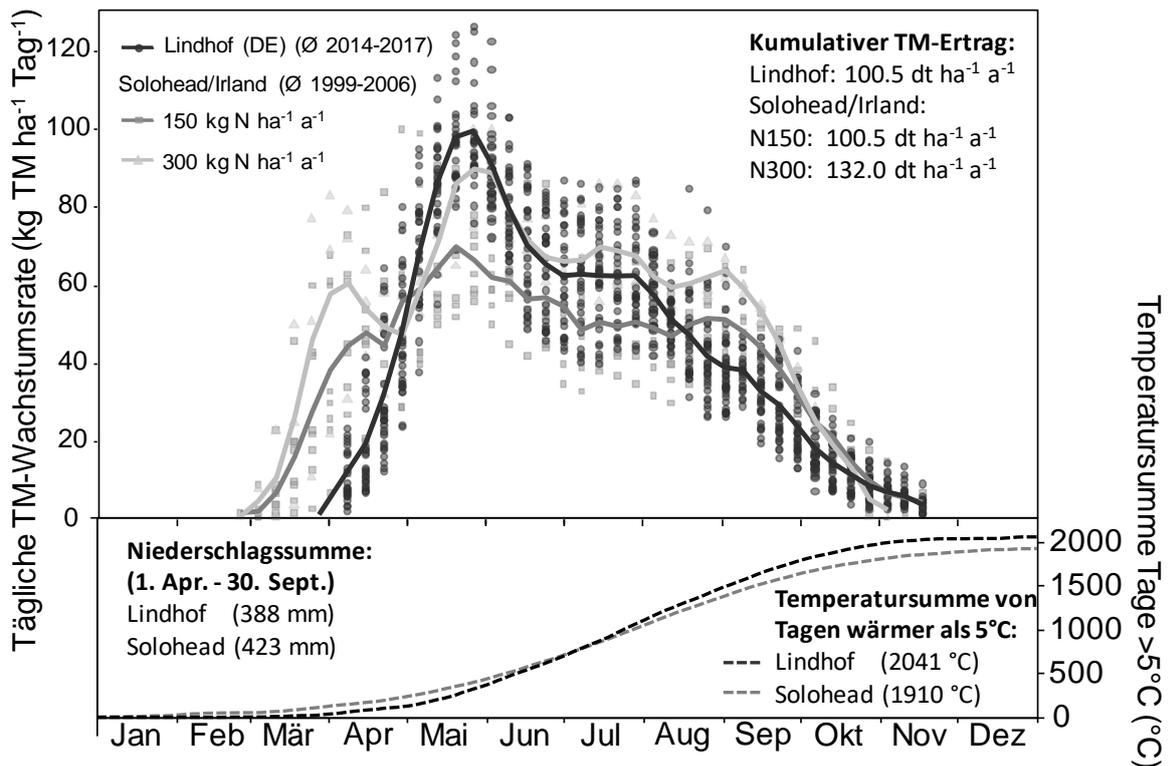


Abb. 1: a) Tägliche Wachstumsraten (kg TM ha<sup>-1</sup> Tag<sup>-1</sup>) für Klee gras ohne zusätzliche N-Düngung des Lindhofes (2014-2017) im Vergleich zu täglichen Wachstumsraten von Dauergrünland auf Solohead Research Farm (1999-2006), welches mit 150 bzw. 300 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> gedüngt wurde  
 b) Temperatursumme von Tagen wärmer als 5° C auf dem Lindhof (2014-17) im Vergleich zu Solohead (1999-2006).

Abbildung 2 zeigt das Trockenmasseproduktionsprofil von beweideten Klee grasbeständen am Standort Lindhof während der Weidesaison 2017. Im Durchschnitt aller 9mal in 2017 beweideten Klee grasbestände wurde ein kumuliertes Weideangebot von 122 dt ha<sup>-1</sup> TM Jahr<sup>-1</sup> der Milchkuhherde angeboten, die direkt nach der Beweidung festgestellten Weidereste summierten sich auf 34 dt ha<sup>-1</sup> TM Jahr<sup>-1</sup>, daraus errechnet sich eine Futternutzungseffizienz von 72%.

Die unterschiedlichen Kleeanteile in Anhängigkeit von Bestandesalter und Nutzungsart der futterbaulich genutzten Bestände des Lindhofes sind in Abb. 3. dargestellt. Bei gleichem Bestandestyp (Dauergrünland oder Klee gras) führt Weidenutzung u. a. durch Stickstoffrückführung mit den Exkrementen der Tiere zu höheren Grasanteilen.

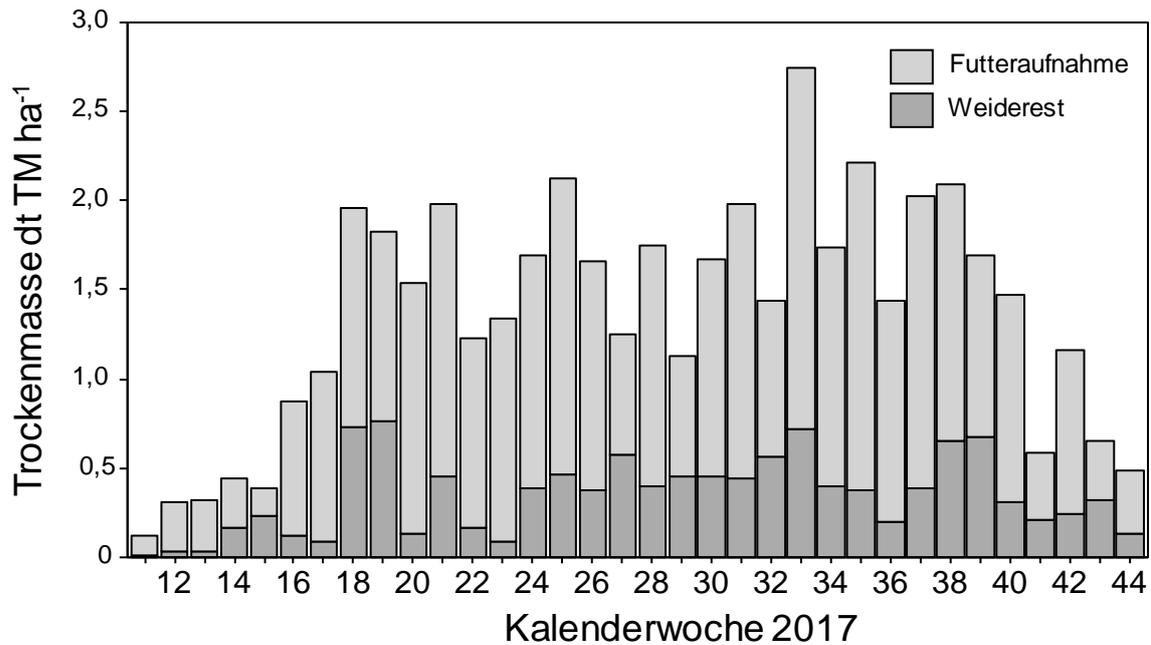


Abb. 2: Mittleres Futterangebot, Weidereste und Futteraufnahme in dt TM ha<sup>-1</sup> oberhalb einer Schnitthöhe von 4 cm der einzelnen Kalenderwochen während der Weidesaison 2017 (13. März bis 15. November) am Standort Lindhof. Futterangebot = Weiderest + aufgenommenes Futter.

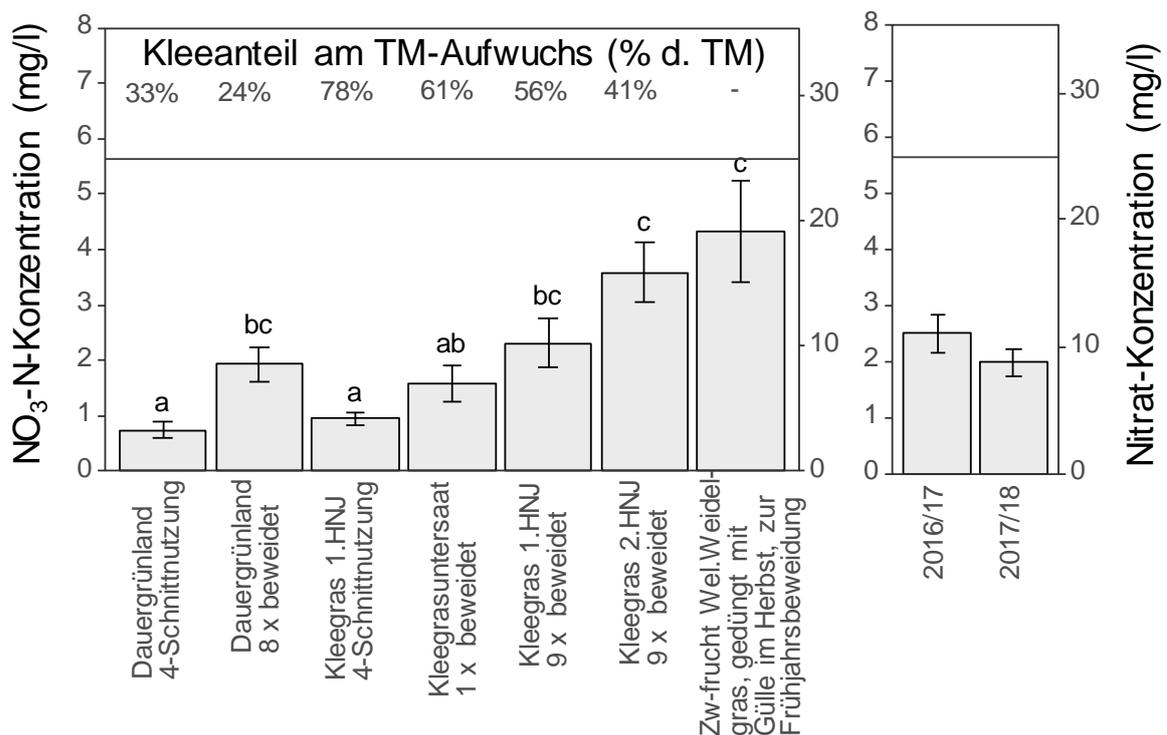


Abb.3: Nitrat-Konzentrationen im Sickerwasser im Mittel der Sickerwasserperioden 2016/17 und 2017/18 sowie Klee-Anteile am TM-Aufwuchs (im Mittel 2016 und 2017) unterschiedlicher Bestände zur Futterernutzung des Lindhofes (HNJ = Hauptnutzungsjahr). Innerhalb der gleichen Nutzungsart sinken mit zunehmendem Bestandesalter die Leguminosenanteile.

Abbildung 3 zeigt im Mittel der Sickerwasserperioden 2016/17 und 2017/18 die Nitrat-Konzentrationen im Sickerwasser unterschiedlicher Bestände zur Futterernutzung des

Lindhofes. Innerhalb des gleichen Bestandestyps (Dauergrünland bzw. Klee gras im ersten Hauptnutzungsjahr) führt Beweidung im Vergleich zur Schnittnutzung zu einer Erhöhung der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser. Dauergrünland weist bei gleicher Nutzungsart tendenziell niedrigere Nitrat- bzw. Nitrat-N-Konzentrationen im Sickerwasser auf als Klee gras. Innerhalb der Klee grasbestände führt zunehmendes Bestandesalter zu einer Erhöhung der Nitrat-Gehalte. Die höchsten Nitratkonzentrationen im Bereich 15-19 mg/ltr weist beweidetes Klee gras im zweiten Nutzungsjahr sowie Zwischenfruchtbestände mit Welschem Weidelgras auf. Letzteres wurde als Futterreserve für die frühe Beweidung im Frühjahr angebaut und wird jeweils nach der Beweidung Anfang April zu einer Sommerung umgebrochen. Keiner der beprobten Bestandestypen überschreitet den EU-Grenzwert für Trinkwasser von 50 mg Nitrat je Liter. Grund für die erhöhten Nitrat-konzentrationen bei Beweidung sind die punktuell anfallenden Exkrementflecken der Tiere, die lokal die N-Aufnahmekapazität der Narbe überschreiten. Die vergleichsweise hohen Nitratverluste unter der Zwischenfrucht Welsches Weidelgras sind auf die Herbstgüllegabe von 60 kg N/ha zur Zwischenfrucht sowie die massive Bodenbearbeitung zur Etablierung der Zwischenfrucht zurückzuführen. Eine Klee grasuntersaat wäre in Bezug auf Nitratauswaschung die bessere Alternative gewesen, hätte allerdings zu keiner Entlastung der Gülle-Lagerkapazität im Herbst geführt.

In der Weidesaison 2017 wurde jedes der 21 Paddocks des Lindhofes mindestens einmal für die Silageproduktion geschnitten und mindestens 8mal innerhalb von 1-2 Tagen im Dreiblattstadium der Gräser abgeweidet. Silageschnitte wurden dabei auch auf vorher beweideten Flächen sehr jung im weidereifen Stadium durchgeführt. Ziel dieser Maßnahme war neben der Reduktion des Drucks von Geilstellen in darauffolgenden Beweidungen auch ein schnellst mögliches Wiedereinscheren dieser Flächen in die Weiderotation, ohne lange Erholungsphasen des Bestandes nach langer Aufwuchsdauer. Nebeneffekt der Nutzung in so jungem Zustand sind Ballensilagen mit sehr hohen Energiekonzentrationen im Bereich 6,5- 7,2 MJ NEL, die wiederum hervorragend zur Fütterung der frisch laktierenden Tiere im Februar/März eingesetzt werden und praktisch den ohnehin im Öko-Landbau schwierigen Anbau von Silomais überflüssig machen. Zusätzliche Silagen für die Winterfütterung stammen aus einer Betriebskooperation mit einem nahegelegenen Öko-Ackerbaubetrieb. Hier ergibt sich eine Win-Win-Situation für beide Betriebe. Der erste Aufwuchs von Klee gras, welcher gewöhnlich vom Ackerbaubetrieb zu Gründüngungszwecken gemulcht oder über Schäfer abgeweidet wird, steht in keiner Beziehung zum Ertrag der Klee grasfolgefucht: Dieser Aufwuchs weist aber bei Schnittnutzung die höchsten Futterqualitäten auf. Ohne Nachteile realisiert der Ackerbaubetrieb durch den Verkauf ein Zusatzeinkommen, während sich der abnehmende Lindhof mit einem Schnitt einen Großteil seiner Winterfütterung sichert.

Zusätzlich zur Klee grasweide wurden die Milchkühe mit 2-3 kg Kuh<sup>-1</sup> Tag<sup>-1</sup> selbstgemischtem Schrot bestehend aus Triticale und Ackerbohnen gefüttert. 2017 wurden je Kuh und Jahr 620 kg eigenes Krafftutter aufgewandt. Das ist mehr als die zu Projektstart geplanten max. 400 kg/Kuh /Jahr: Grund hierfür war ein nicht ausgenutzter Proteinüberschuss in den Monaten Juni-August auf den dann Kleedominierten Flächen, die durch leicht erhöhte Gaben von reinem Getreideschrot in erhöhte Leistung statt erhöhte Milchharnstoffgehalte umgewandelt werden konnten. Hochwertige Silagen wurde nur während der ersten Laktationsphase von Februar bis April und von Mitte Oktober bis Mitte November zugefüttert. Also in Phasen, in denen die Kühe nur einen halben Tag oder nur stundenweise auf die Weide konnten. Zum Ende der Laktation, also der Phase der Trockenstellung, wurde von hochwertiger Silage auf relativ grobes Heu von den Extensivgrünlandflächen des Lindhofes umgeschaltet. Auch die Trockenstellerration des Lindhofes besitzt hohe Anteile dieses Heus um Milchfieber vorzubeugen, welches ansonsten durch die hohen Caliziumgehalte von Klee grassilagen produziert werden könnte. Insgesamt wurden 1050 kg TM Klee grassilage und Heu pro Kuh und Jahr verfüttert. Insgesamt entfielen 68% des Energiebedarfs der Milchproduktion auf die Aufnahme von Weidefutter. Je Hektar beweidetes Klee gras wurden 10,6 Tonnen Milch (ECM) und 994 kg

Milchfett + Protein erzeugt. Das entsprach 431 kg Milchfett + Protein (MS) pro Jersey-Kuh bei einem Lebendgewicht von 410 kg je Kuh. Im Vergleich liegen die Zielwerte für die irische Milchproduktion bei 1200 kg ha<sup>-1</sup> Milchfett + Protein auf dortigen konventionellen Betrieben und bei etwa 825 kg Milchfett + Protein ha Milchfett + Protein auf irischen Öko-Betrieben. 2016 wurde ein Energieertrag der Weideflächen von 48 GJ NEL/ha im aufgenommenen Futter festgestellt. Die Vergleichsmessungen der Futterqualitäten als Differenz aus Futterangebot und den nach selektivem Fraß mit schlechteren Energiegehalten ausgestatteten Weideresten erbrachten eine durchschnittliche Energiekonzentration im aufgenommenen Weidefutter von 7,1 MJ NEL/kg TM.

Bei 50 % höherem Milchauszahlungspreis für Öko- im Vergleich zu konventioneller Milch im Wirtschaftsjahr 2017/2018 lagen im gleichen Zeitraum die Futterkosten je kg Milch des Lindhofes mit 14,31 ct je kg ECM deutlich geringer als die 21,14 ct je kg ECM die im Durchschnitt der (konventionellen) Rinderspezialberatungsbetriebe Schleswig-Holsteins aufgewandt werden müssen.

In diese Berechnungen wurden dem Berechnungsschema der Rinderspezialberatung Schleswig-Holstein folgend die Flächenkosten für Dauergrünland und das zweijährige Klee gras komplett der Futtererzeugung zugeschlagen und die besondere Bedeutung des Klee grasses für die Marktfrüchte ausgeklammert. Die Ertragssteigerungen bei den Marktfrüchten, hervorgerufen durch den deutlich höheren Vorfruchtwert vom zweijährigen im Vergleich zum einjährigen Klee gras der vergangenen Jahre, sowie der höhere Anfall an wertvollen Wirtschaftsdüngemitteln (Gülle zu Getreide und Mist zu Kartoffeln) fallen deutlich aus. Die Ertragssteigerungen vor allen beim Getreide betragen ca. 25% im Vergleich zum vorher deutlicher N-limitierten System und können bei ca. 55 Hektar Marktfruchtfläche mit monetär 24.000 Euro bewertet werden.

Der tägliche Arbeitszeitaufwand während der Vollweideperiode inklusive Grasbestandeshöhenmessung und 2mal täglicher Portionsweidezuteilung betrug 7 Stunden, während in der Stallphase von Mitte Februar bis Mitte März 10 Stunden aufgewendet werden mussten. (Hierbei wurde der besondere Aufwand für die im Februar/März anfallenden Kalbungen nicht mit in die Berechnung der Arbeitszeit einbezogen). Die Reduktion des Gülleanfalls, der nicht teuer und energieaufwändig vom Lohnunternehmer auszubringen ist, wird auf 2000 Kubikmeter jährlich geschätzt.

## Schlussfolgerungen

Die ersten Ergebnisse vom Lindhof verdeutlichen das Potenzial eines intensiven Rotationsweidesystems auf der Basis von Frühjahrskalbung für Milchvieh als alternatives System für die nachhaltige Milchproduktion unter den norddeutschen Bedingungen. Deutliche Synergieeffekte innerhalb eines Gemischtbetriebes konnten aufgezeigt werden. Eine umfassende ökonomische Bewertung des Systems befindet sich in Ausarbeitung (EU-Projekt EuroDairy). Intensive Messserien zu Treibhausgasemissionen wurden 2018 gestartet, diese umfassen auch den Methanausstoß der Kühe ermittelt mit der SF<sub>6</sub>-Methode (EU-Projekt SusCatt).

## Literatur

- CORRALL, A.J. & FENLON, J.S. (1978): A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. *J. Agric. Sci.* 91, 61–67. <https://doi.org/10.1017/S0021859600056628>.
- DILLON, P., HENNESSY, T., SHALLOO, L., THORNE, F. & HORAN, B. (2008): Future outlook for the Irish dairy industry: a study of international competitiveness, influence of international trade reform and requirement for change. *International Journal of Dairy Technology* 61, 16–29.

- MEG Milch Board w.V., (2018): Milch Marker Index (MMI) - Transparenz in Produktion und Vermarktung  
 Erzeugungskosten Milch, Fakten, die Sie kennen sollten! MEG Milch Board w. V. Stresemannstr. 24, 37079 Göttingen, Vertreten durch: Peter Guhl. <http://www.milch-marker-index.de/home/>, Zugriff am. 10. Juni 2018.
- OOMEN, G.J.M., LANTINGA, E.A., GOEWIE, K.W. & VAN DER HOCK (1998): Mixed farming systems as a way towards a more efficient use of nitrogen in European Union agriculture. *Environmental Pollution* 102, 697-704.
- ROTZ, C. A., SODER, K. J., SKINNER, R. H., DELL, C. J., KLEINMAN, P. J., SCHMIDT & J. P., BRYANT, R. B. (2009): Grazing can reduce the environmental impact of dairy production systems. *Forage and Grazinglands* doi:10.1094/FG-2009-0916-01-RS.
- RYSCHAWY, J, CHOISIS, N., CHOISIS, J. P., JOANNON, A. & GIBON, A. (2012): Mixed crop-livestock systems: an economic and environmental-friendly way of farming? *Animal*, 6:10, 1722– 1730.
- VAN KEULEN, H. & SCHIERE, J.B. (2004): Crop-livestock systems: old wine in new bottles? In: FISCHER, T. et al. (Eds.). *New directions for a diverse planet. Proceedings of the IV International Crop Science Congress, Australia, 2004.*
- ZÜHLSDORF A, KÜHL S & SPILLER A. (2014): Marketingtrend Weidemilch: Milchviehhaltung der Zukunft aus Verbrauchersicht. *Molkereiindustrie* 5, 4-6.

# Nährstoffabfuhr bei Weide – Auswertungen von Weideversuchen mit Rindern und Milchkühen

<sup>1</sup>S. STEINBERGER, <sup>2</sup>M. DIEPOLDER UND <sup>1</sup>H. SPIEKERS

<sup>1</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Poing-Grub

<sup>2</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Freising

Siegfried.Steinberger@lfl.bayern.de

## Einleitung und Problemstellung

Bei der Düngebedarfsermittlung wird in Bayern die Nährstoffabfuhr um einen Faktor „Nutzungsart“ korrigiert (Wendland et al., 2018), welcher die Rückführung von Nährstoffen und die Stickstoffverluste in Abhängigkeit vom Weideanteil berücksichtigt. Je höher der Weideanteil desto geringer sind die Faktoren, da mit steigendem Weideanteil zunehmend mehr Nährstoffe über die Ausscheidung von Kot und Harn auf die jeweilige Fläche zurückgeführt werden. Bei ausschließlicher Weidehaltung wird bei Phosphor, Kalium und Magnesium der Faktor null angesetzt (Tab. 1).

Tab. 1: Faktoren zur Ermittlung der Netto-Nährstoffabfuhr bei unterschiedlichen Nutzungsarten („Gelbes Heft“ der LfL, Wendland et al., 2018).

Nutzungsart	N	Faktoren für:
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O, MgO
Schnittnutzung (100 %)	1,0	1,0
Mähweide (20 % Weide)	0,9	0,8
Mähweide (60 % Weide)	0,7	0,4
Weide (100 %)	0,5	0

Das bedeutet, dass für Flächen mit 100 % Weide rechnerisch bei diesen Elementen kein Entzug stattfindet und somit auch kein Düngebedarf besteht. Für viele Fütterungs- und Weidesysteme ist dies fachlich begründbar, nicht zuletzt auch aufgrund der bundesweit abgestimmten Basisdaten zur Nährstoffausscheidung und zur Nährstoffaufnahme mit dem Grobfutter.

Allerdings gibt es in Bayern auch berechtigte Überlegungen, diesen Faktor insbesondere für Vollweidesysteme künftig weiter anzupassen und damit den Ansatz von Nährstoffen im tierischen Produkt wie Milch oder Fleisch verstärkt zu berücksichtigen.

Im folgenden Beitrag werden anhand von einigen Ergebnissen aus Weideprojekten beispielhaft die Abfuhr von N, P und K über die tierische Leistung je Hektar Weidefläche berechnet.

## Material und Methoden

Als Datenbasis dienen die Ergebnisse verschiedener Weideprojekte der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, durchgeführt durch das Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub. Für die Berechnung der Entzüge bei Milchvieh- und Mutterkuhhaltung wurden Daten aus dem Projekt „Vollweide mit Winterkalbung“ (Steinberger, et al. 2012 a) verwendet. Die Ergebnisse eines Demonstrationsvorhaben „Jungviehaufzucht und Kurzrasenweide“ (Steinberger, et al. 2012 b) dienten zur Ableitung der Entzüge bei Jungviehaufzucht. Zu Aussagen im Alm/Alpwirtschaftlichen Bereich wurden die Daten aus dem Projekt „Anpassung der Beweidung auf Almen/Alpen an den

fortschreitenden Klimawandel“ verwendet (Steinberger und Spiekers, 2016). Die Nährstoffentzüge wurden auf Basis der Arbeiten der DLG, Band 199 (2014) berechnet. Danach werden für ein kg Lebendmassezuwachs beim Rind 25 g bzw. 27 g N, 6,0 bzw. 6,5 g P (milch-/fleischbetont) und 1,9 g K veranschlagt. Während die Ansätze für die Leistung im Zuwachs und in der Milch in Elementform angegeben sind (Tab.2), erfolgt die Angabe der Nährstoffabfuhr traditionsgemäß bei Phosphor und Kalium nach Umrechnung in die Oxidform (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/P: 2,291; K<sub>2</sub>O/K: 1,205). Demnach werden für ein kg Lebendmassezuwachs beim Rind 13,8 (milchbetont) bzw. 14,9 (fleischbetont) g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 2,3 g K<sub>2</sub>O veranschlagt). Bei der Milch werden der N-Gehalt im Milcheiweiß, 1 g P und 1,5 g Kalium je kg Milch veranschlagt.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Gleichung „Nährstoffaufnahme aus dem Futter minus Nährstoffansatz im Produkt gleich Nährstoffausscheidung“ ergibt die Notwendigkeit, den Nährstoffansatz in Milch und Zuwachs zu ermitteln und für die zur Verfügung stehende Fläche zu berechnen. Bei Kenntnis der Lebenstagszunahmen und der ermolkenen Milch der Tiere, der Weidedauer und der benötigten Weidefläche kann der Nährstoffentzug je Hektar ermittelt werden.

### *Abfuhr von Nährstoffen von der Weide durch den Lebendmassezuwachs bei wachsenden Rindern*

Bei einem Demonstrationsvorhaben zur Jungviehaufzucht und Kurzrasenweide wurden 15 Jungtiere im Alter von 10-16 Monaten 203 Tage auf einer Fläche von 2,2 Hektar geweidet. Bei durchschnittlich 608 g täglicher Zunahme pro Tier ergibt sich pro Hektar ein jährlicher Zuwachs von 843 kg Lebendmasse (LM).

Das relativ niedrige Niveau der täglichen Zunahmen lässt sich mit einer sehr intensiven vorangegangenen Stallaufzucht (1.070 g/tgl. Zunahme.) erklären. Eine weniger intensive Aufzucht hätte wahrscheinlich zu einer höheren Zuwachsleistung auf der Weide geführt. Zuwächse von 1.000 kg/ha sind in der Praxis keine Seltenheit. Mit zunehmenden Alter und Gewicht sinkt jedoch die Zuwachsleistung je Hektar rasch ab, da der Anteil an Erhaltungsfutter welches nicht zur Leistung zur Verfügung steht, kontinuierlich ansteigt. Bei dem erreichten Zuwachs von 843 kg LM/ha errechnet sich eine Abfuhr von ca. 21 kg N, 12 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 2 kg K<sub>2</sub>O pro Hektar und Jahr.

Am Beispiel Mutterkuhhaltung wird der oben genannte Sachverhalt sehr deutlich. Wird unterstellt, dass die Mutterkühe ausgewachsen sind und zu Weidebeginn das gleiche Lebendgewicht wie zu Weideantritt aufweisen, begrenzt sich der Zuwachs pro Hektar ausschließlich auf die Kälber. Beim Projekt „Vollweide mit Winterkalbung“ (Steinberger et al. 2012 a) wurde eine Angusherde unter Vollweidebedingungen ausgewertet. In den drei Beobachtungsjahren wurden bei jährlich 26 Kälbern im Mittel tägliche Zunahmen von 925 g (Mittel männliche und weibliche Tiere) erzielt. Die Tiere wurden auf einer Weidefläche von 11,2 ha durchschnittlich 221 Tage geweidet. Der Gesamtzuwachs je Hektar erreichte im Mittel 473 kg. Obwohl hier deutlich höhere Zunahmen im Gegensatz zur vorherig beschriebenen Untersuchung zur Jungviehaufzucht (+ 317 g) erzielt wurde, lag die Leistung je Hektar deutlich niedriger (- 370 kg). Dies liegt an der vorhandenen Mutterkuh, welche im wesentlichen keinen Zuwachs mehr erbringt. Die pro Hektar und Jahr der Fläche entnommenen, d.h. in Fleisch gebundenen Nährstoffmengen betragen deshalb nur rund 13 kg N, 7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 1 kg K<sub>2</sub>O.

Als Beispiel für eine sehr extensive Form der Weidehaltung wurde die Almweidewirtschaft mit aufgenommen. Die Daten wurden auf der „Haaralm“ im Landkreis Traunstein (1.300 – 1.600 m ü. NN) im Rahmen eines dreijährigen Beweidungsprojektes erhoben. Es wurden auf 52 Hektar Weidefläche 107 Rinder für 119 Tage aufgetrieben. Als täglicher Zuwachs wurden 400 g unterstellt. Eine Wiegung der Tiere konnte aus logistischen Gründen nicht

durchgeführt werden. Anhand der gewählten Zunahmen konnte ein Lebendmassezuwachs von 98 kg je Hektar und Jahr geschätzt werden. Daraus abgeleitet ergeben sich von der Almfläche abgefahrene durchschnittliche Nährstoffmengen in Höhe von rund 2-3 kg N, ca. 1,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und weit unter einem kg K<sub>2</sub>O pro Hektar und Jahr. Diese Mengen sind ausgesprochen gering und zu vernachlässigen.

#### *Abfuhr von Nährstoffen von der Weide bei Milchproduktion*

Für den Bereich Milchproduktion ergeben sich je nach erreichter Milchleistung wesentlich höhere Entzüge als bei Weidenutzung mit wachsenden Rindern. Als Beispiel wurde der Betrieb mit der höchsten Milchleistung/ha Weidefläche aus dem Projekt „Vollweide mit Winterkalbung“ gewählt.

Diese Form der Milchproduktion hat sich mittlerweile als sehr flächeneffizient erwiesen, insbesondere, wenn die notwendigen Erzeugungsflächen für Zukaufsfuttermittel wie Energie- und Eiweißfuttermittel mit berücksichtigt werden (Pfister, 2018). Der ausgewählte Betrieb weidete seine 51 Holsteinkühe im Mittel 197 Tage, wovon 172 Vollweidetage ohne Zufütterung waren auf 15,7 Hektar. Damit erreichte der Betrieb eine Hektarleistung von 12.400 kg Milch rein aus Weidegras. Bei einem Gehalt von 1,0 g P/kg Milch ergibt sich eine Abfuhr an Nährstoffen von ca. 66 kg N, 28 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und 22 kg K<sub>2</sub>O pro Hektar und Jahr.

Gerade bei professioneller Weidehaltung in Form der Vollweide auf Kurzrasenweide ist die Nutzung des Aufwuchses nahezu vollständig. Dadurch können sehr hohe Leistungen (Milch und Fleisch) je Hektar erreicht werden was anschließend wiederum zu einem nicht unerheblichen Nährstoffentzug führt.

#### **Fazit**

Die ausgewählten Ergebnisse zeigen, dass die Nährstoffabfuhr von Weidesystemen in einem weiten Bereich schwanken kann, abhängig u.a. von der Nutzungsart, dem Alter der Tiere, des Wachstumspotentials der Weide und des Weideumfanges. Folgt man dem DüV-relevanten Nährstoff Phosphor, so liegt hier die mit dem tierischen Produkt von der Fläche pro Hektar und Jahr abgefahrene Nährstoffmenge im Almbereich von ca. 1,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Etwas höher sind die P-Abfuhr im Mutterkuhbereich (ca. 6-7 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha und Jahr), deutlich höhere P-Abfuhr von bis zu 12 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pro Hektar und Jahr sind in der Jungviehaufzucht auf Weide möglich. Dabei gilt: Je älter und schwerer die Tiere sind, umso geringer die Leistung pro Hektar und auch der Entzug, da der Erhaltungsbedarf für die Tiere stark zunimmt.

Die höchsten Nährstoffentzüge werden bei intensiver Milchproduktion erreicht, hier können bei Spitzenbetrieben mit Milchleistungen von 12.000-15.000 kg/ha Milch rund 28-34 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> /ha und Jahr der Weidefläche entzogen werden.

Die Beispiele zeigen, dass es zumindest für bestimmte Betriebe nicht gerechtfertigt ist, für Flächen, die ausschließlich beweidet werden, pauschal einen Düngebedarf von „0“ für Phosphat, Kali und Magnesium auszuweisen.

Daher ist bei der Umsetzung der Düngeverordnung in Bayern vorgesehen, die Weidefaktoren weiter zu differenzieren.

#### **Literatur**

DLG (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Arbeiten der DLG/Band 199. 2. Überarbeitete Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt a.M., 120 Seiten

PFISTER, B. (2018): Vergleich von zwei unterschiedlich intensiven Weidesystemen in Fachgebiet Tierernährung, Agrarwissenschaftliche Fakultät der Universität Hohenheim. In Kooperation mit LfL und HSWT.

STEINBERGER, S., RAUCH, P., SPIEKERS H., HOFMANN G. & DORFNER G. (2012 A): Vollweide mit Winterkalbung, Ergebnisse von Pilotbetrieben. LfL Schriftenreihe 5 2012, 102 Seiten, ISSN 1611-4159

STEINBERGER, S., RIMILI, S. & DIEPOLDER, M. (2012 B): Versuchsbericht Jungviehaufzucht und Kurzrasenweide, Ergebnisse aus dem Demonstrationsvorhaben 2011. LfL-Information, Freising

STEINBERGER, S. & SPIEKERS, H. (2016): Anpassung der Beweidung auf Almen und Alpen auf Grund des fortschreitenden Klimawandels. LfL-Schriftenreihe, 5, 2016, 61 – 68, ISSN 1611-4159

WENDLAND, M., DIEPOLDER, M., OFFENBERGER, K. & RASCHBACHER, S. (2018): Leitfaden für die Düngung von Acker und Grünland, Gelbes Heft, Stand 2018. LfL-Information. Freising

# «EffiMi» – Ein Berechnungstool- zum standardisierten Vergleich der Effizienz von Milchproduktionssystemen

S. INEICHEN, B. DÜR UND B. REIDY  
BFH-HAFL, Länggasse 85, CH-3052 Zollikofen  
beat.reidy@bfh.ch

## Einleitung und Problemstellung

Wiederkäuer nehmen in der tierischen Produktion eine spezielle Rolle ein. Durch die Fütterung mit rohfaserreichen Futtermitteln können für den Menschen nicht verwertbare Energie- und Proteinquellen zu Nahrungsmitteln (Milch und Fleisch) transformiert werden (PEYRAUD UND PEETERS, 2016). Insbesondere in Regionen, in welchen aus topografischen oder klimatischen Gründen kein Ackerbau möglich ist, haben Wiederkäuer eine besondere Bedeutung für die Ernährung des Menschen.

Die Nachfrage nach Lebensmitteln nimmt aufgrund der wachsenden Weltbevölkerung stetig zu. Die Zunahme des Mittelstandes führt in einigen Weltregionen zu einer überproportionalen Nachfrage nach tierischen Produkten. Gleichzeitig limitieren endliche natürliche Ressourcen wie Boden und Wasser die Produktion. Eine effiziente Nutzung der Produktionsfaktoren gewinnt nicht nur aus ökonomischen Gründen zunehmend an Relevanz (van Zanten *et al.*, 2016).

In den vergangenen Jahrzehnten wurden Wiederkäuer, insbesondere Kühe, aufgrund der Leistungssteigerungen und der notwendigerweise höheren Nährstoffkonzentration in der Futtermittelherstellung immer mehr zu Konkurrenten der Humanernährung (Erdin und Giuliani, 2011; CAST, 1999; Bradford, 2009). Neben der direkten Lebensmittel-Konkurrenz, wenn Futtermittel, welche ebenfalls menschliche Nahrungsmittel sind (z.B. Weizen) als Kraffuttermittel den Tieren verfüttert werden, konkurrenziert der Anbau der Futtermittel die Nahrungsmittelproduktion bezüglich Ackerfläche auch indirekt (van Zanten *et al.* 2016). In den letzten Jahren wurden deshalb verschiedene Konzepte entwickelt um die Konkurrenzierung der Humanernährung durch den Wiederkäuer zu quantifizieren (WILKINSON, 2011; Ertl *et al.*, 2015; Steinwider *et al.*, 2016).

Bis anhin beschränkten sich Effizienzbetrachtungen von Milchproduktionssystemen meist auf einzelne Zielvariablen. Es fehlt eine ganzheitliche Betrachtung, bei der Effizienzparameter und Zielkonflikte abgebildet, aber auch das Ausmass der vorhandenen Unsicherheiten erkannt werden können. Es bedarf folglich einer standardisierten Berechnungsmethode, mit welcher die Effizienzunterschiede auf Stufe Produktionssystem abgebildet werden können. Auf Grundlage der Arbeiten von THOMET UND REIDY (2013) entwickelte deshalb KNEUBÜHLER (2017) das Excel-basierte Tool «Effiziente Milchproduktion» (EffiMi), welches eine standardisierte Betrachtung verschiedener Effizienzparameter eines Milchviehbetriebes ermöglicht.

## Material und Methoden

In EffiMi werden Angaben zu Flächen und Futtermitteln sowie zu deren Herkunft erhoben. Ausserdem werden tierische Leistungen und weitere betriebliche Kennzahlen erfasst. Bei fehlenden Angaben sind Standardwerte hinterlegt, die zur Berechnung herangezogen werden können. So können zentrale Grössen wie z.B. die Nährstoffgehalte der Futtermittel betriebsindividuell oder basierend auf Standardwerten gemäss schweizerischer Futtermitteldatenbank erfasst werden.

Eine Gegenüberstellung der auf dem Betrieb zur Verfügung stehenden Grundfuttermittel (zugeführte bzw. solche von betriebseigenen Flächen) mit der Verzehrsschätzung (Abbildung 1) gemäss schweizerischem Fütterungsplan (AGRIDEA, 2013) ermöglicht die

Erstellung einer Grundfutterbilanz auf Stufe Milchviehherde. Als Grundfutter werden in EffiMi alle Futtermittel mit einem Rohfaseranteil von mehr als 120 g/kg TS bezeichnet, jene mit einem tieferen Rohfasergehalt als Krafffutter. Die Gegenüberstellung der Jahresration der Herde mit dem Bedarf derselben (Leistung, Erhaltung, Bewegung, Trächtigkeit) erlaubt eine Plausibilisierung der erhobenen Daten über die Energiebilanz.

B	C	D	E	F	G	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
<b>Saisonalität der Fütterung</b>						<b>Plausibilisierung der Fütterung</b>								
Beginn Grünfütterung			31.03.2014			Grund- und Saftfutter verfügbar (dt TS)					2'707			
Beginn Sommerfütterung			25.04.2014			Grund- und Saftfutter zugeteilt (dt TS)					2'324			
Beginn Zufütterung im Herbst			20.10.2014			Lagerungs- und Krippenverluste Grund- und Saftfutter (%)					14.2			
Beginn Winterfütterung			06.11.2014			ø Verzehr (kg TS/Kuh/Tag)					18.7			
<b>Weide</b>														
Weidebeginn			31.03.2014			Gesamtennergiebedarf der Milchkuhe (GJ NEL)					1'545			
Weideende			05.11.2014			Verzehnte Energie aus Krafffutter ohne Saftfutter (GJ NEL)						208		
Tage ohne Weide			2			Verzehnte Energie aus Grund- und Saftfutter (GJ NEL)						1'410		
Weidegänge pro Tag			1			Kontrolle Energieüberschuss					1'545	1'618		
ø Entfernung Weidekoppeln			180	m		ø Gehalt Jahresration (MJ NEL/kg TS)						6.28		
ø Höhenunterschied				m										
<b>Schätzung Grundfuttermittelverzehr (inklusive Saftfutter) Laktierende Milchviehbetrieb (kg TS/Kuh/Tag)</b>														
						Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September
Basisverzehr						14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
Laktationsphase						-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1
Lebendgewicht						0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Jahresmilchleistung						-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
Körperkondition														
Fütterungszeit						1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Krippenreste														
Fütterungsbeginn														

Abb. 1: Auszug aus dem Blatt «Fütterung» des Tools «EffiMi» (Kneubühler 2017) mit der Plausibilisierung der Futterration.

Betriebsindividuelle Unterschiede der Datenqualität bzw. der Definition der Systemgrenze erschweren in Effizienzberechnungen oft die Vergleichbarkeit. In EffiMi beschränken sich die Betrachtungen deshalb gemäss KNEUBÜHLER (2017) nicht auf den «physischen» Milchviehbetrieb, sondern auf das System Milchproduktion. So werden die Auslagerung von Aufzucht- bzw. Galtkühen, der Zu- und Verkauf von Zuchtkühen, die Alpung sowie Zu- und Verkäufe von Futtermitteln rechnerisch ebenfalls berücksichtigt. Der Aufzuchtbedarf wird anhand der Remontierungsrate und dem Erstkalbealter mittels einer Regressionsgleichung ermittelt. Die Remontierungsrate wird nach Zu- und Verkäufen sowie Anteil Erstlaktierender an der Gesamtherde standardisiert. So kann verhindert werden, dass betriebliche Strategieentscheidungen (wie Auslagerung der Aufzucht) die Remontierungsrate und den Aufzuchtbedarf beeinflussen.

Aus der plausibilisierten Jahresration kann der Input an Trockensubstanz (TS), Energie oder Protein ins Milchproduktionssystem abgeleitet werden. Die Gehalte der Futtermittel können dabei entweder individuell gemäss Herstellerangaben/Futtermittelanaysen oder aber als Standardwerte gemäss schweizerischer Futtermitteldatenbank (AGROSCOPE, 2016) erfasst werden. Den Output des Milchproduktionssystems stellen Milch und Fleisch dar. Der Gesamtgehalt der Milch wurde auf 3.14 MJ und 32 g RP festgelegt (standardisiert für 1 kg ECM bei 4.0 % Fett, 3.2 % Eiweiss und 4.8 % Laktose). Die Schlachtausbeute wurde für Kälber bei 58 % und für Kühe bei 45 % des Lebendgewichtes festgelegt, der Fleischanteil am Schlachtkörper bei 70 % bzw. 67 %. Der RP-Gehalt des Fleisches wurde bei 193.5 g/kg für die Kälber bzw. bei 173.2 g/kg für die Schlachtkühe angenommen.

In EffiMi können diverse Effizienzparameter sowohl auf Basis Energie, Rohprotein als auch TS errechnet werden.

Mittels Division des gesamten Outputs (Milch und Fleisch) durch den gesamten Input in Form von Futterenergie (bzw. -protein) lässt sich die Futterkonvertierungseffizienz (FKE) berechnen. In Anlehnung an die Methoden von WILKINSON (2011) und Ertl *et al.* (2015a) wird zur Berechnung der Lebensmittelkonvertierungseffizienz (LKE) in EffiMi jedem Futtermittel ein Wert für den verwertbaren Anteil in der Humanernährung (vAH) hinterlegt.

Der vAH verkörpert den Anteil der Futtermittel (Energie bzw. Protein), welcher in der menschlichen Ernährung direkt verwertet werden könnte. Diese Werte (Tabelle 1) beruhen auf den Szenarien von Ertl *et al.* für «low» (2015a) bzw. «CURR» (2016). Aktuell wird in EffiMi die unterschiedliche Wertigkeit der tierischen bzw. pflanzlichen Proteine (z.B. essentielle Aminosäuren) nicht berücksichtigt.

Um die Anwendbarkeit und die Plausibilität der Resultate in der Praxis zu testen, wurden 36 Schweizer Milchproduktionsbetriebe mit dem Tool untersucht. Beispielhaft für andere Effizienzparameter wird im Folgenden auf die Futter- bzw. Lebensmittelkonvertierungseffizienz nach Protein für die Milchkuhherde (ohne Aufzucht) eingegangen.

## Ergebnisse und Diskussion

Die untersuchten Betriebe wiesen, bezogen auf die Jahresration, Grundfutteranteile von über 70 % auf (Abbildung 2). Der Kraftfuttereinsatz lag zwischen 0 und 249 g TS/kg ECM. Die Futterkonvertierungseffizienz (FKE) nach Rohprotein lag zwischen 0.13 und 0.26 (Abbildung 3). WILKINSON (2011) errechnete FKE-Werte, die in einem ähnlichen Bereich lagen. Laisse *et al.* (2016) errechneten bei graslandbasierter Fütterung FKE von 0.24 - 0.25. Die grosse Spannweite der untersuchten Betriebe verdeutlicht, dass die Betriebe den Rohproteingehalt der Ration sehr unterschiedlich effizient ausnutzen. Insbesondere Betriebe mit einem sehr hohen Wiesenfutteranteil weisen für Protein eine relativ tiefe FKE auf. Eine mögliche Erklärung hierfür bieten die hohen Rohproteingehalte im frischen Wiesenfutters und der Mangel an schnell verfügbarer Energie, der sich auch in erhöhten Milchharnstoffwerten manifestierte.

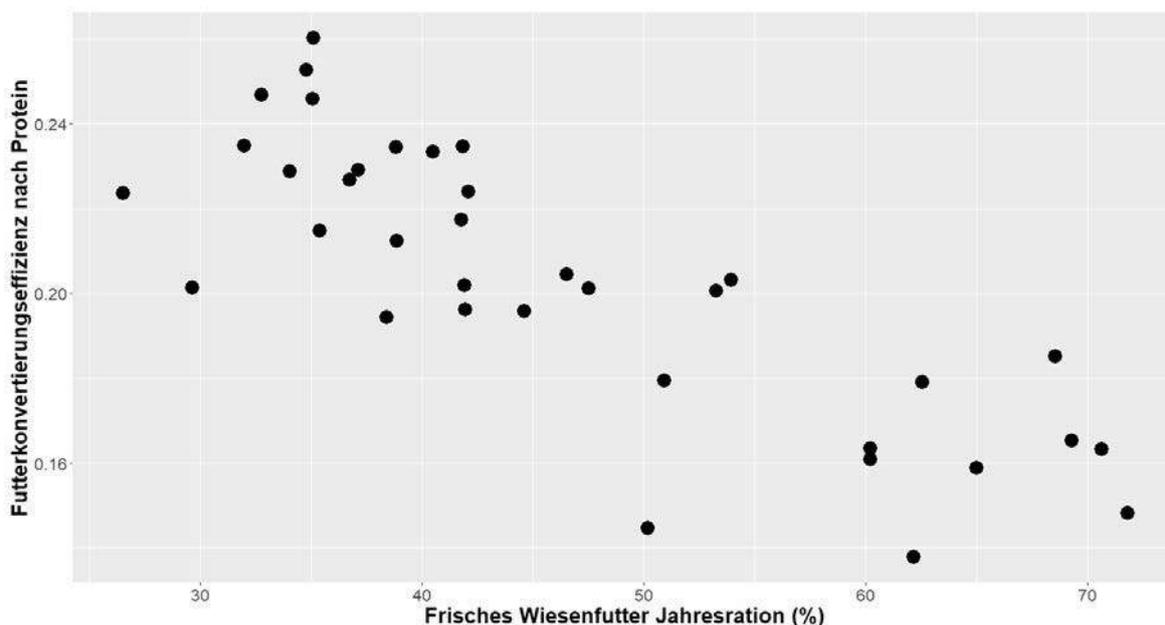


Abb. 2 : Futterkonvertierungseffizienz nach Rohprotein in Abhängigkeit des Wiesenfutteranteils für 36 graslandbasierte Schweizer Milchbetriebe.

Durch die Berücksichtigung des verwertbaren Anteils in der Humanernährung (vAH) wird der Input (Menge Futtermittel x vAH) reduziert. Dies erhöht entsprechend die Lebensmittelgegenüber der Futterkonvertierungseffizienz, insbesondere, wenn viele Futtermittel mit einem tiefem vAH verfüttert werden. Alle untersuchten Betriebe produzierten mehr menschlich direkt verwertbares Protein als sie in der Fütterung einsetzen (Werte >1, Abbildung 3). Grundfuttermittel weisen meist tiefe vAH auf. So überrascht es nicht, dass auch die LKE der untersuchten Betriebe mit zunehmendem Grundfutteranteil in der

Jahresration ansteigt. Krafffutterlose Betriebe erreichen sehr hohe Werte für die LKE, da die verfütterten Futtermittel meist sehr geringe Anteile an menschlich direkt verwertbarem Protein aufweisen.

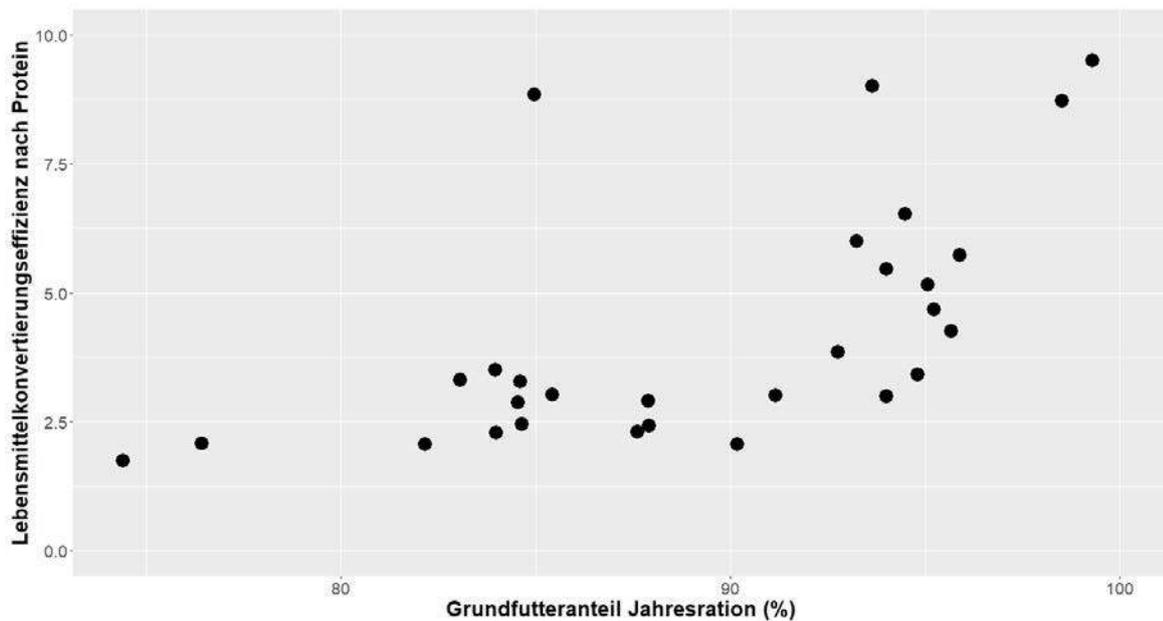


Abb. 3 : Lebensmittelkonvertierungseffizienz nach Protein für 30 graslandbasierte Schweizer Milchproduktionsbetriebe. Sechs untersuchte, krafffutterfreie Betriebe fehlen auf der Abbildung, da diese eine weitaus höhere Lebensmittelkonvertierungseffizienz aufweisen (Maximalwert bei 401).

Auf Praxisbetrieben in Österreich errechneten Ertl *et al.* (2015b) LKE für Protein zwischen 1.11 und 2.51 bei wesentlich höherem Krafffuttereinsatz (durchschnittlich 227 – 338 g TS Krafffutter/kg ECM). Laisse *et al.* (2016) errechneten für wiesenfutterbasierte Systeme LKE von zwischen 0.94 und 2.33 bei einem Krafffuttereinsatz von 41 – 16 % der Jahresration. Steinwider *et al.* (2016) fanden in einem Systemvergleich (Hofstetter *et al.* 2011) eine LKE zwischen 1.9 bei einer Stallfütterung mit Totalmischration (115 g TS Krafffutter/kg ECM) und 6.6 bei Vollweidefütterung (48 g FS Krafffutter/kg ECM). Die mit EffiMi ermittelten Werte sind mit Berechnungen anderer Autoren für Systeme mit sehr tiefem Krafffuttereinsatz vergleichbar oder liegen, bei Betrieben ohne Krafffuttereinsatz, wesentlich darüber.

## Schlussfolgerungen

- Das Tool EffiMi (KNEUBÜHLER 2017) erlaubt es praxistauglich, diverse Effizienzparameter in einem standardisierten Berechnungsverfahren auf unterschiedlichen Stufen eines Milchproduktionsbetriebes zu quantifizieren.
- Strategieabhängige spezifische Einflussfaktoren (z.B. Grundfutterqualität, Auslagerung der Aufzucht, Alpung, unterschiedliche Remontierungsanteile, etc.) können berücksichtigt werden und erlauben so einen Vergleich zwischen verschiedenen Produktionssystemen.
- Der (weitgehende) Verzicht auf einen Krafffuttereinsatz in der Milchviehration führt zu einer exponentiellen Zunahme der Lebensmittelkonvertierungseffizienz für Rohprotein.

## Literatur

- AGROSCOPE (2016): Schweizerische Futtermitteldatenbank, abgerufen am 11.08.2017, [www.feedbase.ch](http://www.feedbase.ch).
- BRADFORD, G.E. (1999): Contributions of animal agriculture to meeting global human food demand. *Livestock Production Science* 59: 95-112.
- CAST (COUNCIL FOR AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 1999). *Animal Agriculture and Global Food Supply*. Task Force Report No. 135.
- ERDIN, D. & GIULIANI, S. (2011): Krafffutterverbrauch der gemolkenen Kühe. *LMZ Aktuell* 5: 4-6
- ERTL, P., ZEBELI, Q., ZOLLITSCH, W. & KNAUS, W. (2015A): Feeding of by-products completely replaced cereals and pulses in dairy cows and enhanced edible feed conversion ratio. *Journal of Dairy Science* Vol.98 No. 2: 1225-1233.
- ERTL, P., KLOCKER, H., HÖRTENHUBER, S., KNAUS, W. & ZOLLITSCH, W. (2015B): The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agricultural Systems* 137: 119-125.
- ERTL, P., STEINWIDDER, A., SCHÖNAUER, M., KRIMBERGER, K., KNAUS, W. & ZOLLITSCH, W. (2016): Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including relative occupation of different land categories. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*, 67 (2), 1–13, abgerufen am 29.11.2016.
- KNEUBÜHLER, L. (2017): Entwicklung einer Berechnungsmethode zur Beurteilung der Effizienz von Milchproduktionssystemen. Masterarbeit. Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst und Lebensmittelwissenschaften HAFL.
- HOFSTETTER, P., FREY, H.J., PETERMANN, R., GUT, W., HERZOG, L. & KUNZ, P. (2011): Stallhaltung versus Weidehaltung – Futter, Leistungen und Effizienz. *Agrarforschung Schweiz* 2 (9): 402-4011.
- LAISSE, S., ROUILLE B., BAUMONT, R. & PEYRAUD, J.L. (2016) : Evaluation de la contribution nette des systèmes bovins laitiers français à l’approvisionnement alimentaire protéique pour l’être humain. *Rec. Rech. Ruminants* 23: 263-266.
- PEYRAUD, J.L. & PEETERS, A. (2016): The role of grassland based production system in the protein security. *Grassland Science in Europe* 21: 29-43.
- STEINWIDDER, A., HOFSTETTER, P., FREY, H.-J. & GAZZARIN, C. (2016): Lebensmittel-Konversionseffizienz von stall- und weidebasierten Milchproduktionssystemen. *Agrarforschung Schweiz* 7: 448-455.
- THOMET, P. & REIDY, B. (2013): Entwicklung von neuen Effizienzparametern zur Charakterisierung von Milchproduktionssystemen. In: LfL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) (Hrsg.). *Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau Potenziale, Chancen und Risiken*. 57. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V. in Triesdorf (Franken) vom 29. – 31. August 2013. Tagungsband, 70–76.
- VAN ZANTEN, H.H.E., MOLLENHORST, H., KLOOTWIJK, C.W., VAN MIDDELAAR, C.E. & DE BOER, I.J.M. (2016): Global food supply: land use efficiency of livestock systems. *International Journal of Life Cycle Assessment* 21: 747–758.
- WILKINSON, J.M. (2011): Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal* 5: 1014-1022.



# Teilweide mit Frischgrasfütterung im Stall – eine Alternative zur Vollweide? Drei graslandbasierte Milchproduktionssysteme im Vergleich

<sup>2</sup>P. HOFSTETTER, <sup>1</sup>E. MULSER, <sup>1</sup>S. INEICHEN, <sup>1</sup>F. AKERT, <sup>1</sup>K. DORN, <sup>1</sup>S. PROBST, <sup>2</sup>HJ FREY, <sup>2</sup>T. HAAS, <sup>2</sup>M. HÖLTSCI UND <sup>1</sup>B. REIDY

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

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

beat.reidy@bfh.ch

## Einleitung und Problemstellung

Der Graslandanteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche in der Schweiz ist mit knapp 70% sehr hoch (Reidy und Ineichen, 2016). Die relativ kleinen Strukturen und das hohe Kostenumfeld der Schweiz stellen die Milchviehbetriebe dabei vor besondere Herausforderungen (Gazzarin et al., 2011, 2014, 2018; Haas und Hofstetter, 2017). In der Schweiz werden graslandbasierte Produktionssysteme mittels Direktzahlungen agrarpolitisch gefördert (BLW, 2017). Eine Konzentration auf ein reines Vollweidesystem ist in der Schweiz nur beschränkt möglich wegen der Topografie und den strukturellen Gegebenheiten. Daher praktiziert eine beachtliche Anzahl der Schweizer Milchproduzenten ein Fütterungssystem mit Teilweide und Zufütterung von Frischgras im Stall (Eingrasen). Eingrasen ermöglicht auch weiter vom Betrieb entfernte Parzellen, welche nicht beweidet werden können, in Form von Frischgras zu nutzen. Der Mechanisierungs- und der Arbeitsaufwand sind jedoch erhöht. Insbesondere Milchproduzenten, die silofreie Milch erzeugen, wenden dieses Fütterungssystem bevorzugt an.

Hauptziel des Projektes war die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen, mit deren Hilfe praxisgerechte Lösungen und Optimierungsmöglichkeiten für Eingrasbetriebe mit Teilweide entwickelt werden können. Neben der Produktionstechnik und Wirtschaftlichkeit wurden auch die Nachhaltigkeit und die effiziente Nutzung von Ressourcen untersucht. Durch den systematischen Einbezug der Beratung sollte der gegenseitige Wissensaustausch zwischen Forschung, Beratung und Praxis erhöht werden. Der vorliegende Beitrag stellt eine Zusammenfassung der wichtigsten Resultate des Projektes dar. Für eine ausführliche Darstellung und Diskussion der Resultate wird auf Reidy *et al.* (2017) verwiesen.

## Material und Methoden

In den Jahren 2014 bis 2016 wurden drei Milchproduktionssysteme mit Verfütterung von frischem Wiesenfutter verglichen: Eingrasen mit Teilweide und Zufütterung von reduzierten (EGKF, 430 kg/Kuh und Jahr) und erhöhten (EGKFplus, 1 160 kg/Kuh und Jahr) Kraftfuttermengen sowie Vollweide mit geringen Kraftfuttermengen (VW, 90 kg /Kuh und Jahr) und saisonaler Blockabkalbung. Der Vergleich wurde auf 36 Pilotbetrieben im Schweizer Mittelland durchgeführt, ergänzt mit Untersuchungen auf dem Gutsbetrieb in Hohenrain (LU).

Auf den Pilotbetrieben wurden jährlich sowohl die Sommer- als auch die Winterrationen und die Mengen an zugekauften Futtermitteln erhoben. Als Kraftfutter wurden in dieser Untersuchung alle Handelsfutter sowie Maiskolbenschrot und -silage (ohne Maisganzpflanzenprodukte), nicht jedoch Mineralstoffe, berücksichtigt. Für die Auswertung der Milchleistungen und Milchinhaltsstoffe dienten die Milchleistungsprüfungsdaten als Datenbasis. Die Berechnung des Gesamtenergiebedarfs der Kühe und die Umrechnung der erhobenen Milchmengen in ECM erfolgten gemäss Jans et al. (2015). Im Herbst 2014

wurden einmalig alle laktierenden Kühe (n=1 428) mit einer Tierwaage der Firma Grüter gewogen (Modell EC2000, 0,5 kg Auflösung).

Für die Berechnung des Arbeitsaufwandes für die Milchproduktion wurde in fünf Messperioden anhand von sechs Arbeitsbereichen (Melken, Füttern inklusive Eingrasen, Weide, Misten/ Einstreuen, Kälberbetreuung sowie Sonderarbeiten/Betriebsführung) mittels Arbeitstagebüchern (Einhell *et al.*, 2017) der jeweilige Arbeitsaufwand je Kuh und Jahr ermittelt. Der Aufwand für den Futterbau (z. B. Raufutterernte) wurde anhand der PROOF Grunddaten (Schick, 2007 und 2008) standardisiert. Die Analysen der Produktionskosten der Buchhaltungsjahre 2014 bis 2016 basierten auf einem Excel Programm, welches die gesamten Kosten aufgrund der Buchhaltung und der Daten eines Jahres berechnet (VOKO Milch und Schweine, 2014) und nach der Bruttokostenmethode ermittelt. Der Globalarbeitsvoranschlag diente zur Ermittlung der benötigten Arbeitszeit (Schick und Stark, 2009). Die Referenzgruppe bestand aus 102 Talbetrieben mit den Buchhaltungsdaten von 2014 bis 2016. Die Kosten für die eigene Arbeit wurden auf 28 CHF bzw. 24.9 € pro Arbeitskraftstunde (AKh) festgelegt. Das Eigenkapital wurde zu 0.75 % verzinst.

Die Betriebsleiterinnen und -leiter der Pilotbetriebe trafen sich im Durchschnitt jährlich zweimal im Rahmen von Arbeitskreisen zum gegenseitigen überregionalen Erfahrungs- und Gedankenaustausch. Unter der Leitung von drei kantonalen Beratungsdienste (BE, LU, TG) arbeiteten sie gemeinsam an Optimierungsmöglichkeiten und Innovationen innerhalb der verschiedenen Milchproduktionssysteme.

Zwecks statistischer Analyse der Ergebnisse der Pilotbetriebe wurden im linearen gemischten Modell das Produktionssystem, das Jahr, die Jahreszeiten, die energiekorrigierte Milch (ECM), das Lebendgewicht, die durchschnittliche Anzahl an Laktationen sowie die Region als fixe Effekte bestimmt. Zwei- und/oder Dreiweg-Interaktionen wurden berechnet und bei Bedarf berücksichtigt. Der Betrieb wurde als zufälliger Effekt behandelt. Die Auswertungen wurden mit dem Statistik-Programm R durchgeführt (R Core Team, 2013, Version 3.0.2).

## **Ergebnisse und Diskussion**

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

Die EGKF-Betriebe erzielten mit tiefen Kraftfuttermengen eine Milchleistung von 7 218 kg ECM / Kuh und Jahr. Bei moderaten Kraftfuttermengen war die Leistung bei den EGKFplus-Betrieben 8 457 kg ECM / Kuh und Jahr. Die durchschnittliche Milchleistung der VW-Betriebe betrug 6 268 kg ECM / Kuh und Jahr. Diese Leistung entspricht früheren Untersuchungen, in denen jedoch gut 200 kg mehr Kraftfutter eingesetzt wurde (Hofstetter *et al.*, 2011). Die Streuung der Jahresmilchleistungen war bei den VW- und den EGKFplus-Betrieben grösser als bei den EGKF-Betrieben. Bei den prozentualen Anteilen der Milchinhaltsstoffe Fett und Protein ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Systemen. In der Auswertung nach Jahreszeiten hatten VW-Betriebe im Herbst einen höheren Fettgehalt in der Milch als die beiden anderen untersuchten Systeme. Die monatliche Tagesmilchmenge in kg ECM der EGKFplus-Betriebe war ganzjährig signifikant höher als diejenige der EGKF- und VW-Betriebe. Einzig im Frühling konnte kein Unterschied zwischen den Milchmengen der EGKFplus- und der VW-Betriebe festgestellt werden. Im Herbst ergaben sich zwischen den EGKF- und den VW-Betrieben tendenzielle Unterschiede.

Bei der Energieeffizienz, berechnet als produzierte kg ECM pro 10 MJ NEL Gesamtbedarf, schnitten die EGKFplus-Betriebe signifikant besser ab als die Betriebe der anderen beiden Systeme (EGKF: 2,00 vs. EGKFplus: 2.15 vs. VW: 1,90). Die Differenz zwischen den EGKF- und den VW-Betrieben war nicht gesichert, trotz der durchschnittlich 1 000 kg höheren Milchleistung der EGKF- im Vergleich zu den VW-Betrieben.

Für das Melken benötigten die EGKF-Betriebe die höchste Stundenzahl (34,1 AKh/Kuh/Jahr) und die EGKFplus-Betriebe die wenigsten Stunden (27,4 AKh/Kuh/ Jahr). Im Durchschnitt wendeten die Betriebe für das Melken 34% der gesamten Arbeitszeit für die Milchproduktion auf. Der Arbeitsaufwand für die Weide betrug für die EGKF- 7,0 bzw. für EGKFplus-Betriebe 4,8 AKh je Kuh und Jahr. Die VW-Betriebe benötigten dagegen 16 AKh pro Kuh und Jahr. Die EGKF- und die EGKFplus-Betriebe wendeten für das Füttern und Eingrasen 22,0 bzw. 18,5 AKh pro Kuh und Jahr auf, die VW-Betriebe hingegen nur 7,6 AKh je Kuh und Jahr. Der gesamte Arbeitsaufwand für die Milchproduktion betrug pro Kuh und Jahr für die EGKF- 100 AKh, für die EGKFplus- 80 AKh und für die VW-Betriebe 84 AKh pro Kuh und Jahr. Mit steigender Bestandesgrösse nahm der Arbeitszeitbedarf pro Kuh und Jahr ab. Die Arbeitsproduktivität der Milchproduktion (kg ECM/AKh), ohne Berücksichtigung des Futterbaus, war bei den EGKFplus-Betrieben mit beinahe 100 kg ECM/AKh am höchsten. Die Ergebnisse der beiden anderen Betriebstypen lagen auf gleicher Höhe mit einem leichten Vorteil für die VW-Betriebe.

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

Die Direktkosten waren infolge der geringeren Futterkosten sowohl bei den VW- als auch bei den EGKF-Betrieben mit etwas über 16,0 ct/kg verkaufte Milch tiefer als bei den EGKFplus-Betrieben mit 24,0 ct/kg verkaufte Milch. Die fremden Strukturkosten waren bei den EGKF- und auch bei den VW- Betrieben um beinahe 10,0 bzw. 12,5 ct/kg Milch höher als bei den EGKFplus-Betrieben. Auch die eigenen Strukturkosten (v.a. Lohnanspruch Betriebsleiterfamilie) lagen bei den VW- und bei den EGKF-Betrieben um gut 13,0 ct/kg Milch höher als bei den EGKFplus-Betrieben. Ähnlich hohe Vollkosten wurden bei den EGKF- und den VW-Betrieben mit 0,99 € bzw. 1,01 € pro kg verkaufte Milch ermittelt. Infolge des Skaleneffektes waren die Produktionskosten der EGKFplus-Betriebe mit 0,84 € pro kg verkaufter Milch tiefer. Der Mengeneffekt sowie die Ergebnisse der VW-Betriebe decken sich mit den Resultaten von Blättler *et al.* (2015) und von Haas und Hofstetter (2017). Die VW-Betriebe erzielten mit 29,0 €/AKh die höchste Arbeitsverwertung. Die Arbeitsverwertung bei den EGKF- und bei den EGKFplus-Betrieben war mit 18,9 € bzw. 19,2 € pro AKh ähnlich. Das höchste Arbeits- (Entgelt für fremde und eigene Arbeit) und landwirtschaftliche Einkommen (Entgelt für eigene Arbeit und eingesetztes Eigenkapital) erwirtschafteten die VW-Betriebe, gefolgt von den EGKFplus-Betrieben. Zu erwähnen ist, dass die 36 Pilotbetriebe im Durchschnitt in der Arbeitsverwertung pro AKh 7,4 € und im landwirtschaftlichen Einkommen pro ha LN 493,0 € über dem Mittel der Referenzbetriebe von 2014 - 2016 lagen. Neben den ökonomischen Vorteilen erzeugten diejenigen Pilotbetriebe, die die höchsten Wiesenfutteranteile verfütterten, im Verhältnis zum Input grössere Mengen an menschenverfügbarem Protein wie Probst *et al.* (2018) anhand der Pilotbetriebe und Steinwider *et al.* (2016) aufzeigten.

Im Rahmen der Arbeitskreise wurden Prozesse in Gang gesetzt und Veränderungen ausgelöst. Als wichtige Erfolgsfaktoren wurden in allen drei Produktionssystemen eine angepasste Genetik, ein gutes Weidemanagement, nährstoffreiche Wiesenbestände sowie ein optimales Zusammenspiel zwischen Weide und Eingrasen angesehen. Alle Betriebe streben tiefe Kosten an und wollen das konservierte Futter vor allem im Winter einsetzen. Effiziente Arbeitsprozesse und eine sinnvolle Arbeitsverteilung sind wichtig. Die EGKF- und die EGKFplus-Betriebe wollen die Arbeitsbelastung der Betriebsleiterfamilien und der Angestellten optimieren.

## Schlussfolgerungen

Mit moderaten Krafftuttermengen und einem hohen Anteil an frischem Wiesenfutter in der Ration können mit dem System Eingrasen Milchleistungen zwischen 7 200 bis 8 500 kg erzielt werden. Durch das Eingrasen erhöht sich der Zeitaufwand für die Fütterung um rund das 2,5-Fache gegenüber der Vollweide. Trotzdem ist es unter Schweizerischen Bedingungen möglich, auch mit Eingrasen überdurchschnittlich hohe Arbeitsverdienste und Einkommen zu erwirtschaften.

## Literatur

- BAFU (2014): Bundesamt für Umwelt. Karte Stickstoff-Deposition: Zugang: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung--historische-daten/karten-jahreswerte/karte-stickstoff-deposition.html> [3.10.2017].
- BLÄTLER, T., DURGAI B., KNAPP L. & HALLER, TH. (2015): Projekt Optimilch: Wirtschaftlichkeit der Vollweidestrategie - Ergebnisse 2000 bis 2010. Agrarforschung Schweiz 6 (7-8), 354 - 361
- BOLLER, B., LÜSCHER, A. & ZANETTI, S. (2003): Schätzung der biologischen Stickstoff-Fixierung in Klee-Gras-Beständen. Schriftenreihe der FAL 45:47-54.
- BLW 2017: Bundesamt für Landwirtschaft. Produktionssystembeiträge: Zugang: <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/instrumente/direktzahlungen/produktionssystembeitraege.html> [27. 09. 2017].
- EINHELL, CH., WERNER, J. & SCHICK, M. (2017): Vollweide vs. Eingrasen - Ein Vergleich aus arbeitswirtschaftlicher Sicht - Schwachstellenanalyse und Optimierungsmöglichkeiten. Master-Thesis, Universität Hohenheim, 70599 Stuttgart und Agroscope Tänikon 1, CH-8356 Ettenhausen.
- GAZZARIN, C., HAAS, TH., HOFSTETTER, P. & HÖLTSCHI, M. (2018): Milchproduktion: Frischgras mit wenig Krafftutter zahlt sich aus. Agrarforschung Schweiz 9 (5), 148-155.
- GAZZARIN, C., KOHLER, M. & FLATEN, O. (2014): Milchbetriebe: Warum produziert die Schweiz teurer als Norwegen. Agrarforschung Schweiz 5 (6), 248-255.
- GAZZARIN, C., FREY, H.-J., PETERMANN, R. & HÖLTSCHI, M. (2011): Weide- oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? Agrarforschung Schweiz 2 (9), 418-423.
- HAAS, TH. & HOFSTETTER, P. (2017): Milchproduktion: Verkaufte Milchmenge und Weideanteil beeinflussen den Arbeitsverdienst. Agrarforschung Schweiz 8 (9), 356-363.
- HOFSTETTER, P., FREY, H.-J., PETERMANN, R., GUT, W., HERZOG, L. & KUNZ, P. (2011): Stallhaltung versus Weidehaltung - Futter, Leistungen und Effizienz. Agrarforschung Schweiz 2 (9), 402-411.
- JANS, F., KESSLER, A., MÜNGER, A. & SCHLEGEL, P. (2015): Fütterungsempfehlung für die Milchkuh. In: Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch), Kapitel 7. Hrsg. Agroscope, Posieux.
- PROBST, S., INEICHEN, S. & REIDY, B. (2018): Effizienz graslandbasierter Milchproduktions-systeme. Herausgeber: Kreuzer, M., Lanzini, T., Liesegang, A., Bruckmaier, R., Hess, H.D. und Ulrich, S.E.. ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung. Zukunft der Tierernährung zwischen Effizienz und Konsumentenansprüche, Band 41, CH-8092 Zürich.
- R CORE TEAM (2013): A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [https:// www.r-project.org/](https://www.r-project.org/).
- REIDY, B. & INEICHEN, S. (2016): Wiesenfutter - die wichtigste Eiweissquelle für Wiederkäuer. Umdenken in der Eiweissversorgung der Nutztiere. Herausgeber: Kreuzer, M., Lanzini, T., Liesegang, A., Bruckmaier, R., Ulbrich, S.E. ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung, Band 39. CH-8092 Zürich.
- REIDY, B., MULSER, E., INEICHEN, S., AKERT, F., DORN, K., PROBST, S., FREY, HJ. HAAS, T., HÖLTSCHI, M., & HOFSTETTER, P. (2017): Optimierung der Milchproduktion mit frischem Wiesenfutter – Drei Systeme im Vergleich. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft 2017, 5 – 14.
- SCHICK, M. (2007): Work science in agriculture and forestry: from work procedure-based to system approach. XXXII CIOSTA-CIGR Section V Conference “Advances in labour and machinery management for a profit table agriculture and forestry”. Nitra, 17.-19.09.2007, Tagungsband S. 26 - 33.

- SCHICK, M. (2008): Dynamische Modellierung landwirtschaftlicher Arbeit unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsplanung. Ergonomia Verlag, Stuttgart 144 S.
- SCHICK, M. & STARK, R. (2009): ART-AV, Arbeitsvoranschlag & Modellkalkulationssystem, Forschungsanstalt ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen.
- STEINWIDDER A., HOFSTETTER, P., FREY, H.J. & GAZZARIN, CH. (2016): Lebensmittel-Konversionseffizienz von stall- und weidebasierten Milchproduktionssystemen. Agrarforschung Schweiz 7 (10), 448 - 455.
- VOKO-MILCH UND SCHWEINE (2014): Vollkostenrechnung Milch und Schweine. BBZN Hohenrain und Agridea, Eschikon 28, CH-8315 Lindau.



# Modellierung von Zuwachsraten auf der Weide

T. PETERS, C. KLUß, T. REINSCH, R. LOGES UND F. TAUBE

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung  
Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau, CAU-Kiel

tpeters@gfo.uni-kiel.de

## Einleitung und Problemstellung

Das Ziel weidebasierter Milchproduktionssysteme ist eine hohe Futternutzungseffizienz, die durch die Anpassung der Tierbesatzdichte an ein nährstoff- und witterungsbedingt variierendes Futterangebot realisiert werden kann. Modelle, die die täglichen Veränderungen der Zuwachsraten auf Basis von Prognosen meteorologischer Faktoren in Verbindung mit Standorteigenschaften, Nährstoffversorgung sowie Nutzungsfrequenz vorhersagen, können als Entscheidungshilfe dienen. Unterschieden werden kann hierbei zwischen mechanistischen Modellen, die pflanzenphysiologische Funktionen einbeziehen und für die Bearbeitung meist wissenschaftlicher Fragestellungen dienen, und empirischen Modellen bei denen eine geringe Anzahl an Parametern benötigt wird um allgemeingültige Aussagen eines Systems zu treffen. Das semi-mechanistische Modell FoProQ (KORNHER et al., 1991) stellt einen Kompromiss hinsichtlich der Komplexität der abgebildeten Prozesse dar und bietet eine geeignete Grundlage für die Entwicklung von Tools zur Unterstützung von Managemententscheidungen in der landwirtschaftlichen Praxis. Der Output der Modellberechnungen hat sich unter verschiedenen klimatischen Bedingungen als zuverlässig erwiesen und findet in der landwirtschaftlichen Beratung für die Vorhersage des optimalen Schnitzeitpunktes für die Gras- und Maisernte zur Silageproduktion (LKSH, 2018; RATH et al., 2005), als auch bei der Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen (z.B. HERRMANN et al. 2005, KRUSE et al., 2008, GRANT et al., 2017) eine breite Anwendung. Für die Vorhersage der täglichen Veränderung der Zuwachsraten auf der Weide ist für Norddeutschland bisher kein Modell angepasst worden. Das Ziel des EIP-Projektes „Optimiertes Weidemanagement – smart grazing“ ist es daher, Daten des Graswachstums auf der Weide in Norddeutschland zu ermitteln um das FoProQ-Modell für Weideaufwüchse zu kalibrieren und als „smartgrazing“-Vorhersagetool für ein optimiertes Weidemanagement zur Verfügung zu stellen.

## Material und Methoden

Das Ertragsmodul des FoProQ-Modells berechnet den täglichen Zuwachs  $W_t$  (kg Trockenmasse (TM)  $ha^{-1} Tag^{-1}$ ) aus dem Produkt der vorhandenen Biomasse des Vortages ( $W_{t-1}$ ) und der relativen Wachstumsrate (kg  $kg^{-1} Tag^{-1}$ ). Letztere wird zunächst als optimal angenommen ( $rS$ ) und im Weiteren beeinflusst durch einen Altersindex ( $AGE$ ) und einem Umweltindex ( $GI$ ).

$$W_t = W_{t-1} * rS * AGE_t * GI$$

$AGE$  beschreibt die Auswirkungen der Pflanzenalterung in Abhängigkeit des Blattflächenindex.  $GI$  beschreibt den Einfluss der Witterung auf das Pflanzenwachstum und setzt sich aus einem abTemperaturindex ( $TI$ ), einem Strahlungsindex ( $RI$ ) und einem Index für das pflanzenverfügbare Bodenwasser ( $WI$ ) zusammen. Diese Umweltindices können Werte zwischen 0 und 1 annehmen (0 = kein Wachstum, 1 = optimale Wachstumsbedingungen) und so jeweils Einfluss auf  $rS$  nehmen. Die Startwerte von  $rS$  und  $AGE$  sind spezifische Kenngrößen der Produktivität eines Bestandes und können somit für verschiedene Bestandestypen und Aufwüchse angepasst werden. Der Wachstumsbeginn im Frühjahr wird anhand der vorgegebenen mittleren Tagestemperatur, einer gewählten Basistemperatur und einem Temperatur-Schwellenwert berechnet.

Zur Modellkalibration werden Daten benötigt, die die typischen Aufwuchskurven für definierte Bestandestypen beschreiben, um die Startwerte für die Koeffizienten  $W_{t-1}$  und  $rS$  zu ermitteln. Dafür wurden über einen Zeitraum von zwei Jahren (2016-2017) intensive Messprogramme auf *Lolium perenne*-dominierten Dauergrünlandweideflächen in Abhängigkeit von Bodentyp, N-Düngung und Bewirtschaftungsweise (ökologisch und konventionell) durchgeführt. Basierend auf der Methode nach CORRALL & FENLON (1978) wurde eine wöchentlich gestaffelte Handbeprobung jeweils vier Wochen alter Bestände an 5 Standorten in Schleswig-Holstein durchgeführt, um die durchschnittlichen täglichen Wachstumsraten zu ermitteln. An drei weiteren Standorten wurden Ertragsbeprobungen im monatlichen Rhythmus durchgeführt. Eine Standortbeschreibung der wöchentlich beprobten und konventionell bewirtschafteten Standorte befindet sich in Tabelle 1. Für eine detaillierte Beschreibung der Datenerhebung und Ergebnisse siehe PETERS et al. (2016, 2017).

Tab. 1: Boden- und Witterungseigenschaften in den Beprobungsjahren 2016 und 2017

Bodenart	Schluffiger Lehm	Sandiger Sand	Lehmiger Sand
Textur % (Ton/Schluff/Sand)	30/50/20	5/9/86	14/27/59
nFK (0-30 cm)	84 mm	42 mm	80 mm
Niederschlag (2016)	875 mm	766 mm	650 mm
Niederschlag (2017)	1007 mm	1044 mm	888 mm
Durchschnittstemp. (2016)	9.9 °C	9.6 °C	9.6 °C
Durchschnittstemp. (2017)	9.8 °C	9.5 °C	9.8 °C

## Ergebnisse und Diskussion

Im Vergleich zum langjährigen Mittel führten hohe Temperaturen zu Jahresbeginn und –ende in beiden Versuchsjahren zu einer zeitlichen Ausdehnung der Vegetationsperioden. Überdurchschnittlich hohe Jahresniederschläge in 2017 mit einer ausgeglichenen Verteilung und hohen Niederschlägen in den Sommermonaten führten zu günstigen Wachstumsbedingungen. Im Zusammenhang mit den optimalen experimentellen Bedingungen der simulierten Rotationsweide konnten so bei einer mineralischen N-Düngung (KAS) von  $280 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$  unter Versuchsbedingungen sehr hohe Zuwachsraten und durchschnittliche Jahreserträge von  $17,6$ ,  $16,9$  und  $18,5 \text{ t TM ha}^{-1}$  für die Bodentypen schluffiger Lehm, sandiger Sand und lehmiger Sand ermittelt werden (Abb.1). Die Jahres-Erträge ohne N-Düngung waren durchschnittlich um 30 % geringer.

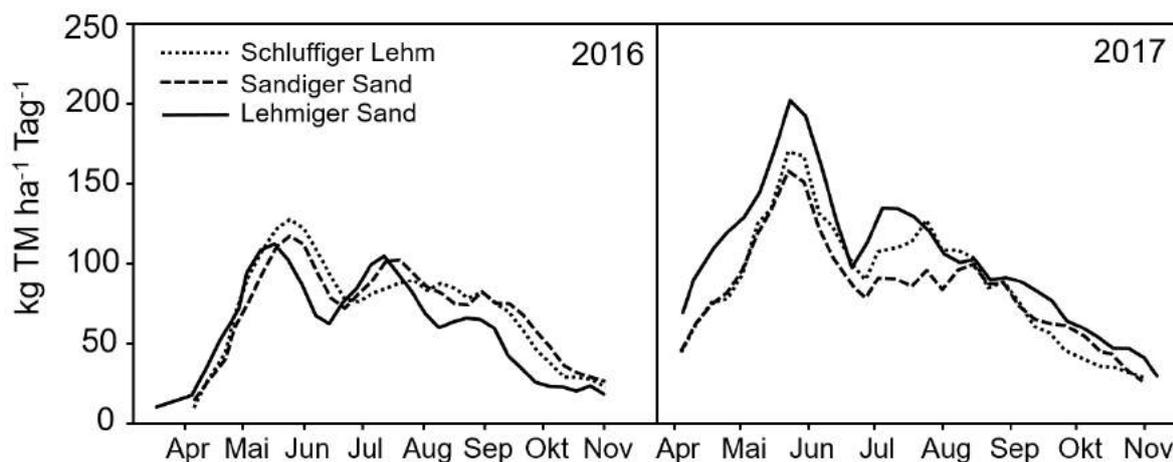


Abb. 1: Tägliche Wachstumsraten ( $\text{kg TM ha}^{-1} \text{ Tag}^{-1}$ ) der intensiv beprobten und konventionell bewirtschafteten Flächen in 2016 und 2017 bei einer N-Düngung von  $280 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ .

Abbildung 2 zeigt beispielhaft an einem Standort mit einer N-Düngung von 280 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> die simulierten Aufwüchse (Linien) und die auf der Weide gemessenen Erträge (Punkte) über die Vegetationsperiode. Die Serien 1 - 4 ergeben sich aus der wöchentlichen Beprobung von 4-Wochen alten Beständen nach Corral & Fenlon (1978). Das Model FoPoQ zeigt auch für kurze Aufwuchsphasen, repräsentativ für die Bedingungen eines intensiven Rotationsweidesystems, hohe Übereinstimmungen mit den gemessenen Werten (Abb.3), so dass die Voraussetzungen zur Weiterentwicklung eines Beratungstools für Weidebetriebe gegeben sind.

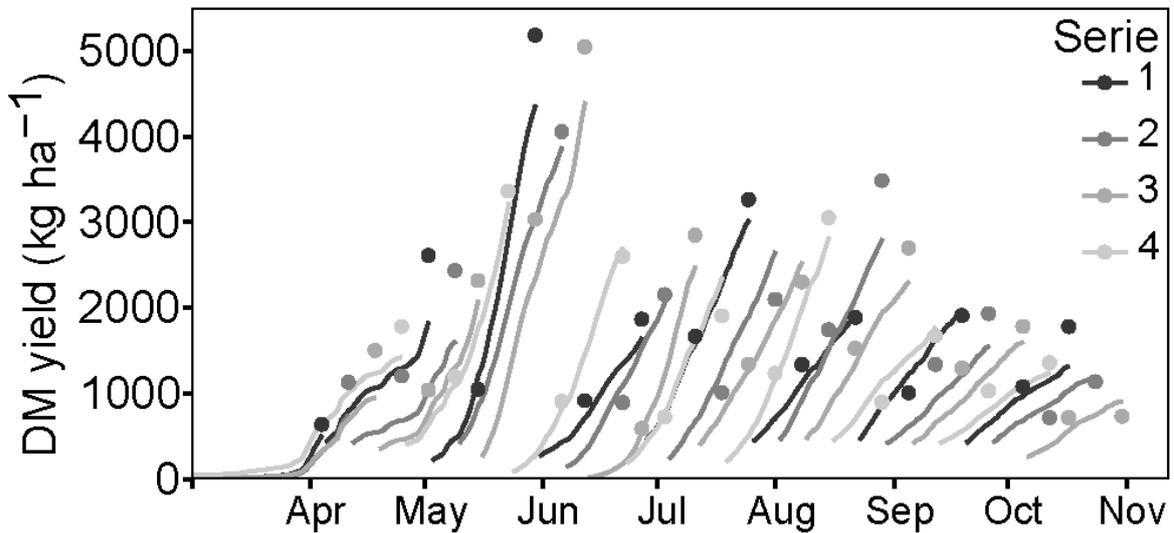


Abb. 2: Beispiel der mit FoProQ simulierten Aufwüchse (Linien) und gemessenen Erträge (Punkte) der Serien 1 bis 4 gemessen nach Corral & Fenlon (1978).

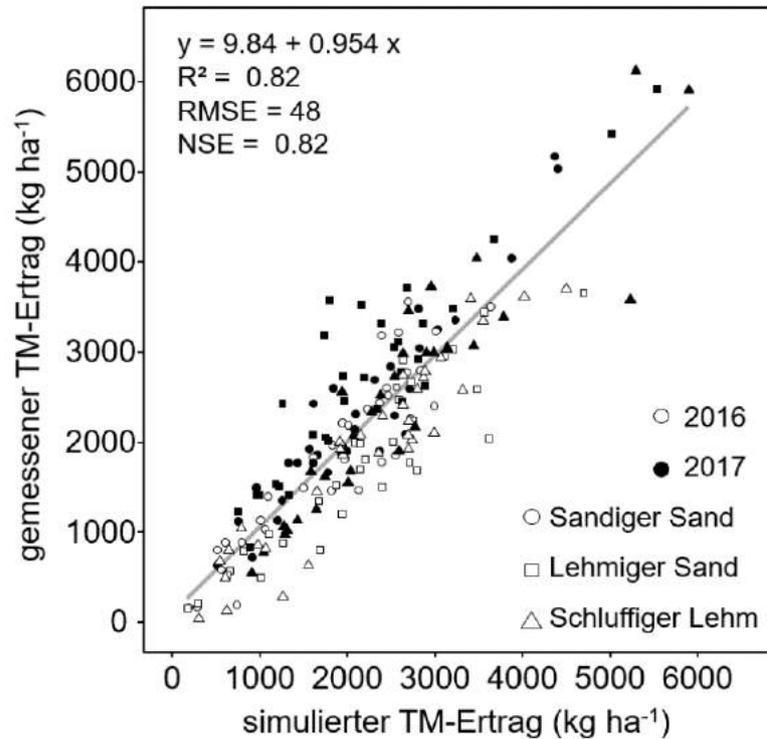


Abb. 3: Statistische Evaluation der FoProQ-Modellqualität zwischen simulierten und erhobenen Daten. Bewertung der Modellperformance mittels Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ), Root mean squared error (RMSE) und Nash-Sutcliffe model efficiency (NSE)

## Schlussfolgerungen

Die ermittelten Zuwachsraten und Jahreserträge auf der Weide unterstreichen das Standort-Potential Schleswig-Holsteins für die (Re-)Implementierung intensiver Weidesysteme. Die Voraussetzung hierfür sind betriebsspezifische Parameter wie arrondierte Flächen, eine geeignete Tiergenetik sowie die Motivation des Betriebsleiters für ein systematisches Management der Weideflächen.

Die ersten Ergebnisse der Kalibration von FoProQ für die Modellierung des Graswachstums auf der Weide weisen auf das große Potential und der Eignung des Modells als Basis für das Vorhersagetool „smart grazing“ hin. Die nächsten Schritte beinhalten die Kalibration existierender Module zur Vorhersage der Futterqualität von Aufwüchsen auf der Weide.

Die Untersuchungen dieser Arbeit werden im Rahmen des Projektes "Optimiertes Weidemanagement - smart grazing" der Europäischen Innovationspartnerschaften (EIP agri) durchgeführt.

## Literatur

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

GRANT, K., KLUß, C., TAUBE, F., HERRMANN, A. & HARTMANN, S. (2017): Satellitengestützte Erfassung von Schnitffrequenz und Grünlandertrag auf organischen Böden. *Tagungsband der 61. Jahrestagung der AGGF in Berlin/Paulinenaue 2017*, 57-60.

HERRMANN A., KELM M., KORNHER A. & TAUBE F. (2005): Performance of grassland under different cutting regimes as affected by sward composition, nitrogen input, soil conditions and weather - a simulation study. *European Journal of Agronomy* 22, 141–158.

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.

KRUSE, S., HERRMANN, A., KORNHER, A. & TAUBE, F. (2008): Evaluation of genotype and environmental variation in fibre content of silage maize using a model-assisted approach. *European Journal of Agronomy*. 210-223.

LKSH LANDWIRTSCHAFTSKAMMER SCHLESWIG-HOLSTEIN (2018): Dauergrünland, Reifeprüfung Grünland.

<https://www.lksh.de/landwirtschaft/pflanze/gruenland-und-ackerfutterbau/dauergruenland/>.

Abgerufen am 28.05.2018

PETERS, T., KLUß, C., REINSCH, T., LOGES, R. & TAUBE, F. (2016): Optimiertes Weidemanagement - smart grazing - Vorstellung eines EIP-Projektes zur Entwicklung eines Weidemanagementtools in Zusammenarbeit mit landwirtschaftlichen Praxisbetrieben. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V. Weidetagung Tagungsband. 23-26.

PETERS T., KLUß, C., REINSCH, T., LOGES, R. & TAUBE, F. (2017): Zuwachsdynamik von intensiven Rotationsweiden unter Berücksichtigung unterschiedlicher Standortbedingungen in Schleswig-Holstein. 61. Jahrestagung Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 219-223.

RATH, J., HERRMANN, A. & HÖPPNER, F. (2005): MaisProg – Abreife und Ernte von Silomais schätzen. *Mais* 3/2005, 94-96.

# Simulation von Grasland unter Beweidung und Mahd mit LPJmL

Susanne Rolinski<sup>1</sup>, Stephen Wirth<sup>1</sup>, Marie Brunel<sup>1</sup>, Christoph Müller<sup>1</sup> und Jürgen Pickert<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Potsdam Institut für Klimafolgenforschung, Telegrafenberg A31, 14473 Potsdam,  
rolinski@pik-potsdam.de

<sup>2</sup>Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V. Eberswalder Strasse 84, 15374  
Müncheberg

## Einleitung und Problemstellung

Die Bedeutung von Grasland für die globalen Kohlenstoff- und Wasserkreisläufe resultiert zum einen durch seine große Ausdehnung mit ca. 23% der terrestrischen Landfläche und zum anderen durch die hohe Primärproduktivität und hohe Bodenkohlenstoffgehalte. Dabei modifiziert die lokale Bewirtschaftungsform sowohl die Produktivität als auch das Ertragspotential so erheblich, dass die Einbeziehung von Managementmaßnahmen auch in globale Vegetationsmodelle erforderlich scheint. Mit der Implementation von verschiedenen Ernteoptionen in das dynamische globale Vegetationsmodell (DGVM) LPJmL (Schaphoff *et al.*, 2018, Rolinski *et al.*, 2018) ergibt sich die Möglichkeit, deren Bedeutung auf der globalen Skala abzuschätzen, aber auch lokale Experimentalstandorte nachzubilden und somit die Validität der Modellergebnisse zu überprüfen. Hierzu werden in diesem Artikel sowohl Ergebnisse globaler Simulationen als auch verschiedener Mahd-szenarien am Standort Paulinenaue (Rogasik und Schroetter, 1999) dargestellt. Des Weiteren stellen wir zwei Beispiele der aktuellen Entwicklungen vor.

## Material und Methoden

Wir gehen sowohl auf das verwendete Modell als auch auf die Erhebungen des Stickstoffdüngungsversuchs in Paulinenaue ein.

LPJmL ist ein DGVM, welches neben der natürlichen Vegetation auch landwirtschaftlich genutzte Pflanzen und bewirtschaftetes Grasland innerhalb eines konsistenten Rahmens simuliert (Bondeau *et al.*, 2007). Es enthält ein bodenhydrologisches Modell, welches auch Einfrieren und Abtauen des Bodens, u.a. in Permafrostregionen, abbildet (Schaphoff *et al.*, 2013). Der Effekt der Bewässerung kann sowohl mit einer unbegrenzten Versorgung als auch unter Berücksichtigung der Limitierung durch die zur Bewässerung verfügbaren Wassermengen simuliert werden. Dabei ist eine getrennte Analyse der Wassermengen aus dem Niederschlag (grünes Wasser) und die des Bewässerungswassers (blaues Wasser) möglich (Rost *et al.*, 2008). Obwohl die Intention zur Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Produktion nicht die Nachbildung einzelner Ernteereignisse war, hat sich dieser Teil des Modells in einer Form weiterentwickelt, die z.B. eine intensive Beteiligung an Modellvergleichsinitiativen ermöglicht, z.B. beim ‚Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project‘ (AgMIP) und FPI FACCE Knowledge Hub ‚Modelling European Agriculture with Climate Change for Food Security‘ (MACSUR).

Am Niedermoorstandort Paulinenaue, wird seit 1961 ein Stickstoffdüngungsversuch mit 5 Varianten, Mahdsystem, Erfassung der geernteten Biomasse in dt Trockenmasse (TM) ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> für 3 Aufwüchse pro Jahr durchgeführt. Düngung führt zur Erhöhung der Erträge von 78.1 dt TM ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> (bei 0 kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) auf 88.7 (60), 98.6 (120) und 108.7 (240), wobei die letzte Düngungsstufe von 480 kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> einen mittleren Ertrag von 111.3 dt TM ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> erbringt (Abb. 1).

Für die Simulation der Graserträge wurden tägliche Zeitreihen der gemessenen Temperatur und des Niederschlags von 1978 bis 2016 genutzt. Alle weiteren Antriebe (Strahlung und Bodeneigenschaften) stimmen mit den Standardwerten der globalen Simulationen überein, wie sie in Schaphoff *et al.* (2018) beschrieben sind.

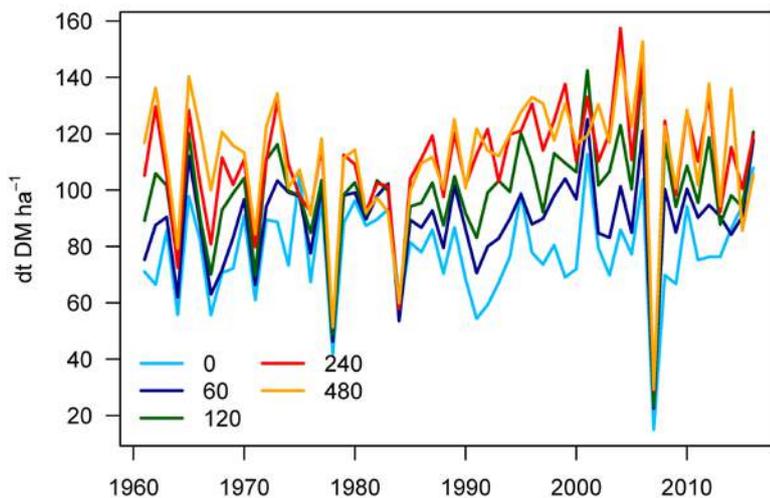


Abb. 1: Zeitreihen der Gesamtbiosmassen, die je Düngungsstufe (in kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) am Standort Paulinenaue geerntet wurden.

## Ergebnisse und Diskussion

### Ergebnisse globaler Simulationen mit LPJmL

Für die Simulation der globalen Kohlenstoffkreisläufe wurde die Auswirkung verschiedener Ernteeoptionen untersucht (Rolinski *et al.*, 2018). Für eine produktivitätsabhängige Standardvariante wird angenommen, dass Standorte mit hohem Graswachstum auch für die Ernährung von Vieh genutzt werden, so dass monatlich ein Anteil des Aufwuchses von der Blattbiomasse geerntet wird. In tropischen und gemäßigten Gebieten mit jährlichen Niederschlägen über 800 mm wird bei dieser Standardvariante eine Nettoprimärproduktion (NPP) von mehr als 500 gC m<sup>-2</sup>, Bodenkohlenstoffgehalte zwischen 5 und 10 kg C m<sup>-2</sup> und Erntemengen von 500 gC m<sup>-2</sup> simuliert (Rolinski *et al.*, 2018, Fig. 3). Während in warmen Gebieten mit weniger Niederschlag sowohl Produktivität, Ernte und Bodenkohlenstoff sehr gering sind, reichert sich in polaren Gebieten mit Temperaturen unter 0°C bei geringer Primärproduktion und kaum Ernte ein hoher Bodenkohlenstoffgehalt an. Hier überwiegt der geringe Eintrag dennoch die Abbaurrate, die wegen der geringen Temperaturen reduziert ist, so dass sich im Boden C-Gehalte von 30 bis 50 kg C m<sup>-2</sup> anreichern können.

### Ergebnisse zur Simulation der Mahd am Standort Paulinenaue

Obwohl diese Zusammenhänge plausibel sind, und deshalb auf eine generelle Funktionsfähigkeit des Modells hinweisen, sind Anwendungen auf einzelne Standorte zur Validation erforderlich. Da sich ein DGVM wie LPJmL von standortangepaßten Ertragsmodellen wie PaSim (Vuichard *et al.*, 2017) oder BasGra (Van Oijen *et al.*, 2015) dadurch unterscheidet, dass keine Kalibrierung auf die lokalen Verhältnisse vorgesehen ist, wurden für eine Simulation des Graswachstums und der Ernte vom Standort Paulinenaue lediglich lokal gemessene Temperaturen und Niederschläge verwendet und die Schnitttermine der tatsächlichen Biomasseentnahmen vorgeschrieben. Zum Vergleich liegen Ertragsmessungen des Langzeitversuchs mit unterschiedlichen Düngungsmengen vor (Abb. 1). Es wurde jährlich 3 bis 4 mal gemäht, wobei der erste Schnitt im Mittel am 29. Mai erfolgte, der zweite am 18. Juli und der dritte am 23. September. Jeweils nach dem Schnitt wurde gedüngt, so dass jährlich 0, 60, 120, 240 bzw. 480 kg N ha<sup>-1</sup> ausgebracht wurden. Da die aktuell verwendete Version von LPJmL keine explizite Limitierung durch Nährstoffe repräsentiert, ziehen wir für den Vergleich von simulierten und gemessenen Erträgen das moderate Düngungsniveau von 60 kg N ha<sup>-1</sup> heran. Die Simulationen resultieren für die Jahre 1978 bis 2016 in Trockenmasseerträgen, die für die 3 vorgenommenen Schnitte mit den gemessenen Werten vergleichbar sind (Abb. 2). Für die Jahre 1981, 1992, 1996 und 1997 werden wesentlich geringere Werte simuliert, was auf Unregelmäßigkeiten in den Eingangsdaten zurückzuführen ist, welche noch zu korrigieren sind. Davon abgesehen wird sowohl das mittlere Ertragsniveau als auch die interannuelle Variabilität gut getroffen (Tab. 1). Lediglich für den dritten Aufwuchs liegen die simulierten Werte um etwa 30% zu hoch und es wird die Variabilität vom Modell unterschätzt.

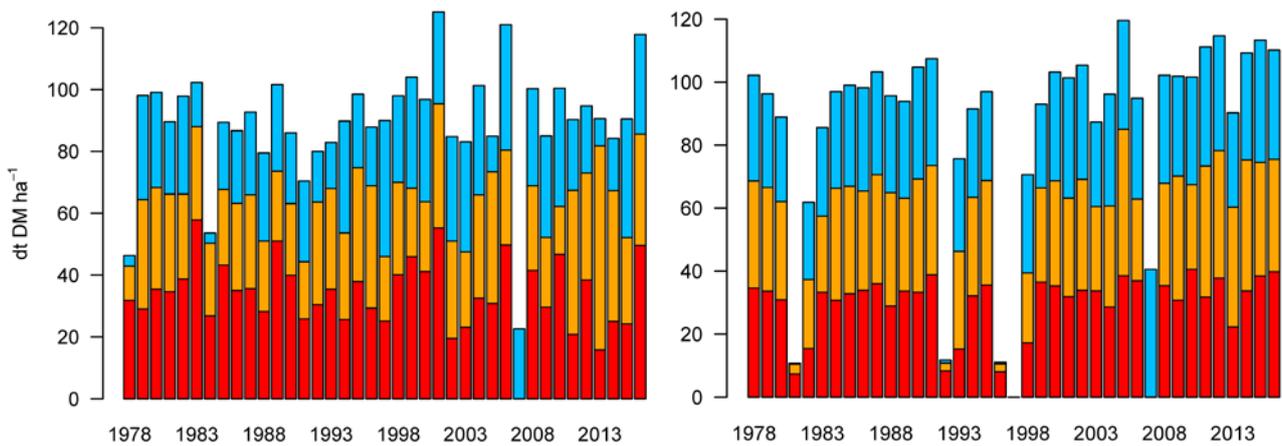


Abb. 2: Geerntete Biomasse (dt TM ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) für ersten (rot), zweiten (orange) und dritten (blau) Aufwuchs von 1978 bis 2016 in Paulinenaue gemessen für 60 kg N ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup> (links) und von LPJmL simuliert (rechts).

Tab. 1: Beobachtungen und Simulationsergebnisse der Aufwuchserträge in Paulinenaue (Mittelwerte ± Standardabweichungen) für die Jahre 1978-2016 (dt TM ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>).

	Aufwuchs 1	Aufwuchs 2	Aufwuchs 3
Beobachtung (N0)	31,0 ± 10,4	26,2 ± 9,9	22,9 ± 8,6
Beobachtung (N60)	35,5 ± 10,5	30,1 ± 10,0	26,2 ± 9,7
LPJmL	31,5 ± 8,3	32,2 ± 7,8	32,5 ± 3,8

Einen Eindruck der simulierten Dynamik vermitteln Zeitreihen der NPP, der Biomasse (beide in gC m<sup>-2</sup>) und des Bodenkohlenstoffs (kgC m<sup>-2</sup>, Abb. 3). Während die Erträge der einzelnen Schnitte nur für die Simulation mit den vorgegebenen Mahdterminen (Mp) aufgeführt waren (Abb. 2), sind hier 2 weitere Simulationen aufgeführt. Die globale Version der Mahd wird durch jährlich zwei Schnitttermine realisiert (M) und ergibt kaum veränderte Werte der jährlichen NPP, aber etwa um 23% erhöhte mittlere Gesamtbiossamen sowie um 18% verringerte Kohlenstoffgehalte des Bodens. Dabei fällt auf, dass bei der selteneren Mahd der Bodenkohlenstoffgehalt über die Jahre leicht ansteigt (im Mittel 4 gC m<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup>), während er bei häufigeren Ernten (Mp) um 6 gC m<sup>-2</sup> yr<sup>-1</sup> abnimmt. Wird bei 3-maligem Schnitt zusätzlich bewässert (Simulation Mpi), erhöht sich die NPP im Mittel nur um 5 gC m<sup>-2</sup>, was zeigt, dass dieser Standort kaum von Wasserstress betroffen ist.

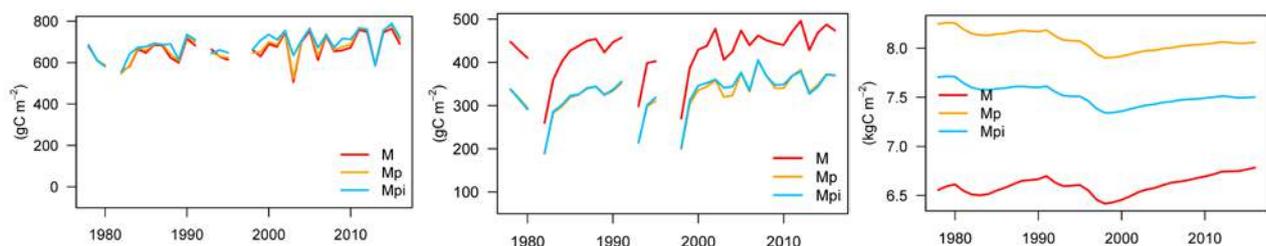


Abb. 3: Simulierte Netto-Primärproduktion (links), Kohlenstoff in der Vegetation (Mitte) und Bodenkohlenstoff (rechts) von 1978 bis 2016 in Paulinenaue. Die gezeigten Szenarien sind die Standardversion der Mahd (M), Mahd mit vorgegebenen Schnittterminen (Mp) sowie mit zusätzlicher Bewässerung (Mpi).

Weitere laufende Entwicklungen des Modells betreffen zum einen die Implementation von mehreren Grasarten und des Stickstoffkreislaufs, sowie Untersuchungen zu Feuer auf Grasland.

### Implementation von neuen Grasarten

Im Rahmen einer Masterarbeit untersuchen wir die Koexistenz und Konkurrenz von verschiedenen Grasarten unter Beweidung. Die Auswahl der Arten bezog sich zunächst auf Standorte, für die im

Rahmen eines Modellvergleichs Informationen vorlagen (Ehrhardt *et al.*, 2018). Da aus der weltweit umfangreichsten Datenbank von Pflanzeigenschaften (TRY, Kattge *et al.*, 2011) nur eine Auswahl von Modellparametern zur Parametrisierung zur Verfügung standen, ist die Konkurrenz zwischen den Arten noch relativ moderat ausgeprägt. Für den vorgestellten Standort bildet sich eine Gemeinschaft von Klee und gemäßigten Straußgräsern (bentgrass) und Süßgräsern (buffalo grass) heraus (Abb. 4), die auch bei hohen Viehdichten bis zu 3.2 LSU ha<sup>-1</sup> eine standortübliche NPP gewährleisten. Weniger konkurrenzstarke Gräser wie Weidelgras (ryegrass) und Wiesen-Rispengras (bluegrass) kommen bei geringen Viehdichten vor, verschwinden jedoch aus der Gemeinschaft bei mehr als 1.6 bzw. 2.6 LSU ha<sup>-1</sup>. Dieses sind vorläufige Ergebnisse, die für verschiedene Standorte und klimatische Bedingungen weiterentwickelt und verbessert werden.

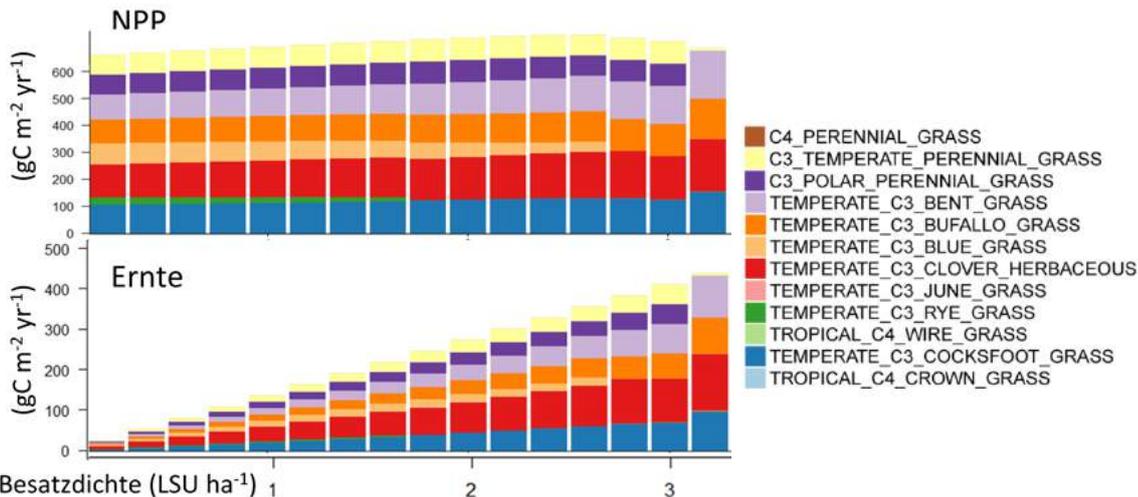


Abb. 4: Simulierte Netto-Primärproduktion (oben) und abgeweidete Biomasse (unten) je Grasart bei unterschiedlicher Viehdichte (LSU ha<sup>-1</sup>).

### Implementation von Feuer auf Grasland

Da Feuer in vielen Gebieten als Bewirtschaftungsmaßnahme eingesetzt wird, um die Fruchtbarkeit von marginalen Standorten zumindest für einen gewissen Zeitraum zu erhalten oder um vorhandene Blattbiomasse aus der letzten Vegetationsperiode in feuergefährdeten Gebieten zu entfernen, möchten wir uns im Rahmen einer Dissertation in Kooperation mit brasilianischen Partnern diesem Thema widmen. Dazu wird das vorhandene Feuer-Modul SpitFire (Thonicke *et al.*, 2010) auf Grasland angepaßt, sowie die Art der Bewirtschaftung mit Feuer charakterisiert. Während in Europa Grasland nicht mehr abgebrannt werden darf, sind Feuer außerhalb Europas weiterhin wichtige Bausteine in der Graslandbewirtschaftung auf ärmeren Böden oder offenen Landschaften, die sonst wieder verbuschen würden. Um die Nutzbarkeit von SpitFire zu testen, wurden Simulationen an drei Standorten in Brasilien durchgeführt, die zum einen nur natürlich vorkommende Feuer z.B. durch Blitzeinschlag oder auch anthropogen erzeugte Feuer am Anfang der Vegetationsperiode berücksichtigten. Während sich die jährliche NPP zwischen den Szenarien kaum unterscheidet, verringert sich die Biomasse in der Vegetation ganz leicht, die Emissionen steigen stark an und die Bodenkohlenstoffgehalte gehen um 6-7% zurück. Diese Zusammenhänge werden gerade auf einer Konferenz in Brasilien vorgestellt und mit den Projektpartnern diskutiert, so daß wir uns neue Möglichkeiten der Modellvalidation erhoffen.

### Schlussfolgerungen

Die Berücksichtigung von Bewirtschaftungsmaßnahmen und verschiedenen Ernteoptionen auf Grasländern in LPJmL ermöglicht es, Auswirkungen von Viehhaltung auf globale biogeochemische Kreisläufe zu untersuchen und abzuschätzen. Es könnte eine gute Möglichkeit sein, Prozessverständnis an lokalen Experimenten und Standorten zu befördern, Auswirkungen einzelner Faktoren mithilfe von Szenarien heraus zu arbeiten, diese Erkenntnisse auf größere Skalen auszuweiten und Auswirkungen von Bewirtschaftungsmaßnahmen und veränderten klimatischen Bedingungen abzuschätzen.

## Literatur

- BONDEAU, A., SMITH, P., ZAEHLE, S., SCHAPHOFF, S., LUCHT, W., CRAMER, W., GERTEN, D., LOTZE-CAMPEN, H., MÜLLER, C., REICHSTEIN, M. & SMITH, B. (2007): Modelling the role of agriculture for the 20th century global terrestrial carbon balance, *Global Change Biology*, 2007, 13, 679-706.
- EHRHARDT, F., SOUSSANA, J.-F., BELLOCCHI, G., GRACE, P., MCAULIFFE, R., RECOUS, S., SÁNDOR, R., SMITH, P., SNOW, V., MIGLIORATI, M. D. A., BASSO, B., BHATIA, A., BRILLI, L., DOLTRA, J., DORICH, C. D., DORO, L., FITTON, N., GIACOMINI, S. J., GRANT, B., HARRISON, M. T., JONES, S. K., KIRSCHBAUM, M. U. F., KLUMPP, K., LAVILLE, P., LÉONARD, J., LIEBIG, M., LIEFFERING, M., MARTIN, R., MASSAD, R. S., MEIER, E., MERBOLD, L., MOORE, A. D., MYRGIOTIS, V., NEWTON, P., PATTEY, E., ROLINSKI, S., SHARP, J., SMITH, W. N., WU, L. & ZHANG, Q. (2018), Assessing uncertainties in crop and pasture ensemble model simulations of productivity and N<sub>2</sub>O emissions. *Global Change Biology*, 24: e603-e616. <https://doi.org/10.1111/gcb.13965>
- KATTGE, J., DÍAZ, S., LAVOREL, S., PRENTICE, I.C., LEADLEY, P., BÖNISCH, G., GARNIER, E., WESTOBY, M., REICH, P.B., WRIGHT, I.J., CORNELISSEN, J.H.C., VIOLLE, C., HARRISON, S.P., VAN BODEGOM, P.M., REICHSTEIN, M., ENQUIST, B.J., SOUDZILOVSKAIA, N.A., ACKERLY, D.D., AN, M., ATKIN, O., BAHN, M., BAKER, T.R., BALDOCCHI, D., BEKKER, R., BLANCO, C.C., BLONDER, B., BOND, W.J., BRADSTOCK, R., BUNKER, D.E., CASANOVES, F., CAVENDER-BARES, J., CHAMBERS, J.Q., CHAPIN III, F.S., CHAVE, J., COOMES, D., CORNWELL, W.K., CRAINE, J.M., DOBRIN, B.H., DUARTE, L., DURKA, W., ELSER, J., ESSER, G., ESTIARTE, M., FAGAN, W.F., FANG, J., FERNÁNDEZ-MÉNDEZ, F., FIDELIS, A., FINEGAN, B., FLORES, O., FORD, H., FRANK, D., FRESCHET, G.T., FYLLAS, N.M., GALLAGHER, R.V., GREEN, W.A., GUTIERREZ, A.G., HICKLER, T., HIGGINS, S.I., HODGSON, J.G., JALILI, A., JANSEN, S., JOLY, C.A., KERKHOFF, A.J., KIRKUP, D., KITAJIMA, K., KLEYER, M., KLOTZ, S., KNOPS, J.M.H., KRAMER, K., KÜHN, I., KUROKAWA, H., LAUGHLIN, D., LEE, T.D., LEISHMAN, M., LENS, F., LENZ, T., LEWIS, S.L., LLOYD, J., LLUSIÀ, J., LOUAULT, F., MA, S., MAHECHA, M.D., MANNING, P., MASSAD, T., MEDLYN, B.E., MESSIER, J., MOLES, A.T., MÜLLER, S.C., NADROWSKI, K., NAEEM, S., NIINEMETS, Ü., NÖLLERT, S., NÜSKE, A., OGAYA, R., OLEKSYN, J., ONIPCHENKO, V.G., ONODA, Y., ORDOÑEZ, J., OVERBECK, G., OZINGA, W.A., PATIÑO, S., PAULA, S., PAUSAS, J.G., PEÑUELAS, J., PHILLIPS, O.L., PILLAR, V., POORTER, H., POORTER, L., POSCHLOD, P., PRINZING, A., PROULX, R., RAMMIG, A., REINSCH, S., REU, B., SACK, L., SALGADO-NEGRET, B., SARDANS, J., SHIODERA, S., SHIPLEY, B., SIEFERT, A., SOSINSKI, E., SOUSSANA, J.-F., SWAINE, E., SWENSON, N., THOMPSON, K., THORNTON, P., WALDRAM, M., WEIHER, E., WHITE, M., WHITE, S., WRIGHT, S.J., YGUEL, B., ZAEHLE, S., ZANNE, A.E. & WIRTH, C. (2011), TRY – a global database of plant traits. *Global Change Biology*, 17: 2905-2935. doi:10.1111/j.1365-2486.2011.02451.x.
- VAN OIJEN, M. HÖGLIND, M., CAMERON, D.R. & THORSEN, S.M. (2015): BASGRA 2014, 10.5281/zenodo.27867.
- ROGASIK, J. und SCHROETTER, S. (1999): Der Müncheberger Nährstoffsteigerungsversuch: Effekte kombinierter organisch-mineralischer Düngung auf Nährstoffbilanzen und Entwicklung der Bodenfruchtbarkeit. *UFZ-Bericht*, UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle 24, 33-36.
- ROLINSKI, S., MÜLLER, C., HEINKE, J., WEINDL, I., BIEWALD, A., BODIRSKY, B. L., BONDEAU, A., BOONS-PRINS, E. R., BOUWMAN, A. F., LEFFELAAR, P. A., TE ROLLER, J. A., SCHAPHOFF, S., & THONICKE, K. (2018): Modeling vegetation and carbon dynamics of managed grasslands at the global scale with LPJmL 3.6, *Geoscientific Model Development*, 11, 429-451, <https://doi.org/10.5194/gmd-11-429-2018>.
- ROST, S.; GERTEN, D.; BONDEAU, A.; LUCHT, W.; ROHWER, J. & SCHAPHOFF, S. (2008): Agricultural green and blue water consumption and its influence on the global water system, *Water Resources Research*, 44, W09405.
- SCHAPHOFF, S., HEYDER, U., OSTBERG, S., GERTEN, D., HEINKE, J. & LUCHT, W. (2013) Contribution of permafrost soils to the global carbon budget *Environmental Research Letters*, 8, 014026.
- SCHAPHOFF, S., VON BLOH, W., RAMMIG, A., THONICKE, K., BIEMANS, H., FORKEL, M., GERTEN, D., HEINKE, J., JÄGERMEYR, J., KNAUER, J., LANGERWISCH, F., LUCHT, W., MÜLLER, C., ROLINSKI, S., & WAHA, K. (2018): LPJmL4 – a dynamic global vegetation model with managed land – Part 1: Model description, *Geoscientific Model Development*, 11, 1343-1375, <https://doi.org/10.5194/gmd-11-1343-2018>.
- THONICKE, K., SPESSA, A., PRENTICE, I.C., HARRISON, S.P., DONG, L., & CARMONA-MORENO, C. (2010): The influence of vegetation, fire spread and fire behaviour on biomass burning and trace gas emissions: results from a process-based model. *Biogeosciences*, 7, 1991-2011.
- VUICHARD, N., SOUSSANA, J.-F., CIAIS, P., VIOVY, N., AMMANN, C., CALANCA, P., LIFTON-BROWN, J., FUHRER, J., JONES, M., & MARTIN, C., (2007), Estimating the greenhouse gas fluxes of European grasslands with a process-based model: 1. Model evaluation from in situ measurements, *Global Biogeochemical Cycles*, 21, GB1004, doi: 10.1029/2005GB002611.)

# Potential sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe in der Grünlandproduktion

<sup>1</sup>C. MALISCH, <sup>1</sup>T. REINSCH, <sup>1</sup>C. LOZA, <sup>1</sup>R. LOGES, <sup>1</sup>A. POYDA UND <sup>1</sup>F. TAUBE

<sup>1</sup>Grünland und Futterbau/Ökol. Landbau, Hermann-Rodewald Str. 9, 24118 Kiel

cmalisch@gfo.uni-kiel.de

## Einleitung und Problemstellung

Die Landwirtschaft muss sich derzeit einen Diskurs bezüglich ihrer Nachhaltigkeit und insbesondere den negativen Umweltauswirkungen stellen. Zu den intensiv diskutierten Themen gehören der Grundwasser- und Klimaschutz sowie der Verlust an Biodiversität.

Derzeit ist die Tierhaltung für etwa 12-17% aller europäischen (EU-27) Treibhausgas (THG)-emissionen verantwortlich, wobei die Methanemissionen (CH<sub>4</sub>) aus der enterischen Fermentation von Wiederkäuern mit 36% den größten Anteil daran haben (Bellarby et al., 2013). Der Klima-Aktionsplan 2050 für Deutschland sieht deswegen vor, die derzeitigen Emissionen aus der Landwirtschaft bis zum Jahr 2030 um ~30 % zu reduzieren, wobei bis 2050 noch deutlichere Reduktionen erforderlich sind. Im Rahmen dieser Strategie sollen auch die THG-Emissionen aus der Wiederkäuerhaltung gesenkt werden um eine Milch- und Fleischproduktion mit geringen Umweltauswirkungen zu ermöglichen (BMUB, 2016). Der Einsatz von organischen und mineralischen Stickstoffdüngern im Futterbau sind mit gasförmigen Stickstoffverlusten verbunden und tragen so zusätzlich zum Klimawandel bei, wobei die Mineraldünger durch ihren hohen Energiebedarf während der Produktion mit zusätzlichen Emissionen in der Vorkette verbunden sind (Brentrup et al., 2004). Die in den letzten Jahrzehnten stetig zunehmende betriebliche Spezialisierung führte zu einem Verlust von Agrobiodiversität und kleinräumigen Mosaikstrukturen in der Landschaft, was jeweils für den Rückgang von solchen Insekten mitverantwortlich gemacht wird, die für die biologische Schädlingsbekämpfung nützlich sind (Chaplin-Kramer et al., 2011). Zusammen mit dem weiterhin hohen Einsatz von Pestiziden trug dies zum Rückgang der Bestäuberarten in Europa bei, wie z.B. der Rückgang der Populationen der europäischen Honigbienen (*Apis mellifera*) zwischen 1985 und 2005 (Potts et al., 2010). Es ist zu konstatieren, dass bei 50 % der europäischen Arten, einschließlich bedrohter und endemischer Arten, die von landwirtschaftlichen Lebensräumen abhängig sind, eine vielfältige Agrarlandschaft von größter Bedeutung ist (Stoate et al., 2009).

In der Milchproduktion zeigen bei geeigneten Standortbedingungen Weidesysteme ein großes Potential einige dieser negativen Umweltwirkungen zu reduzieren (Reinsch et al., 2018). Generell steigen diese Vorzüge mit wachsender botanischer Diversität der Weidebestände, insbesondere wenn Gräser zusammen mit Leguminosen und Kräutern angebaut werden. So zeigte eine europaweite Studie mit 31 Standorten, dass Vier-Artengemenge im Vergleich mit der leistungsstärksten Grasreinsaat den Futterertrag steigern und Unkräuter in Grünlandgemeinschaften reduzieren (Finn et al., 2013). Infolgedessen könnten Vier-Arten-Gras-Leguminosen-Gemenge bei geringerem Stickstoffeinsatz (50 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) den Ertrag von intensiv gedüngten Grasreinsaat (450 kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>) übersteigen (oder waren mit diesem vergleichbar) (Nyfeler et al., 2009). Zudem wird die Ertragsstabilität erhöht, insbesondere unter Trockenstressbedingungen (Hofer et al., 2016). Der Hauptgrund für diese Ertragssteigerungen sind eine höhere Nischenkomplementarität (zeitlich und räumlich) und positive interspezifische Interaktionen (Hooper et al., 2005; Nyfeler et al., 2009). Zudem enthalten zahlreiche Leguminosen und Kräuter relevante sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe. Diese sekundären Pflanzeninhaltsstoffe sind entgegen der Primärmetaboliten nicht direkt essentiell für das Überleben der Pflanze, sondern verschaffen dieser in erster Linie kompetitive Vorteile, assistieren als Signal- und

Botenstoffe oder sind in die Verteidigung der Pflanze gegen Fressfeinde involviert (Lattanzio et al., 2009). Aus diesem Grund wurden Polyphenole und insbesondere die Tannine in der Wahrnehmung der landwirtschaftlichen Forschung den antinutritiven Substanzen zugeordnet, oder sogar eine akute Toxizität vermutet (Mueller-Harvey, 2006). Inzwischen hat sich diesbezüglich jedoch eine differenziertere Sichtweise durchgesetzt und insbesondere den Tanninen werden inzwischen vielfache Vorteile für die Wiederkäuerproduktion auch hinsichtlich der oben erläuterten negativen Umweltwirkungen nachgesagt, welche im Folgenden im Detail erörtert werden sollen:

### Was sind Tannine?

Es werden zwei Gruppen von Tanninen unterschieden. Während hydrolysierbare Tannine aus Estern von Galloylgruppen und einem Kernpolyol, meist Glucose, bestehen, sind Proanthocyanidine (PA) dagegen Polymere von Flavan-3-ol-Einheiten (Abb. 1). Der synonyme Name der Proanthocyanidine, "kondensierte Tannine", bezieht sich historisch auf ihre Fähigkeit, Leder durch Ausfällung von Proteinen in frischen Häuten zu gewinnen (Santos-Buelga and Scalbert, 2000). Für die Flavanol-Untereinheiten bestehen die strukturellen Unterschiede darin, ob das Flavanol ein Procyanidin (PC) (d.h. Catechin oder Epicatechin) oder ein Prodelphinidin (PD) (d.h. Galocatechin oder Epigallocatechin) ist. Zusätzlich können alle diese Flavanole in Oligomeren und Polymeren unterschiedlicher Länge vorkommen, wobei Polymere mit einem Molekulargewicht von über 30.000 Dalton gefunden wurden (Bravo, 1998). Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Eigenschaften können in einer Art Millionen unterschiedlicher PA-Strukturen vorhanden sein. Aufgrund der unterschiedlichen Wirkweise die inzwischen innerhalb der verschiedenen Tanninuntereinheiten und Struktureigenschaften identifiziert wurde lässt sich auch erklären, dass die Wirkweise der Tannine sehr lange nicht exakt definiert werden konnte. Diverse gängige Analysemethoden, allen voran die Säure-Butanolanalyse, können die Struktureigenschaften nicht identifizieren, sondern einzig die Gesamttanninkonzentration bestimmen. Seit moderne massenspektrometrische Analysen entwickelt wurden, können nun auch die Struktureigenschaften deutlich schneller und genauer identifiziert werden (Engström et al., 2014). Seitdem werden kontinuierlich neue Erkenntnisse über die Tannine generiert die eine genauere Identifizierung positiver Eigenschaften zulassen. Damit ist auch eine wachsende Bedeutung der tanninhaltigen Arten in der Wiederkäuerernährung prognostizierbar, sodass die gängigsten Vorteile und deren aktueller Stand der Forschung im Folgenden kurz zusammengestellt werden sollen.

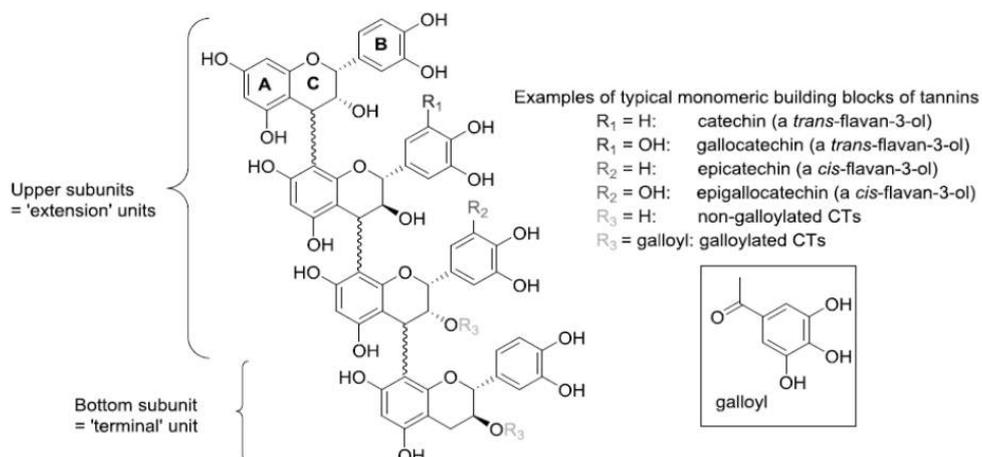


Abb. 1: Beispielstruktur eines kondensierten Tannins, bestehend aus vier Flavan-3-ol Monomeren. Die Monomere bestehen aus den Procyanidinen (Catechin und Epicatechin), sowie den Prodelphinidinen (Galocatechin und Epigallocatechin). Quelle: Mueller-Harvey et al. (2017).

### *Potentiale bezüglich der Treibhausgasemissionen*

Aufgrund der erst seit kurzem verfügbaren neuartigen Methoden zur Identifikation der Struktureigenschaften von Tanninen in einer großen Probenanzahl ist bisher noch eine sehr große Variation in den Methanreduktionseigenschaften von PAs zu beobachten, welche noch nicht eindeutig erklärbar ist. Beispielsweise wurde für die PAs der Esparsette (*Onobrychis viciifolia*) in mehreren *in vitro*-Studien eine Effektbandbreite von einem Rückgang der Methanemissionen um 30% (Theodoridou et al., 2011) bis hin zu keinem Einfluss auf die absoluten Emissionen berichtet (Chung et al., 2013). PAs von Quebrachobäumen (*Schinopsis quebracho-colorado* und *Schinopsis balansae*) waren bisher sogar generell unwirksam, um die Methanemissionen bei Wiederkäuern zu reduzieren (Beauchemin et al., 2007; Benchaar et al., 2008). Generell wurde bereits ein Zusammenhang zwischen der Struktur und den Methanemissionen dahingehend festgestellt, dass langkettige Tanninpolymere der Esparsette generell ein höheres Methanunterdrückungspotential bewiesen als kurzkettige (Hatew et al., 2016) und Prodelphinidine generell potenter sind als Procyanidine. Bei den hydrolysierbaren Tanninen aus dem schmalblättrigen Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) wurden bereits Versuche mit aufgereinigten Tanninfraktionen durchgeführt, in welchen reine Polymere die Methanproduktion um bis zu 90% reduzierten und es deutliche Unterschiede in der Wirksamkeit verschieden langer Polymerketten gab (Baert et al., 2016).

Es wird angenommen, dass Tannine die Methanemissionen auf drei Arten unterdrücken: i) sie gehen Verbindungen mit Faserfraktionen ein, wodurch sie die Verdauung im Pansen und die Reduktion des limitierenden Substrats für die Methanogenese beeinflussen; ii) sie verringern die Protozoenaktivität; und iii) sie beeinträchtigen das Wachstum und die Aktivität von methanogenen Bakterien (Baert et al., 2016; Tedeschi et al., 2014).

Als weiteren Vorteil für die Treibhausgasemissionen können PAs zudem überschüssiges N bei Wiederkäuern vom Urin in den Kot verlagern und somit die N<sub>2</sub>O-Emissionen reduzieren (Grosse Brinkhaus et al., 2016), sowie die Nitratauswaschung aus dem Urin (Decau et al., 2004). Jedoch sind bisher diese gewünschten Effekte in Fütterungsversuchen bisher nur bei hohen Anteilen der bioaktiven Pflanzen in der Ration in großen Mengen erzielt worden, sodass weitere Forschung hier notwendig sein wird um drastische Emissionsminderungen zu erzielen ohne Produktivitätseinbußen bei der Milch- oder Fleischproduktion hinnehmen zu müssen.

### *Potentiale bezüglich der Bodenkohlenstoffspeicherung*

Die im Boden gebildete Humusmenge ist abhängig von der Menge der eingetragenen organischen Substanz über Ernte- und Wurzelreste sowie die chemische Beschaffenheit dieser. Enge Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N)- Verhältnisse führen per se zu hohem Umsatzraten im Boden und damit nur zu einer kurzen Verweilzeit. Substrate mit weiten C/N-Verhältnissen weisen hingegen eine hohe Stabilität auf. Neben diesem bekannten Zusammenhang wurde allerdings basierend auf Studien aus Waldökosystemen in den letzten Jahren zudem die Bedeutung der sekundären Pflanzeninhaltsstoffe, insbesondere diverser Polyphenole, auf die Umsetzungskinetik im Boden erkannt. So haben z.B. PAs verschiedene Wirkweisen, mit denen sie die Nährstoffkreisläufe beeinflussen können: Einerseits haben sie die Fähigkeit, extrazelluläre Enzyme zu hemmen, wodurch der Abbau organischer Masse durch Mikroorganismen verhindert wird. Gleichzeitig können sie die Nitrifikation oder N-Mineralisation hemmen. Dies führt zu einer mittelfristigen Stabilisierung der organischen Bodensubstanz und ist in Wäldern häufig sichtbar. Andererseits können PAs aber auch die gegensätzliche Wirkung haben und die C- und N- Mineralisation beschleunigen. Die unterschiedliche Wirkweise der kondensierten Tannine resultiert hierbei maßgeblich aus Unterschieden in ihren strukturellen Eigenschaften (Adamczyk et al., 2017; Chomel et al., 2016). Die gleichen Effekte die in Waldökosystemen beobachtet wurden

können auch auf die Wurzel- und Erntereste in landwirtschaftlichen Kulturen wirken. Da sich zudem die neue Forschung bei all diesen Arten bisher auf die Wirkung der Polyphenole in der Tierernährung und somit auf die oberirdische Biomasse konzentrierte, sind Rückschlüsse auf die Wirkung im Boden noch nicht möglich. Denn im Gegensatz zu den Waldökosystemen ist der Hauptpfad der Polyphenole in den Boden nicht über die Blattmasse sondern über die Wurzeln, welche durch Exsudate und den Wurzelumsatz die Polyphenole freigeben. Frühere Experimente, welche Polyphenole in den Wurzeln quantifiziert haben und daraus auf den Einfluss der Polyphenole auf die N-Mineralisation schließen wollten, wiesen zwar Polyphenole in den Wurzeln nach, blieben aber inkonklusiv in Bezug auf die N-Mineralisation aufgrund der mangelnden Differenzierung der Polyphenole (Fox et al., 1990). Aufgrund dessen ist eine genauere Charakterisierung der Polyphenole in den Wurzelsystemen der gängigen Futterleguminosen und –kräuter notwendig, inklusive deren Strukturcharakteristika. Zusätzlich müssen die Freisetzungspfade der Wurzelpolyphenole durch Exsudation oder Seneszenz der Wurzeln identifiziert und quantifiziert werden um den Polyphenoleintrag in das Bodenreich für eine Extrapolation der Ergebnisse auf Feldebene zu ermöglichen.

#### *Potentiale bezüglich der Tiergesundheit*

Ein Problem in Wiederkäuersystemen ist die steigende Anzahl multiresistenter gastrointestinaler Nematodenpopulationen, welche inzwischen unter dem Wortspiel „global worming“ Bekanntheit erlangt haben (Kaplan and Vidyashankar, 2012). So wurde in einer Studie in Deutschland, Frankreich und Großbritannien bereits in mehr als 50% der Fälle eine reduzierte Wirksamkeit der Antiparasitika Moxidectin und Ivermectin festgestellt und 12.5% der untersuchten Herden zeigte bereits eine Resistenz gegen diese Wirkstoffe (Geurden et al., 2015)

In vitro konnte mit Extrakten der Tannine aus der Esparsette eine Reduktion von gastrointestinalen Nematoden (in diesem Fall *Haemonchus contortus*) um mindestens 76% erzielt werden (Brunet et al., 2008). Hierbei ist ebenfalls wichtig, dass die anthelmintische Bioaktivität in Experimenten mit der Esparsette auch nach der Konservierung als Heu oder Silage noch vorhanden oder sogar verstärkt war, sodass eine Fütterung unabhängig von der derzeitigen Vegetationsperiode an die Bedürfnisse der Tiere angepasst werden kann. Die Reduktion der gastrointestinalen Nematodenzahlen durch Tannine wurde inzwischen für sowohl hydrolysierbare als auch kondensierte Tannine in allen Lebensphasen der Nematoden und in vielen verschiedenen Wirtsarten zuverlässig sowohl in vivo als auch in vitro nachgewiesen und zählt insofern derzeit als vielversprechende Lösung (Lüscher et al., 2014; Mueller-Harvey et al., 2017). In Teilen der USA wird dies bereits in die Praxis umgesetzt und es wurde eine niedrigere Nematodenzahl in Lämmern bei der Beweidung von chinesischem Buschkle (Lespedeza cuneata) nachgewiesen, welcher reich an PAs ist (Burke et al., 2012).

Ein weiterer positiver Aspekt für die Tiergesundheit ist, dass PAs das Blähen signifikant reduzieren. Hierbei wurde nachgewiesen dass ein Esparsetteanteil von 35% in der Mischung ausreichen kann um das Risiko um >70% zu reduzieren (Wang et al., 2006).

#### *Relevante Arten in gemäßigten Klimaten*

Insbesondere im Grünland und Futterbau kommen viele Leguminosen, die hohe Polyphenolgehalte aufweisen und insbesondere PA beinhalten vor (z.B. Esparsette, Hornschotenklee (*Lotus corniculatus*), Sumpfhornklee (*Lotus pedunculatus*) und Spanische Esparsette (*Hedysarum coronarium*)) (Malisch et al., 2015; Waghorn, 2008). Bei der Esparsette wurde allerdings eine hohe Variabilität der Konzentrationen und strukturellen

Eigenschaften der Tannine sowohl zwischen Sorten, als auch innerhalb der Einzelpflanze festgestellt (Malisch et al., 2015).

Doch auch Arten mit geringen oder keinen Tanninkonzentrationen können bioaktive Potenziale entfalten. So wurde auch bei der Zichorie eine Reduktion von Darmparasiten nachgewiesen. Diese waren allerdings stark sortenabhängig. Anders als bei den oben genannten Arten sind in der Zichorie nicht die geringen Anteile der kondensierten Tannine, sondern die Sesquiterpenlactone die Substanzen mit der bioaktiven Wirkung (Williams et al., 2016). Zudem erzielte der kleine Wiesenknopf (*Sanguisorba minor*) eine sehr starke Reduktion der Methanemissionen *in vitro*, obwohl er verhältnismäßig geringe Tanninkonzentrationen hat, sodass hier weitere Forschung vielversprechend ist (Hamacher, 2016).

## Fazit und Ausblick

Es bleibt festzuhalten, dass viele positive Effekte durch den Einsatz von Pflanzen, die hohe Gehalte an Tanninen oder anderen sekundären Pflanzeninhaltsstoffen aufweisen, gegeben sind. Neben den beschriebenen Potenzialen für Ertragsstabilität, die Umwelt und Tiergesundheit tragen sie zur botanischen Diversität der Grünlandbestände bei und erfüllen somit die intrinsischen und ökologischen Vorteile der Biodiversität. Im Falle der Leguminosen wird außerdem Stickstoff fixiert und somit der Bedarf an mineralischen Stickstoffdüngern weiter reduziert. Es ist aufgrund der Fortschritte in der Forschung in den nächsten Jahren damit zu rechnen, dass der genaue Effekt einzelner Teilmoleküle isoliert identifiziert werden kann und auch Wechselwirkungen erkannt werden. Erst danach kann dieses Wissen in die gezielte Züchtung von Sorten mit den optimalen Wirkeigenschaften investiert werden. Eine breite Anwendung von Pflanzen mit sekundären Inhaltsstoffen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen hat Potential, doch ist dies eher langfristig zu erreichen und derzeit schwer quantifizierbar. Zudem sind die oben genannten relevantesten Arten verhältnismäßig konkurrenzschwach und somit für den Anbau derzeit primär in extensiv geführten Ansaatbeständen einzusetzen. Derzeit ist hierzu weder genau identifiziert, welche Anteile der Arten im Futter erreicht werden müssen, noch ob dies agronomisch möglich ist. Diese Fragen werden in den nächsten Jahren auch in Kiel im Rahmen des Forschungsprojektes ‚Ökoeffiziente Weidemilcherzeugung Lindhof‘ intensiv erforscht und optimale Mischungspartner identifiziert.

## Literatur

BAERT, N., PELLIKAAN, W.F., KARONEN, M. & SALMINEN, J.-P. (2016): A study of the structure-activity relationship of oligomeric ellagitannins on ruminal fermentation *in vitro*. *J Dairy Sci* 99, 8041-8052.

BEAUCHEMIN, K.A., MCGINN, S.M., MARTINEZ, T.F. & MCALLISTER, T.A. (2007): Use of condensed tannin extract from quebracho trees to reduce methane emissions from cattle. *J Anim Sci* 85, 1990-1996.

BELLARBY, J., TIRADO, R., LEIP, A., WEISS, F., LESSCHEN, J.P. & SMITH, P. (2013): Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe. *Global Change Biol* 19, 3-18.

BENCHAAR, C., MCALLISTER, T.A. & CHOUINARD, P.Y. (2008): Digestion, Ruminant Fermentation, Ciliate Protozoal Populations, and Milk Production from Dairy Cows Fed Cinnamaldehyde, Quebracho Condensed Tannin, or *Yucca schidigera* Saponin Extracts. *J Dairy Sci* 91, 4765-4777.

- BRENTROP, F., KÜSTERS, J., LAMMEL, J., BARRACLOUGH, P. & KUHLMANN, H. (2004): Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment (LCA) methodology II. The application to N fertilizer use in winter wheat production systems. *Eur J Agron* 20, 265-279.
- BRUNET, S., JACKSON, F. & HOSTE, H. (2008): Effects of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) extract and monomers of condensed tannins on the association of abomasal nematode larvae with fundic explants. *Int J Parasitol* 38, 783-790.
- BURKE, J.M., MILLER, J.E., MOSJIDIS, J.A. & TERRILL, T.H. (2012): Grazing sericea lespedeza for control of gastrointestinal nematodes in lambs. *Veterinary Parasitology* 186, 507-512.
- CHAPLIN-KRAMER, R., O'ROURKE, M.E., BLITZER, E.J. & KREMEN, C. (2011): A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecology Letters* 14, 922-932.
- CHUNG, Y.-H., MC GEOUGH, E.J., ACHARYA, S., MCALLISTER, T.A., MCGINN, S.M., HARSTAD, O.M. & BEAUCHEMIN, K.A. (2013): Enteric methane emission, diet digestibility, and nitrogen excretion from beef heifers fed sainfoin or alfalfa. *J Anim Sci* 91, 4861-4874.
- Decau, M.L., Simon, J.C. & Jacquet, A. (2004): Nitrate Leaching under Grassland as Affected by Mineral Nitrogen Fertilization and Cattle Urine. *J Environ Qual* 33, 637-644.
- ENGSTRÖM, M.T., PÄLIJÄRVI, M., FRYGANAS, C., GRABBER, J.H., MUELLER-HARVEY, I. & SALMINEN, J.-P. (2014): Rapid Qualitative and Quantitative Analyses of Proanthocyanidin Oligomers and Polymers by UPLC-MS/MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62, 3390-3399.
- FINN, J.A., KIRWAN, L., CONNOLLY, J., SEBASTIA, M.T., HELGADOTTIR, A., BAADSHAUG, O.H., BELANGER, G., BLACK, A., BROPHY, C. & COLLINS, R.P., ET AL. (2013): Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively managed grassland mixtures: a 3-year continental-scale field experiment. *J Appl Ecol* 50, 365-375.
- GEURDEN, T., CHARTIER, C., FANKE, J., DI REGALBONO, A.F., TRAVERSA, D., VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G., DEMELER, J., VANIMISSETTI, H.B., BARTRAM, D.J. & DENWOOD, M.J. (2015): Anthelmintic resistance to ivermectin and moxidectin in gastrointestinal nematodes of cattle in Europe. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance* 5, 163-171.
- GROSSE BRINKHAUS, A., WYSS, U., ARRIGO, Y., GIRARD, M., BEE, G., ZEITZ, J.O., KREUZER, M. & DOHME-MEIER, F. (2016): In vitro ruminal fermentation characteristics and utilisable CP supply of sainfoin and birdsfoot trefoil silages and their mixtures with other legumes. *Animal*, 1-11.
- HAMACHER, M. (2016): Potentiale sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe in Futterleguminosen und Wiesenkräutern für eine verbesserte N-Verwertung beim Wiederkäuer. In *Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau* (Kiel: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel), pp. 118.
- HATEW, B., STRINGANO, E., MUELLER-HARVEY, I., HENDRIKS, W.H., CARBONERO, C.H., SMITH, L.M.J. & PELLIKAAN, W.F. (2016): Impact of variation in structure of condensed tannins from sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) on in vitro ruminal methane production and fermentation characteristics. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 100, 348-360.
- HOFER, D., SUTER, M., HAUGHEY, E., FINN JOHN, A., HOEKSTRA NYNCKE, J., BUCHMANN, N. & LÜSCHER, A. (2016): Yield of temperate forage grassland species is either largely resistant or resilient to experimental summer drought. *J Appl Ecol* 53, 1023-1034.
- HOOPER, D.U., CHAPIN, F.S., EWEL, J.J., HECTOR, A., INCHAUSTI, P., LAVOREL, S., LAWTON, J.H., LODGE, D.M., LOREAU, M. & NAEEM, S., ET AL. (2005): Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecological Monographs* 75, 3-35.
- KAPLAN, R.M. & VIDYASHANKAR, A.N. (2012). An inconvenient truth: Global worming and anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology* 186, 70-78.

- LATTANZIO, V., KROON, P.A., QUIDEAU, S. & TREUTTER, D. (2009): Plant Phenolics – Secondary Metabolites with Diverse Functions. In *Recent Advances in Polyphenol Research* (Wiley-Blackwell), pp. 1-35.
- LÜSCHER, A., MUELLER-HARVEY, I., SOUSSANA, J.F., REES, R.M. & PEYRAUD, J.L. (2014): Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review. *Grass Forage Sci* 69, 206-228.
- MALISCH, C.S., LÜSCHER, A., BAERT, N., ENGSTRÖM, M.T., STUDER, B., FRYGANAS, C., SUTER, D., MUELLER-HARVEY, I. & SALMINEN, J.-P. (2015): Large Variability of Proanthocyanidin Content and Composition in Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63, 10234-10242.
- MUELLER-HARVEY, I. (2006): Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. *J Sci Food Agric* 86, 2010-2037.
- MUELLER-HARVEY, I., BEE, G., DOHME-MEIER, F., HOSTE, H., KARONEN, M., KÖLLIKER, R., LÜSCHER, A., NIDERKORN, V., PELLIKAAN, W. & SALMINEN, J.P., ET AL. (2017): Benefits of condensed tannins in forage legumes fed to ruminants: Importance of structure, concentration and diet composition. *Crop Sci*.
- NYFELER, D., HUGUENIN-ELIE, O., SUTER, M., FROSSARD, E., CONNOLLY, J. & LUSCHER, A. (2009): Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. *J Appl Ecol* 46, 683-691.
- POTTS, S.G., BIESMEIJER, J.C., KREMEN, C., NEUMANN, P., SCHWEIGER, O. & KUNIN, W.E. (2010): Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution* 25, 345-353.
- SANTOS-BUELGA, C. & SCALBERT, A. (2000): Proanthocyanidins and tannin-like compounds – nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *J Sci Food Agric* 80, 1094-1117.
- STOATE, C., BALDI, A., BEJA, P., BOATMAN, N.D., HERZON, I., VAN DOORN, A., DE SNOO, G.R., RAKOSY, L. & RAMWELL, C. (2009): Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe - A review. *Journal of Environmental Management* 91, 22-46.
- TEDESCHI, L.O., RAMÍREZ-RESTREPO, C.A. & MUIR, J.P. (2014): Developing a conceptual model of possible benefits of condensed tannins for ruminant production. *Animal* 8, 1095-1105.
- THEODORIDOU, K., AUFRERE, J., NIDERKORN, V., ANDUEZA, D., LE MORVAN, A., PICARD, F. & BAUMONT, R. (2011): In vitro study of the effects of condensed tannins in sainfoin on the digestive process in the rumen at two vegetation cycles. *Animal Feed Science and Technology* 170, 147-159.
- WAGHORN, G. (2008): Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production-Progress and challenges. *Animal Feed Science and Technology* 147, 116-139.
- WANG, Y., BERG, B.P., BARBIERI, L.R., VEIRA, D.M. & MCALLISTER, T.A. (2006): Comparison of alfalfa and mixed alfalfa-sainfoin pastures for grazing cattle: Effects on incidence of bloat, ruminal fermentation, and feed intake. *Canadian Journal of Animal Science* 86, 383-392.
- WILLIAMS, A.R., PENA-ESPINOZA, M.A., BOAS, U., SIMONSEN, H.T., ENEMARK, H.L. & THAMSBORG, S.M. (2016): Anthelmintic activity of chicory (*Cichorium intybus*): in vitro effects on swine nematodes and relationship to sesquiterpene lactone composition. *Parasitology* 143, 770-777.



# **Meilibeeff-Weidemast von Mastremonten (Kreuzungen MilchrassenxMastrassen) ohne Mais und Kraffutter auf Grünland**

E. MEILI

Eric Meili, MSc Agr.ETH/SIA, FiBL, Forschungsinstitut für biologischen Landbau  
Nutztierberatung, Ackerstrasse, CH-5070 Frick, Adresse: Widerzellstrasse 36,  
Barenberg, CH-8608 Bubikon, Zürich, Schweiz, Tel +41 79 236 47 18

eric.meili@fiBL.org

## **Das globale Umfeld der Tierhaltung**

Nutztiere sind global gesehen ressourcenhungrig. Sie brauchen 70% (3.36 Mia.ha) der globalen landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) (4.8 Mia.ha). 30% der globalen LN sind Ackerland (1.44 Mia.ha). Von dieser Ackerfläche werden 33% (0.48 Mia.ha) für die Fütterung der Nutztiere verwendet, vor allem für Mais (13%) und Soja (6%). Die Nutztiere verbrauchen 10% des globalen Wassers, verursachen 18% der Klimagase (GHG), davon 9% durch Entwaldung. 50% der Wasserverschmutzung geht auf die globale Tierhaltung zurück mit Antibiotika, Hormonen, Chemikalien, Dünger, Pestizide für Futterpflanzen. 55% der Erosion ist auf die Tierhaltung zurückzuführen.

## **Trends in der globalen Tierhaltung**

Die FAO schätzt, dass der Fleischkonsum vom Jahr 2000 bis zum Jahr 2050 von 229 Mio. to um 103% auf 465 Mio. to zunimmt. Beim Milchkonsum wird eine Zunahme von 580 Mio. to um 80% auf 1043 Mio. to geschätzt. Die weltweiten Essgewohnheiten ändern von weniger pflanzlichen Grundnahrungsmitteln zu teureren Nahrungsmitteln tierischer Herkunft, Milch und Fleisch. Diese Ausdehnung der Produktion geht einher mit einer weltweiten Intensivierung der Tierhaltung mit zunehmender bodenunabhängiger Produktion. Dies betrifft vor allem Hühner, Schweine, Enten und Zuchtfische. Auch Wiederkäuer werden zunehmend intensiv gehalten in grossen Milchbetrieben oder Feed lots für die Mast. Durch die Konzentration der Tierhaltung nimmt die Gefahr von Krankheiten und Seuchen zu. Sie führt auch zur Verknappung von Öl, Land, Wasser, Energie und Phosphor. Die Degradation der Umwelt nimmt zu und der Klimawandel wird beschleunigt.

## **Globale Ernährungssicherheit und Armutsreduktion durch die Nutztiere**

Ist eine Nutztierhaltung weltweit unter den obgenannten Umständen überhaupt sinnvoll? Ja, aber nicht in der heutigen Form. Global werden heute 25% des Eiweiss- und 13% des Kalorienbedarfes durch Nutztiere gedeckt. 550 Mio. der ärmsten Landbewohner sind direkt 450 Mia. der ärmsten Landbewohner Menschen indirekt von Nutztieren abhängig (total 1 Mia.). 24% der Erde sind Gebirgsregionen mit 12% der wiederum ärmsten Menschen. Sie sind auf Wiederkäuer angewiesen, die das Gras im Gebirge fressen und damit ihr Überleben sichern.

## **Was kann jeder Einzelne dazu beitragen?**

Feed no Food! Das weltweite Ackerland (30%) sollte für die menschliche Ernährung reserviert werden. Ausser den Nebenprodukten aus der Nahrungsmittelproduktion und den Kunstwiesen in der Fruchtfolge wären die Tiere vom Acker verbannt. In der Konsequenz

wären davon insbesondere die Nahrungsmittelkonkurrenten des Menschen betroffen: Schweine, Hühner, Enten und die intensive Milch- und Fleischproduktion der Wiederkäuer mit Krafftutter. 30% der Nahrungsmittel werden in der westlichen Welt weggeworfen. 30% der Nahrungsmittel in den Entwicklungsländern kommen gar nicht beim Konsumenten an, sondern vergammeln. Um den Welthunger anzugehen, sind diese 3x30% sehr wesentlich. Konkret für die Landwirtschaft heisst das: effiziente Produktion von Milch und Fleisch aus Gras und Graskonserven.

## Umfeld Grünland Schweiz

Von den 4.129 Mio. ha der Schweiz sind 1.049 Mio. ha landwirtschaftliche Nutzfläche, davon 7.5% 311'000ha Ackerland und 512'000ha Alpweiden. Die Natur- und Kunstwiesen und Alpweiden ergeben 1.25 Mio. ha oder 30% der gesamten Fläche der Schweiz. Der Rest ist Wald (31%) und Gebirgswüsten, Seen und Siedlungsflächen (32.8%). Das Grünland ist als Nahrungsmittel für den Menschen nicht nutzbar. Die Umwandlung in wertvolle Lebensmittel ist nur über den Wiederkäuer möglich, in der Schweiz traditionell vor allem mit Rindvieh. Ziegen und Schafe haben eine untergeordnete Bedeutung. Milch hat die höchste Umwandlungseffizienz von für den Menschen nicht verwertbarer pflanzlicher Energie und Eiweiss aus Gras in Lebensmitteln von ca. 45%. Fleisch als Nebenprodukt der Milchproduktion kommt auf ca. 15%. Schweine und Hühner haben Umwandlungseffizienzen von 10-36%, aber aus Nahrungsmitteln des Menschen, Getreide, Mais und Soja.

## Meilibeeff Produktion – Zucht, Haltung, Fütterung, [www.meilibeeff.ch](http://www.meilibeeff.ch)

Wir bewirtschaften einen sehr futterwüchsigen Pachtbetrieb mit 5.7ha Grünland, auf 550m.ü.M. mit 1200mm gut verteilten Niederschlägen am oberen Zürichsee. Der Trockensubstanzertrag auf den intensiven Wiesen beträgt 10-12t Trockensubstanz. Die Basis der Meilibeeff Produktion bilden weibliche Mastremonten aus Kreuzungen von den Milchrassen Brown Swiss, Red Holstein, Holstein Frisian mit den Mastrassen Limousin und Angus. Diese Tiere kommen vom benachbarten Milchbetrieb mit 50 Milchkühen. Der Milchbauer belegt alle nicht für die Zucht geeigneten Milchkühe mit Mastrassen. Die Mastremonten kommen abgetränkt mit Ø 198kg Lebendgewicht, Ø 190 Tagen alt und einem Ø Tageszuwachs von 831gr./Tag auf den Betrieb. Die Kälber bekommen dort 800kg Milch, gutes Heu zur freien Verfügung und kein Krafftutter. Das Grössenwachstum erreichen wir durch die Milchrassen und der Fleischansatz durch die Mastrassen. Der Heterosiseffekt der Kreuzungen bewirkt robuste Kälber. Die Tiere werden in 3 Altersgruppen gehalten, die Kälber auf Tiefstreu und die mittlere und Ausmastgruppe in Boxen. Im Frühjahr und Herbst sind die Tiere 24h auf der Kurzrasenweide und im Winter im freizugänglichen Auslauf. Die ganze Herde wird 100 Tage gealpt. Die Sommerfütterung ist ausschliesslich Weidegras. Im Winter bekommen die Kälber nur Heu und die mittlere und Ausmastgruppe nur Grassilage mit Ø 48% Trockensubstanzgehalt, 5.86 MJNEV und 145gr. Rohprotein (Tab. 1). Weder die Kälber noch die Weidemasttiere bekommen je Mais oder Krafftutter (feed no food).

Tab. 1: Meilibeeff Futteranalysen Silage

	<b>%TS</b>	<b>RP</b>	<b>RA</b>	<b>MJNEV</b>
2015 N=3	44.1	132	88	5.9
2016 N=2	47.8	162	98	5.85
2017 N=1	63.7	151	109	5.6
<b>Gew. Mittel</b>	<b>48.6</b>	<b>145</b>	<b>95</b>	<b>5.86</b>

## Meilibeeff-Effizienz Vergleich Mutterkuhhaltung – Weidemast mit Remonten

Nach dem Wegfall der tierbezogenen Direktzahlungen in der Schweiz 2014 wurde bei der Meilibeeff Produktion die Effizienz der Fleischproduktion mit Mutterkühen überprüft. Dabei zeigte sich, dass die Mutterkuhhaltung (F1 Mutter (Milchrasset-Angus)xLimousin) im Vergleich zur direkten Fleischproduktion auf dem Grünland durch Mastremonten deutlich weniger effizient ist. Die Praxiszahlen zeigen folgenden Vergleich: Bei gleich viel Trockensubstanz pro ha produzierte die Mutterkuhhaltung 424kg Schlachtgewicht pro ha und die Weidemast mit Remonten 956kg/ha. Das ist ein Faktor 2.25-mal mehr. Diese Zahlen zeigen den enormen Effizienzverlust, wenn fast die ganze Trockensubstanz zuerst über die Kuh mit ihrem Erhaltungsbedarf und die Milch zum Kalb gelangt. Durch diese Massnahme erhöhte sich der Deckungsbeitrag pro ha um 50% und die Arbeit reduzierte sich um 10%.

## Meilibeeff- Tageszuwachs, Schlachtdaten, Taxation

Die Tab. 2 zeigt den Tageszuwachs pro Lebendtag. Wie erwähnt erfolgt die ganze Weidemast ohne Mais und Krafffutter. Der höchste Tageszuwachs verzeichnete erwartungsgemäß die Mutterkuhhaltung. Die Kälber bekamen dort während 10 Monaten flüssiges Krafffutter in Form von Milch. Sie wurden dann abgesetzt und weiter gemästet. Das Lebend- und Schlachtgewicht war aber nicht befriedigend. Die Tiere waren zu leicht. Das natürliche Wachstum der Mastremonten bewegte sich je nach Jahr und Alpsaison zwischen 700 und 900gr. pro Tag. Das entspricht etwa der Hälfte der intensiven Bullenmast. Mit dem Anstieg des Lebendgewichtes und Schlachtgewichtes stiegen auch das Alter und die Fettklassierung. Das höhere Schlachtgewicht wurde bewusst angestrebt, weil Meilibeeff direkt vermarktet wird und damit mehr verkaufsfertiges Fleisch anfällt. Die Taxationen der Schlachtkörper sind mit 55 bis 84% U und E Tiere sehr gut. Die Erhöhung der Fettklassierung auf 4 und 5 wurde bewusst in Kauf genommen, um eine sehr gute Fettabdeckung mit viel intramuskulärem Fett und hervorragendem Geschmack des Fleisches zu erreichen. Das Fett ist der Geschmacksträger des Rindfleisches. Die Schlachtausbeute bewegt sich mit 55 bis 57% auf einem sehr hohen Niveau.

Tab. 2: Meilibeeff – Schlachtungen von 2012-2018

Jahr	2012/13	2015	2016	2017	2018
Anzahl	20 MK	20 MR	19 MR	25 MR	8 MR
TZW gr./Tg	1018	827	735	960	696
Masttage, Monate	436,14.5	673, 22.4	691, 23	633, 21.1	831, 27.7
Tax R %	25	45	16	32	37.5
U %, E%	55,20	50,5	63,21	48,20	62,5
Fett 2 in %	0	15	11	0	0
Fett 3 in%	65	75	57	40	12.5
Fett 4 in % %,5	35	10	9	48,12	75, 12.5
LG kg	482	584	541	629	637
SG kg	263	313	289	335	349
SA in %	57	55.5	55.5	55.0	56.6

MK=Mutterkuhhaltung, MR=Mastremonten, LG=Lebendgewicht, SG=Schlachtgewicht, SA=Schlachtausbeute

## Das kompensatorische Wachstum

Jeder Wiederkäuer kann nach einer extensiven Wachstumsphase infolge widrigen Umweltbedingungen bei guten Bedingungen sein Wachstum bis zu einem gewissen Grad kompensieren. Die Alping ist hart für die Weidemastrinder, aber gesund und fördert ihre Kondition. In der Schweiz wird die Alping von Tieren aus dem Talgebiet mit Direktzahlungen gefördert. Diese Beiträge helfen mit, den verlorenen Tageszuwachs auf der Alp zu kompensieren. Die Tab. 3 zeigt den durchschnittlichen Lebtag Zuwachs in den Jahren 2015 und 2016 mit 827gr./Tag und 735gr./Tag. 700-800gr. kann als der natürliche Tageszuwachs mit Gras betrachtet werden, ohne Zufütterung von Mais oder Kraftfutter. Auf der Alp sank der Tageszuwachs im Jahre 2015 auf 130gr./Tag und im Jahre 2016 nahmen die Tiere sogar ab mit einem Tageszuwachs von -148gr./Tag. Zurück im Talbetrieb auf der ebenen saftigen Weide holten die Tiere den Tageszuwachs wieder auf. Interessant ist nun der Anteil der Kompensation im Vergleich zum normalen durchschnittlichen Tageszuwachs des entsprechenden Jahres, wenn eine Periode von 90 Tagen nach der Alp zusammen mit den 100 Tagen Alp betrachtet wird. Im Jahre 2015 wurde 174gr. oder 21% verloren, im Jahre 2016 272gr. oder 37%. 2016 war ein sehr schlechter Alpsommer. Die Alping hat noch weitere Vorteile, die dieses verlorene Wachstum kompensieren. Die Alp vergrössert den Betrieb (ca.30%) um die Trockensubstanz, die die Tiere während den 100 Tagen im Talbetrieb nicht konsumieren. Der Wiesenertrag im Talbetrieb ist höher, weil die Tiere die Weiden im Sommer nicht belasten. Es fällt deutlich weniger Arbeit wenn die Tiere im Sommer auf der Alp sind.

Tab. 3: MeilibeeF – Kompensatorisches Wachstum nach der Alp

TZW in gr./Tag	2015	2016
TZW normal	827	735
TZW 100 Tage Alp	130	-148
TZW 1. Mt nach Alp, 30Tge	1674	1475
TZW 2. Mt nach Alp, 30Tge	1301	1014
TZW 3. Mt nach Alp, 30Tge	756	937
<b>Gew. Ø 190 Tage</b>	<b>653</b>	<b>463</b>

## Schlachtung – Verarbeitung und Direktverkauf

Die Schlachtung von MeilibeeF erfolgt am Ende des Schlachttages, wenn der Schlachthof fast leer ist. Ich transportiere die Tiere selber in den 15 Min. entfernten Schlachthof und begleite sie direkt in die Tötungsbucht. Die Schlachtkörper kühlen im Schlachtgang langsam ab um die Kälteverkürzung der Muskeln zu verhindern. Der ganze Schlachtkörper wird dann über 28 Tage knochengereift. Über das Internet bestellen die Kunden im Verhältnis der anfallenden Fleischstücke ihr Fleisch. Wir verpacken die Bestellungen und die Kunden holen das Fleisch auf dem Betrieb ab. Alle Massnahmen im Ablaufprozess haben nur ein Ziel: ein natürliches, herausragendes Rindfleisch in höchster Qualität zu produzieren. Ein Grosskonzern kann den Prozess nicht so präzise auf die Qualität steuern.

## MeilibeeF – Fleischqualität im engeren Sinne, Analyse aus 6 Tieren nach den sieben internationalen Fleischqualitätskriterien

Wie sich die graslandbasierte Produktion und die sorgfältige Schlachtung auf die Qualität des Fleisches auswirkt, soll nachfolgend dargelegt werden.

Der pH von Meilibeeef liegt bei 5.49 und damit im Bereich für eine optimale Fleischreifung. Die Fleischfarbe ist mit 36.3 eher dunkelrot, was auf das langsame Wachstum und die Grasfütterung zurückzuführen ist.

Das Saffhaltevermögen nach 48h liegt bei 1.15%. Die Zielgrösse dafür ist unter 4.5%.

Der Kochverlust ist 13%. Die Zielgrösse liegt unter 25%.

Das Intra-Muskuläre-Fett (IMF) liegt bei Meilibeeef bei durchschnittlich 3.01%. Die konventionelle intensive Bullenmast in der Schweiz hat durchschnittlich 1.5-2.0%.

Sehr auffallend ist die Summe der  $\Omega 3$  Fettsäuren, welche bei Meilibeeef 3.34% ausmacht. Die Norm in der Schweiz liegt bei 1.5%. Dieser hohe Anteil an natürlichen  $\Omega 3$  Fettsäuren ist auf die weide- und graslandbasierte Fütterung zurückzuführen.

Die Analysen zeigen die hervorragende Qualität des Meilibeeef auch auf dem Teller.



# Vollweide- oder Silagefütterung: Ergebnisse zur Milchflächenleistung von Bio-Milchkühen im Berggebiet Österreichs

A. STEINWIDDER, W. STARZ, H. ROHRER, J. HÄUSLER UND R. PFISTER

Bio-Institut der Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein,  
Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at

## Einleitung und Problemstellung

Eine effiziente Flächennutzung und kostengünstige Produktion sind die Basis für eine wirtschaftliche Milchviehhaltung. STARZ et al. (2011) untersuchten im Berggebiet Österreichs die Futterqualität und den Ertrag von Dauergrünlandflächen bei Weide- oder Schnittnutzung. Die Untersuchung zeigte, dass die reine Betrachtung der Brutto-Ernteerträge (ohne Verluste) effiziente und verlustarme Weidesysteme benachteiligt. Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher, die Milch-Flächenleistung von Vollweidekühen und Silage gefütterten Kühen, mit bzw. ohne Krafffutterergänzung, auf einem biologisch wirtschaftenden Grünland-Versuchsbetrieb, direkt zu vergleichen.

## Tiere, Material und Methode

Eine ausführlichere Beschreibung der vorliegenden Untersuchung kann bei STEINWIDDER et al. (2018) nachgelesen werden. Im Versuch wurde die Flächeneffizienz der Milchproduktion bei Vollweidehaltung (VW) und Silage-Stallfütterung ohne Krafffutterergänzung (S-KF0) bzw. mit Krafffutterergänzung (S-KF+) im Berggebiet Österreichs über drei Jahre mit insgesamt 63 Kühen verglichen. Die Untersuchung wurde am Bio-Lehr- und Forschungsbetrieb der HBLFA Raumberg-Gumpenstein (A-8951 Stainach-Pürgg) auf einer Seehöhe von 680 m über NN durchgeführt (Temperatur 8,2°C, Niederschlag 1056 mm/Jahr, Vegetationsperiode Ende März bis Anfang November). Die Dauergrünlandflächen wurden dazu gedrittelt, wobei in jedem Versuchsjahr 1/3 der Fläche über die Vollweideperiode als Kurzrasenweide genutzt wurde. Die restliche Fläche wurde jeweiliges als Grassilage über 4 Schnitte genutzt und in den Wintermonaten gleichmäßig den Silagefütterungsgruppen bei Stallhaltung zugeteilt. Die Versuchskühe kamen in allen Gruppen im Durchschnitt am 46. ( $\pm 11,9$ ) Laktationstag in den Versuch. Der Vollweide-Versuchsperiode startete im Mittel am 14. April und endete am 16. September. Die Weideflächen wurden von den jeweils 7 Weidekühen in jedem Versuchsjahr als Kurzrasenweiden bei einer durchschnittlichen Weidefutter-Aufwuchshöhe (RPM-Aufwuchshöhe in  $\text{cm}_{\text{RPM}}$ ; Jenquip, Feilding, NZ, Auflagengewicht 6,8  $\text{kg}/\text{m}^2$ , Auflagenfläche 35 cm Durchmesser) von 5,3 ( $\pm 0,81$ )  $\text{cm}_{\text{RPM}}$  genutzt (Abb. 1). Die Aufwuchshöhe jeder Fläche wurde wöchentlich gemessen und dementsprechend die Weideflächengröße im Vegetationsverlauf angepasst (vergrößert). Im Mittel ergab sich ein Grünland-Flächenbedarf von 0,29 ha pro Kuh (0,26-0,31) bzw. wurden 3,5 Kühe je ha (3,2-3,8) gehalten. Der Tierbesatz ging von Versuchsbeginn (Mitte April) von 5,0-6,2 auf 2,9-3,6 zu Versuchsende (Mitte Sept.) zurück.

Die Schnittflächen, für das Futter der Stallgruppen, wurden viermal jährlich im Ähren-Rispenschieben bei einer Schnitthöhe von 5,1 ( $\pm 0,50$ )  $\text{cm}_{\text{RPM}}$  als Anwelk-Ballensilage geerntet. Die Erntetermine für die vier Schnitte lagen im Mittel am 8. Mai, 21. Juni, 5. August und 16. September. Die Flächengröße für die Silagegewinnung entsprach zu jedem Schnitttermin exakt der entsprechenden aktuell genutzten Weideflächengröße. Zur Untersuchung der Futterqualität sowie der Futterverluste wurden zu jedem Schnitttermin auf repräsentativen Beprobungsflächen (1,5 x 4 m) Grünfütterertrags- und Futterqualitätsuntersuchungen, in jeweils vierfacher Wiederholung, durchgeführt. Dazu wurde das Grünfütter der Parzellen schonend mit einem Motormäher bei einer Schnitthöhe von 5 cm

geschnitten und umgehend beprobt und der Bruttoertrag ermittelt. Nach dem Pressen des angewelkten Futters wurden alle Ballen gewogen und von diesen repräsentative Mischfutterproben für jedes Feldstück gezogen. 10-15 Wochen nach der Ernte wurden die Silageballen neuerlich gewogen und repräsentative Silagemischfutterproben je Feldstück und Aufwuchs gezogen.

Alle Weide- bzw. Silage-Versuchsflächen wurden jeweils im Herbst einheitlich mit 20 kg N/ha über Rindermistkompost (12 m<sup>3</sup>/ha) gedüngt. Im Frühjahr erfolgte zu Vegetationsbeginn auf allen Varianten und Versuchsflächen eine Güllegabe, entsprechend 30 kg N/ha (ca. 12 m<sup>3</sup> verdünnte Gülle je ha). Die Kurzrasenweideflächen wurden nacheinander im Juni einmal mit verdünnter Gülle, entsprechend 20 kg N/ha (ca. 9 m<sup>3</sup>/ha), bei Regenwetter gedüngt. Danach wurde die gedüngte Teilfläche für zumindest 5 Tage nicht beweidet. Um die feldfallende N-Ausscheidungen der Weidetiere in der VW-Gruppe entsprechend zu berücksichtigen, wurde auf den Schnittflächen eine um 100 kg höhere jährliche N-Düngung pro Hektar über verdünnte Gülle durchgeführt.

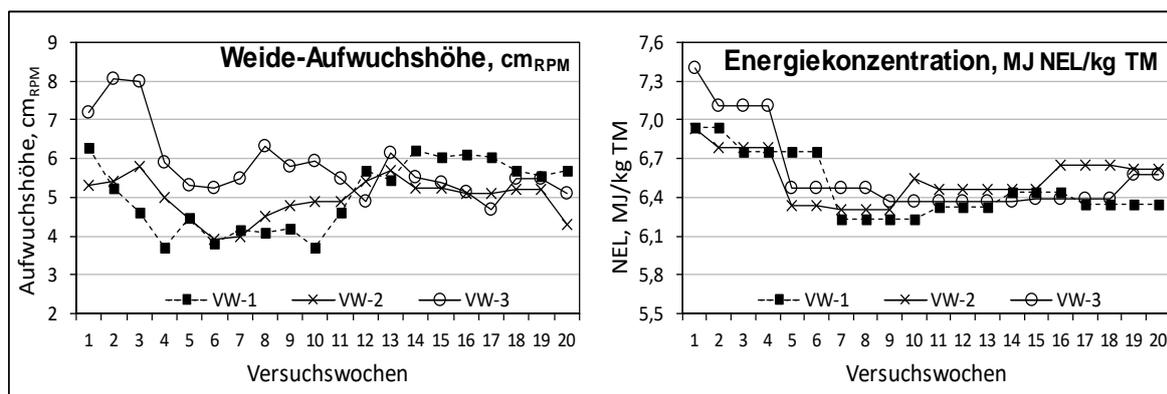


Abb.1: Kurzrasenweide-Aufwuchshöhe im Versuchsverlauf („Rising Plate Pasture Meter“) sowie Energiekonzentration in den drei Versuchsjahren (VW-1, VW-2 und VW-3)

Die 63 Milchkühe wurden entsprechend der Laktationszahl, der Rasse und dem Abkalbezeitpunkts ausgewählt und den drei Versuchsgruppen (VW, S-KF0, S-KF+) gleichmäßig zugeteilt. Die durchschnittliche Laktationsanzahl der Versuchstiere lag im Versuchszeitraum bei 2,8 ( $\pm$  1,9) Laktationen. Die Kühe kamen im Durchschnitt am 46. ( $\pm$  11,9) Laktationstag in den Versuch. Die Versuchsperiode der Weidegruppe wurde zeitlich vorgezogen, die Stallgruppen befanden sich im folgenden Winter im Versuch und erhielten ausschließlich die auf den Versuchsflächen in der vorangegangenen Vegetationsperiode geernteten Silagen. Die Weideperiodenlänge richtete sich nach den Witterungsbedingungen im jeweiligen Jahr, die Fütterungsversuchsdauer in den Stallgruppen ergab sich aus dem jeweils zur Verfügung stehenden Silagefutterangebot und betrug in den Gruppen VW 155 ( $\pm$  5,8) Tage, S-KF0 139 ( $\pm$  34,1) Tage und S-KF+ 150 ( $\pm$  32,6) Tage. Die Kühe der Stallgruppen erhielten als Grundfutter ausschließlich die Versuchsgrassilagen wobei in den ersten Versuchswochen die höherverdaulichen Aufwüchse 1 und 4 und später die Aufwüchse 2 und 3, entsprechend der Erntemenge, in Rationsgängen zur feien Aufnahme vorgelegt wurden. Um ad libitum Bedingungen zu erreichen, wurde die Futtervorlagemenge täglich individuell angepasst (3-5 % Futterrest). In der Gruppe S-KF+ erfolgte eine Krafffutterzuteilung (52 % Gerste, 20 % Körnermais, 5 % Hafer und 23 % Erbsen; 8 MJ NEL bzw. 137 g XP/kg TM) entsprechend der Milchleistung (KF kg FM/Tier u. Tag = 0,5 x kg Milch – 18; max. jedoch 8,5 kg FM/Tier u. Tag).

Bei den Stallgruppen wurde die Futteraufnahme für jede Rationskomponente täglich tierindividuell erhoben. Die Weidefutteraufnahme der Weidetiere wurde über den Energiebedarf der Tiere und den Energiegehalt des Weidefutters im Versuchsverlauf abgeschätzt. Der Energiebedarf der Weidetiere leitete sich aus der Milchleistung, dem Erhaltungsbedarf, der Lebendmasseveränderung sowie dem Weideaktivitätsbedarf (+ 15 % des Erhaltungsbedarfs) ab (GfE, 2001). Der Energiegehalt des Weidefutters wurde aus dem auf den Versuchsflächen parallel laufenden simulierten Weidefutter-

Aufwuchshöhenversuch (7 cm Erntehöhe, Weidekörbe; vergl. STEINWIDDER et al., 2017) herangezogen. Die Milchleistung der Kühe wurde täglich erfasst. Der Gehalt an Milch Inhaltsstoffen (Fett, Eiweiß, Laktose, Harnstoff) sowie die Zellzahl wurden dreimal wöchentlich tierindividuell analysiert. Die energiekorrigierte Milchleistung (ECM) wurde unter Berücksichtigung des Fett- und Eiweißgehalts entsprechend den Angaben der GfE (2001) berechnet, wobei je kg ECM ein Energiegehalt von 3,2 MJ angesetzt wurde. Die Tiere wurden wöchentlich nach der Morgenmelkung gewogen.

Die chemischen Analysen der bei 30 °C schonend getrockneten Futtermittel erfolgten nach den Methoden der ALVA (1983). Die Weender Nährstoffe und Van Soest-Gerüstsubstanzen wurden mit Tecator-Geräten analysiert. Die Berechnungen der Energiegehalte der Kraffttermischung und der Grassilagen erfolgten mit Hilfe der analysierten Nährstoffgehalte unter Berücksichtigung der gewichteten Verdauungskoeffizienten der DLG-Futterwerttabelle (DLG, 1997). Entsprechend den Ergebnissen von SCHNEIDER und BELLOF (2009) erfolgte die Energiebewertung der Weidefutterproben mit Hilfe der GfE-Gleichungen aus dem Jahre 1998 (GfE, 1998).

Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 ausgewertet. Der jeweilige Verlauf von Milchleistung und Milchinhaltstoffgehalt wurde mit einem gemischten Modell ausgewertet (Prozedur: Mixed; fixe Effekte: Gruppe, Rasse, Jahr, Laktation, Gruppe x Jahr; Ko-Variable: Laktationstag zu Versuchsbeginn, Milchleistung zu Laktationsbeginn; zufälliger Effekt: Tier innerhalb der Rasse; wiederholte Messung; Freiheitsgrad-Approximation  $ddf_{m=kr}$ ). Für Variable ohne wiederholte Messungen enthielt das Modell nur die oben genannten fixen und zufälligen Effekte, sowie die Ko-Variablen. Die Ergebnisse werden als Least-Square-Means für die Versuchsgruppen dargestellt. Unterschiedliche Hochbuchstaben weisen auf signifikante Gruppendifferenzen ( $p$ -Wert  $<0,05$ ) im paarweisen Gruppenvergleich (Tukey-Range-Test) hin.

## Ergebnisse und Diskussion

Im Mittel über alle Jahre und Aufwüchse lag der Energiegehalt der in Form von Ballen konservierten Grassilagen bei 5,99 MJ NEL/kg TM und der Rohproteingehalt bei 158 g. Entsprechend den üblichen Nährstoffgehalten Österreicher Dauergrünland-Silagen und den Gärparametern kann die Qualität als gut beurteilt werden (RESCH et al., 2006; DLG, 2006). In der Untersuchung wurden auch die Futtermittelverluste bei der Silageernte erhoben. Von der Stufe „Grünfütter bis ballengewickelttes Futter“ wurden im Mittel TM-Verluste von 22 % errechnet. Dabei ist zu beachten, dass für die Bestimmung des Brutto-Grünfütterertrages nicht die Gesamtfläche erfasst werden konnte, sondern auf Ertragszahlen eines Parzellenversuches auf den jeweiligen Versuchsflächen in vierfacher Wiederholung zurückgegriffen wurde. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass durch das Umlegen der schonend handgeernteten Parzellenergebnisse auf die Gesamtfläche die TM-Verluste von der Stufe „handgeerntetes Grünfütter – ballengewickelttes Futter“ mit 22 % möglicherweise durch nicht repräsentative Beprobungsflächen bzw. Randeffekte überschätzt wurden. RESCH et al. (2016) berichten von TM-Verlusten bei der Feldfütter-Silageernte von der Erntestufe „Mähwerkmahd bis Schwad“ von 3-4 % und bei Luzernesilageernte von 14-15 %. Nach DULPHY (1987) ist beim Anwelken von Grünlandfütter, je nach Trockenmassegehalt und Fütterart, von Feldverlusten im Bereich von 5-10 % auszugehen. Unter Berücksichtigung dieser Literaturergebnisse und Beachtung methodischer Unterschiede sowie des jungen blattreichen Pflanzenbestandes, könnte eine Überschätzung der Verluste auf dieser Erntestufe um 5-10 % aufgetreten sein. Im Gärprozess (Ballen frisch – vergorener Silageballen) traten im Mittel 8 % TM-Verluste auf. KÖHLER et al. (2013) stellten diesbezüglich auf Praxisbetrieben für Grassilagen vergleichbare Verluste mit durchschnittlich 7 % (+2 bis - 26 %) fest. Wie in der vorliegenden Arbeit berichtet KÖHLER (2015) ebenfalls von Futtermittelverlusten (vergorenes Fütter – gefressenes Fütter) im Ausmaß von 5 %. Über die gesamte Fütterbereitungskette wurden im vorliegenden Versuch Trockenmasse-, Energie- bzw. Rohproteinverlusten von 32, 34 bzw. 33 % festgestellt. Im Vergleich dazu berichtet KÖHLER (2015) von 29 % TM-Verlusten.

Unterstellt man, auf Grund der möglicherweise nicht zu 100 % repräsentativen Brutto-Parzellenertragsfeststellung, um etwa 10 % geringere Futterverluste bei der Futterwerbung, dann lagen im Mittel immer noch Gesamtverluste an TM, Energie und Rohprotein von 20-25 % vor.

Im Vergleich zur Grassilage lagen der Rohprotein- und Energiegehalt der Weidefutterproben von den simulierten Kurzrasenweideparzellen mit 218 g XP und 6,55 MJ NEL deutlich höher. Vergleichbar mit den Ergebnissen von STARZ et al (2014) wurden auch hier die höchsten Energiegehalte zu Weidebeginn und die niedrigsten von Mitte Mai bis Mitte August festgestellt. Die Weideverluste wurden nicht erfasst. Wie bei HORN et al. (2014) beschrieben, wurde die Weidefuturaufnahme aus dem Energiebedarf und dem aktuellen Energiegehalt des Weidefutters errechnet. Die so errechnete Weidefutter-, Energie und Rohproteinaufnahme lag im Versuchszeitraum bei 7.448 kg TM, 48.325 MJ NEL und 1.582 kg XP pro Hektar. Stellt man diese Ergebnisse den Bruttoerträgen der Silagegruppen gegenüber, dann würden sich Trockenmasseverluste von 13 bis 19 % und Energieverluste von 4 bis 10 % ergeben. Die Rohproteinaufnahme über die Weide lag demgegenüber höher als der oben beschriebene Rohprotein-Bruttoertrag auf den Schnittflächen (+7 bis 15 %). Dies ist auf deutliche höheren Rohprotein- und Energiegehalt in den Weidefutterproben zurückzuführen.

In den Silagegruppen wurde der Versuch jeweils beendet, wenn der jeweilige Silagevorrat vollständig verbraucht war. Daraus ergab sich in den Versuchsgruppen eine unterschiedlich lange Versuchsdauer von 155 Tagen in der Vollweidegruppe (VW), von 150 Tagen in der Grassilagegruppe mit Krafftterergänzung (S-KF+) und von 139 Tagen in der Grassilagegruppe ohne Krafftterergänzung (S-KF0). Diese Unterschiede in der Versuchsdauer spiegeln die unterschiedlichen Futtererträge, Futterverluste und Futteraufnahmeergebnisse sowie die Ergänzungsfütterung (S-KF+) wider. Der Kraffttereinsatz lag in S-KF+ bei durchschnittlich 1,54 kg TM und ging im Versuchsverlauf von knapp 3 auf 0,5 kg TM pro Tier und Tag zurück. Die Grundfuturaufnahme unterschied sich mit 14,7 bzw. 14,1 kg TM/Tag numerisch zwischen den beiden Silagegruppen S-KF0 bzw. S-KF+, die Grundfutterverdrängung durch KF lag bei 0,60.

Tab. 1: Versuchsdauer, Kraffttereinsatz und Milchleistung der Vollweide- (VW) und Silagegruppe ohne Krafftter- (S-KF0) sowie der Silagegruppe mit Krafftterergänzung (S-KF+)

	Gruppen		
	VW	S-KF0	S-KF+
Versuchsdauer, Tage	155	139	150
Krafftter pro Kuh in der Versuchsperiode, kg TM <sup>1)</sup>	0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	231 <sup>a</sup>
<b>Milchleistung – Versuchsperiode:</b>			
Milch pro Kuh und Tag, kg	16,5 <sup>c</sup>	17,3 <sup>b</sup>	19,1 <sup>a</sup>
Fett, %	4,10	3,96	4,15
Eiweiß, %	3,19 <sup>a</sup>	2,86 <sup>c</sup>	3,00 <sup>b</sup>
Milchharnstoff, mg	43 <sup>a</sup>	24 <sup>b</sup>	24 <sup>b</sup>
Milch pro Kuh in der Versuchsperiode, kg	2.555 <sup>ab</sup>	2.408 <sup>b</sup>	2.851 <sup>a</sup>
ECM pro Kuh in der Versuchsperiode, kg	2.511 <sup>ab</sup>	2.309 <sup>b</sup>	2.798 <sup>a</sup>
<b>Milch-Grundfutter-Flächenleistung:<sup>2)</sup></b>			
ECM-Milchleistung, kg/ha Grünland	8.300 <sup>ab</sup>	7.037 <sup>b</sup>	8.864 <sup>a</sup>
Milchfett+Milcheiweiß, kg/ha Grünland	632 <sup>ab</sup>	567 <sup>b</sup>	702 <sup>a</sup>
<b>Milch-Gesamtfutter-Flächenleistung:<sup>2)3)</sup></b>			
ECM-Milchleistung, kg/ha Gesamtfutterfläche	8.300	7.037	6.906

<sup>1)</sup> Ø 1,54 kg TM Krafftter/Kuh u. Tag bzw. 800 kg TM Krafftter/ha Grundfutterfläche in Gruppe S-KF+

<sup>2)</sup> LM-Differenz (Versuchsbeginn bis Versuchsende) berücksichtigt

<sup>3)</sup> Gesamtfutter-Flächen: Grundfutterfläche + Ø Fläche für Bio-Krafftter-Erzeugung

Die Weidefutteraufnahme wurde über den Energiebedarf und die LM-Veränderung der Tiere errechnet und lag im Mittel bei 14 kg TM. Neben der Futterqualität beeinflusst bei Weidehaltung auch das Futterangebot die Futteraufnahme, Milchleistung und Flächenproduktivität. Zur Erzielung einer hohen Flächenproduktivität wurde ein hoher Tierbesatz bzw. geringe Weideaufwuchshöhe angestrebt. Wenn der Tierbesatz auf Kurzrasenweiden zu gering ist, nimmt die Selektion der Tiere zu, beginnen zunehmend Weideflächenbereiche auszuwachsen, wird der Futterzuwachs weniger gut genutzt und steigen die Futterverluste an (vergl. DELGARDE et al., 2011). Wie bei STEINWIDDER und STARZ (2015) beschrieben, kann es demgegenüber bei einem Überbesatz und zu geringer Weidefutter-Aufwuchshöhe zu einer reduzierten Weidefutteraufnahme und Milchleistung pro Kuh kommen. Dabei spielen die Futtermenge pro Bissen und die begrenzte Bissanzahl pro Tag eine wichtige Rolle. In der vorliegenden Untersuchung wurde eine mittlere RPM-Weidefutter-Aufwuchshöhe von 5,0-5,5 cm<sub>RPM</sub> angestrebt. Im Durchschnitt wurde dieser Zielbereich mit 5,3 cm<sub>RPM</sub> erreicht, schwankte jedoch im Vegetationsverlauf und zwischen den Jahren. Insbesondere im ersten Versuchsjahr lag die Aufwuchshöhe von Mai bis Mitte Juni nur im Bereich von 4 cm<sub>RPM</sub>.

In der täglichen Energieaufnahme lag die Gruppe S-KF0 mit 83 MJ NEL signifikant unter S-KF+ mit 90 MJ und Gruppe VW mit 91 MJ. In der Lebendmasse lagen die Kühe der Gruppe S-KF+ mit 584 kg signifikant über den anderen beiden Gruppenmittelwerten mit 561 kg in S-KF0 und 530 kg in VW. Die Tiere der Silagegruppen nahmen von Versuchsbeginn bis Versuchsende durchgehend leicht an Lebendmasse ab. Die VW-Tiere verloren bis Versuchsmitte im Vergleich zu den anderen Gruppen stärker an Lebendmasse, nahmen aber ab Versuchswoche 14 bis Versuchsende wieder zu. Vergleichbare Verläufe zeigten sich auch für die Rückenfettdicke. In den durchschnittlichen Tageszunahmen über die gesamte Versuchsperiode lag die Silagegruppe ohne Krafftuttermittelergänzung mit -306 g/Tag signifikant tiefer als die Vollweidekühe mit -102 g/Tag und die Gruppe S-KF+ lag mit -273 g dazwischen.

Die tägliche Milchleistung der VW-Kühe lag im Mittel über die 155 tägige Versuchsperiode bei 16,2 kg und damit signifikant unter den Silagegruppen welche in Gruppe S-KF0 bzw. S-KF+ bei kürzerer Versuchsdauer von 139 bzw. 150 Tagen 16,6 bzw. 18,7 kg ECM molken. Die Milchleistungen der Silagegruppen gingen im Versuchsverlauf nahezu linear zurück, demgegenüber zeigten die VW-Kühe in den ersten Vollweidewochen einen deutlichen Anstieg. Sowohl das Futterangebot als auch die hohe Weidefutterqualität in diesem Zeitraum liefern eine Erklärung dafür. Vergleichbare Effekte wurden auch von STEINWIDDER et al. (2011) bei Spätwinter-Abkalbung beschrieben. Nach der 5. Vollweidewoche fiel jedoch die Milchleistung der VW-Kühe in der vorliegenden Untersuchung unter jene der Silagegruppen ab, obwohl die Energie- und Rohproteinkonzentration im Weidefutter deutlich über jener der Silagegruppen lag. Eine mögliche Ursache dafür stellt das im Mittel knappe Futterangebot (geringe Aufwuchshöhe) in diesem Zeitraum dar. Dieser Milchleistungsabfalleffekt trat im ersten Jahr, wo die Weidefutteraufwuchshöhe ab Ende Mai gering war auch am deutlichsten auf. Im 3. Versuchsjahr lag die Aufwuchshöhe darüber und wurde dieser Effekt praktisch nicht festgestellt.

Die Energieversorgung der Weidetiere zeigt sich auch im Milcheiweißgehalt sowie in der Lebendmasse-, Rückenfett- und BCS-Entwicklung. Obwohl die Weidetiere im letzten Versuchszeitraum bereits wieder an Lebendmasse zunahm, blieb die tägliche Milchleistung unter dem Niveau der Silagegruppen. Der niedrigere Milchlaktosegehalt sowie der höhere Milchnitrogengehalt der Weidetiere weisen auf eine im Herbst unausgeglichene Ration und damit möglicherweise begrenzte Milchsynthese hin (RIGOUT et al., 2002).

Obwohl die durchschnittliche Tagesmilchleistung der VW-Kühe unter jener der Silagegruppen lag, unterschied sich die Milchleistung über die gesamte Versuchsperiode, auf Grund der längeren Versuchsdauer (weniger Verluste, höher Nettofuttermenge etc.) nicht von diesen. Die ECM-Leistung lag in Gruppe S-KF+ mit 2.798 kg signifikant über S-KF0 mit 2.309 kg ECM pro Kuh, die VW-Gruppe lag mit 2.511 kg ECM dazwischen. Im Mittel über die gesamte Versuchsperiode erzielten die Tiere der Silagegruppen S-KF0 und

S-KF+ eine ECM-Leistung von 18,7 kg bzw. 16,6 kg. Bei einem mittleren Krafftutereinsatz von 1,54 kg TM/Tag lag die Grundfuttermverdrängung bei 0,60 und die Krafftutereffizienz bei 1,37 kg Milch pro kg TM Krafftutter. Wie die Ergebnisse zur Energiebedarfsdeckung, der Lebendmasse-, BCS- und Rückenfettdicke-Entwicklung zeigen, waren die Kühe im Versuchszeitraum in einer leicht negativen Energiebilanz, was die Höhe der Krafftutereffizienz im Durchschnitt der drei Versuchsjahre erklärt. Berücksichtigt man bei der Berechnung der Krafftutereffizienz demgegenüber die längere mögliche Versuchsdauer in Gruppe S-KF+ und führt die Berechnung auf Basis der Gesamtversuchsdauer durch, dann lag die KF-Effizienz, bedingt durch die Grundfuttermersparung, in Gruppe S-KF+ bei 2,1 kg ECM/kg TM Krafftutter. Da sich die Kuhanzahl je ha Grundfutterfläche (GF) zwischen den Versuchsgruppen nicht unterschied, waren die Gruppeneffekte in den Milchflächenleistungen je ha Grundfutterfläche ähnlich wie jene der Gesamt-Milchleistungen pro Kuh. Die ECM-Leistung je ha Grundfutterfläche lag in Gruppe S-KF+ mit 9.690 kg signifikant über der Gruppe S-KF0 mit 7.931 kg ECM/ha GF. Die Vollweidegruppe lag dazwischen und erzielte im Versuchszeitraum 8.637 kg ECM/ha GF. Bei Berücksichtigung der Lebendmasseabnahme der Tiere im Versuchszeitraum verringerte sich die Flächenleistung je nach LM-Abnahme in den Gruppen um etwa 300 bis 900 kg ECM. Die Differenzen zwischen der Gruppe VW (8.300 kg ECM) und S-KF0 (7.037 kg) wurden numerisch größer und zwischen S-KF+ (8.864 kg ECM/ha) und VW geringer. Da bei Krafftutereinsatz in Gruppe S-KF+ auch Fläche verbraucht bzw. zugekauft wird, wurde die Milchleistung in einem zweiten Schritt auch auf die Gesamtfutterfläche umgelegt. Dazu wurde für 100 kg TM Krafftutter, unter Berücksichtigung durchschnittlicher Bio-Erträge in Österreich, ein Flächenbedarf von 357 m<sup>2</sup> unterstellt. Bezogen auf die Gesamtfläche wurden auf Grund der jährlichen Streuung keine signifikanten Gruppenunterschiede festgestellt, die VW-Gruppe lag jedoch numerisch über den Silagegruppen.

## **Schlussfolgerungen**

Aus den vorliegenden Daten sowie Ergebnissen der Literatur können Futtertrockenmasse-, Energie- und Rohproteinverluste von zumindest 20 % bei der Grassilagebereitung erwartet werden. Bei Vollweidehaltung wurde im Vergleich zur Grassilagebereitung ein höherer „gefressener Grundfutterertrag“ (Trockenmasse, Energie und insbesondere Rohprotein) festgestellt. Im Vergleich zur Stallfütterung muss bei Vollweidekühen jedoch mit stärkeren Schwankungen im Milchleistungsverlauf gerechnet werden. Die Milchleistung ging insbesondere in jenen Jahren wo die Aufwuchshöhe ab dem 2. Vollweidemonat gering war, deutlich zurück und blieb im weiteren Versuchsverlauf auch auf tieferem Niveau als in den Silage-Vergleichsgruppen. Maßnahmen zur Verringerung des Milchleistungsabfalls im Anschluss an den ersten Vollweidemonat könnten einen wichtigen Beitrag zur weiteren Verbesserung der Vollweidehaltung leisten. Hinsichtlich Milch-Grundfutterflächenleistung lag die Vollweidegruppe, trotz geringerer Tagesmilchleistungen, auf Grund des höheren Netto-Futterangebots und der damit verbunden längeren Versuchsdauer, numerisch über der Silage-Gruppe welche kein Krafftutter erhielt. Die Krafftutter-Silagegruppe lag in der Milch-Grundfutterflächenleistung numerisch über der Vollweidegruppe und signifikant über der Silagegruppe ohne Krafftutterergänzung. Bezogen auf die Gesamtfutterfläche (inkl. Ackerfläche für das Bio-Krafftutter) schnitt die Vollweidegruppe in der Milchflächenleistung unter Bio-Bedingungen numerisch am besten ab.

## **Literatur**

ALVA (Arbeitsgemeinschaft landwirtschaftlicher Versuchsanstalten) (1983): Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Wien.

- DELAGARDE, R., FAVERDIN P., C. BARATTE & PEYRAUD, J.L. (2011): GrazIn: A model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 2. Prediction of intake under rotational and continuously stocked grazing management. *Grass Forage Sci.* 66, 45–60.
- DLG (Deutsche-Landwirtschafts-Gesellschaft) (1997): Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. erweiterte u. überarbeitete Auflage, DLG-Verlag Frankfurt, 212 S.
- DLG (Deutsche-Landwirtschafts-Gesellschaft) (2006): Grobfutterbewertung. Eil B – DLG-Schlüssel zur Beurteilung der Gärqualität von Grünfuttersilagen auf Basis der chemischen Untersuchungen. *DLG-Information 2/2006*, 4 S.
- DULPHY, J.P. (1987): Fenaison – pertes en cours de récolte et de conservation. In: Demarquilly, C. 1987: Le fourrages secs: récolte, treatment, utilisation, INRA, Paris, 103–124.
- GFE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1998): Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.*, 7, 141–150.
- GFE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – Ausschuß für Bedarfsnormen) (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag Frankfurt, 136 S.
- HORN, M., STEINWIDDER, A., STARZ, W., PFISTER, R. & ZOLLITSCH, W. (2014): Interactions of calving season and cow type in a seasonal Alpine organic and low-input dairy system. *Livest. Prod. Sci.* 160, 141–150.
- KÖHLER, B. (2015): Effiziente Futterwirtschaft und Nährstoffflüsse in Futterbaubetrieben. Foliensatz im www. (besucht 13.09.2017)
- KÖHLER, B., DIEPOLDER, M., OSTERTAG, J., THURNER S. & SPIEKERS, H. (2013): Dry matter losses of grass and maize silages in bunker silos. *Agricultural and Food Science* 22, 145–150.
- RESCH, R., GUGGENBERGER, T., WIEDNER, G., KASAL, A., WURM, K., GRUBER, L., RINGDORFER F. & BUCHGRABER, K. (2006): Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. *Landwirt.* 84, 1-20.
- RESCH, R., HUBER, G. & PÖLLINGER, A. (2016): Test der Pickup-Schwadertechnologie hinsichtlich erdiger Futtermittelverschmutzung, Rechnerverluste, Schwadform und Flächenleistung. Abschlussbericht Forschungsprojekt "Pickup-Schwader" Nr. 3638 (DaFNE 101069), 26 S.
- RIGOUT S., LEMOSQUET, S., VAN EYS, J.E. & RULQUIN, H. (2002): Duodenal glucose increases glucose fluxes and lactose synthesis in grass silage-fed dairy cows: *Journal of Dairy Sci.* 85, 595–606.
- SCHNEIDER, S. & BELLOF, G. (2009): Energetischer Futterwert von Grünaufwuchs für die Rinderfütterung von der Kurzrasenweide. Internationale Weidetagung 2009, Grub, Schriftenreihe LFL 8/2009, 9–13.
- STARZ, W., STEINWIDDER, A., PFISTER R. & ROHRER, H. (2011): Vergleich zwischen Kurzrasenweide und Schnittnutzung unter ostalpinen Klimabedingungen. 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau - Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis - Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen, Verlag Dr. Köster, 16.-18.03.2011, 93–96.
- STARZ, W., STEINWIDDER, A., PFISTER, R. & ROHRER, H. (2014): Ertrag und Futterqualität auf Weiden im bayerischen und österreichischen Alpenvorland sowie im inneralpinen Raum. IN: WIESINGER, K.; CAIS, K. und OBERMAIER, S.: Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern, Öko-Landbau-Tag, Tagungsband, 49–55.
- STEINWIDDER, A. und W. STARZ, (2015): Gras dich fit! Weidewirtschaft erfolgreich umsetzen. Leopold Stocker Verlag, 300 S.
- STEINWIDDER, A., STARZ, W., PODSTATZKY, L., GASTEINER, J., PFISTER, R., ROHRER, H. und M. GALLNBÖCK, (2011): Einfluss des Abkalbezeitpunktes von Milchkühen auf Produktionsparameter bei Vollweidehaltung im Berggebiet. *Züchtungskunde*, 83, 203–215.
- STEINWIDDER, A., STARZ, W., ROHRER, H., HÄUSLER J. und R. PFISTER (2018): Milchflächenleistung von Bio-Milchkühen bei Vollweide- oder Silagefütterung im Berggebiet Österreichs. *Züchtungskunde*, 90, 218–239.



# **Einfluss der Flächenfragmentierung auf die Futterzusammensetzung und Milchleistung weidebasierter Milchproduktionssysteme**

<sup>1,2</sup> F. FENGER, <sup>2</sup> I.A. CASEY AND <sup>1</sup> J. HUMPHREYS

<sup>1</sup> Animal and Grassland Research and Innovation Centre, Teagasc, Moorepark, Fermoy, Irland

<sup>2</sup> Department of Chemical and Life Sciences, Waterford Institute of Technology, Waterford, Irland

friederike.fenger@teagasc.ie

## **Einleitung und Problemstellung**

Die Nachfrage nach Milchprodukten steigt weltweit. Die Verfügbarkeit von Land und die Zugänglichkeit der Nutzflächen sind in sämtlichen Bereichen der Landwirtschaft und besonders in weidebasierten Systemen limitierend für eine Intensivierung der Produktion (del Corral et al., 2011; Ramsbottom et al., 2015). Weiterhin steigert Flächenfragmentierung die Produktionskosten und verringert somit die Profitabilität und Effizienz eines Betriebes (Latruffe and Piet, 2014). Auf der Mehrheit der irischen Milchviehbetriebe ist nicht die gesamte Fläche am Hof gelegen, sondern ist im Mittel auf 3,5 Flächenstücke pro Betrieb verteilt (CSO, 2016). Das Weideland (englisch „grazing platform“), welches das als Weide für laktierende Milchkühe zugängliche Flächenstück beschreibt, stellt dabei ungefähr 60 % der gesamten Betriebsfläche dar (O'Donnell et al., 2008). Auf einem fragmentierten Betrieb kann die Besatzstärke (BS) auf zwei Arten definiert werden: die Gesamtbesatzstärke des Betriebes (GBS) beschreibt die Anzahl an GVE auf der gesamten Nutzfläche des Betriebes (Allen et al., 2011), wohingegen die Besatzstärke auf dem Weideland (WBS) die Anzahl an GVE (in diesem Fall laktierende Milchkühe) auf der zugänglichen Weidefläche beschreibt. Ein traditionell geführter weidebasierter Milchviehbetrieb mit fragmentierter Fläche ist in der BS limitiert, da eine erhöhte GBS mit einer deutlich höheren WBS einhergeht. Allerdings wurde eine enge Beziehung zwischen der BS eines Systems und der Milchproduktion pro Einheit Fläche nachgewiesen (Macdonald et al., 2008; McCarthy et al., 2011). Daher ist ein bestimmender Faktor für eine weitere Ausdehnung der BS in weidebasierten Systemen die Größe und Anteil des Weidelands und die WBS, die darauf nachhaltig versorgt werden kann. Auch in Deutschland stellt Flächenfragmentierung durch einen höheren Urbanisierungsgrad und Zerschneidungen von Straßen eine deutliche Einschränkung für landwirtschaftliche Produktion und besonders für weidende Betriebe dar. Die Umstellung von Stallsystemen in Richtung weidebasierter Produktion ist oftmals durch die Verfügbarkeit von zugänglichem Weideland eingeschränkt.

Weidebasierte Produktionssysteme zeigen sich auch im mitteleuropäischen Raum im Vergleich zu stallbasierten Systemen als wirtschaftlich konkurrenzfähig (Gazzarin et al., 2011) und unempfindlich gegenüber schwankenden Milchpreisen. Dies wird unter anderem dadurch deutlich, dass zwischen dem Absetzen der Milchquote in 2015 und 2017 im traditionell weidebasiert produzierendem Irland die Milchproduktion um nahezu 30 % angestiegen ist, hauptsächlich verursacht durch eine Erhöhung der Kuhzahlen und Besatzstärken auf den Milchviehbetrieben.

Traditionelle, weidebasierte Systeme basieren auf der Synchronisation vom Futterbedarf der Milchviehherde mit dem saisonalen Graswachstum. Dies wird erreicht, indem alle Kühe der Herde saisonal im Februar, März und April kalben (saisonale Blockabkalbung). In einem System mit mittlerer Besatzstärke (2 bis 3 GVE pro ha) kann das tägliche Graswachstum genügend Futter bereitstellen um den Futterbedarf einer Milchviehherde von April bis Oktober zu decken. Die Menge an importiertem Krafftfutter ist gering (< 750 kg pro Kuh und Jahr) um die Futterkosten zu minimieren (Ruelle et al., 2018). Um das Defizit zwischen Futterangebot und -bedarf im Herbst auszugleichen, kann der überschüssige Aufwuchs im August transferiert werden, indem eine höhere Aufwuchshöhe toleriert und somit ein

„Grasdepot“ aufgebaut wird. Um im Frühjahr einen möglichst frühen Weideaustrieb zu ermöglichen, kann auch über den Winter eine höhere Aufwüchse toleriert werden. Durch dieses Weidemanagement kann die Weidesaison deutlich verlängert werden (Hennessy and Kennedy, 2009; Laidlaw, 2006). Die Ausdehnung der Weidesaison wurde als Indikator für erhöhte Wirtschaftlichkeit von weidebasierten Milchviehbetrieben identifiziert (Hanrahan et al., 2018).

Wenige Studien haben bisher den Einfluss der Flächenfragmentierung auf die Produktivität und Profitabilität weidebasierter Milchproduktionssysteme quantifiziert. Insbesondere muss näher untersucht werden, wie Systeme sich verhalten, wenn die höhere WBS durch die Zufütterung von konserviertem Futter von der nicht beweidbaren Flächen gestützt wird. In dieser Studie wird der Einfluss der Flächenfragmentierung auf den Futterertrag und die Futternutzung, auf die Milchleistung, die Länge der Weidesaison und die Futterzusammensetzung untersucht. Anhand dieses Datensatzes kann weiterführend die Wirtschaftlichkeit betrachtet werden. Vorgestellt werden hier einige der Ergebnisse des ersten Jahres eines dreijährigen Projektes.

## Material und Methoden

Der Versuch wurde auf der Solohead Research Farm angelegt, ein langjähriger Versuchsbetrieb in Tipperary, Irland (52°51'N, 08°21'W), und wird in den Versuchsjahren 2017, 2018 und 2019 durchgeführt. Die Böden des Betriebes bestehen hauptsächlich aus schweren Gleyböden (90 %) und Podsolen (10 %) mit einer tonigen Lehmstruktur. Das regionale Klima ist maritim mit durchschnittlichem Niederschlag von 1070 mm pro Jahr und einer potenziell langen Wachstums- und Weidesaison von Anfang Februar bis Ende November. Insgesamt besteht der Betrieb aus 52 ha Grünland.

Der Versuch besteht aus vier Systemen, jedes mit einer GBS von 2,5 GVE ha<sup>-1</sup>. Insgesamt steht jedem System eine Versuchsfläche von 9,75 ha zur Verfügung. Variierende Anteile der Versuchsfläche stehen als Weideland zur Verfügung (Tab. 1).

Tab. 1: Besatzstärken und Flächenanteile bzw. Fragmentierungsgrad in den Versuchssystemen

	S 1	S 2	S 3	S 4
Besatzstärke gesamt (GBS) (GVE ha <sup>-1</sup> )	2,5	2,5	2,5	2,5
Anteil Weideland (%)	100 %	82 %	70 %	61 %
Anteil Silagefläche (%)		18 %	30 %	39 %
Besatzstärke Weideland (WBS) (GVE ha <sup>-1</sup> )	2,5	3,0	3,5	4,0

Das Weideland ist als Weide und für die Produktion von Grassilage verfügbar wohingegen die Silagefläche nur zur Produktion von Grassilage verwendet wird. Diese Grassilage wird genutzt, um Futterdefizite während der Weidesaison auszugleichen und zur Winterfütterung. Die Silageflächen werden dreimal im Jahr beerntet (Mitte Mai, Mitte Juli und Ende August). Restbestände im Spätherbst werden als Frischgras im Stall gefüttert. Die Milchviehherde besteht zu 100 % aus saisonal im Frühjahr abkalbenden Tieren, die jeden Frühling auf der Basis von ausbalancierter Laktationszahl und Abkalbedatum einem System zugewiesen wurden. Die Herde besteht aus einer Mischung aus irischen Holstein und Kreuzungstieren (überwiegend Jerseykreuzungen). Die gesamte Versuchsfläche wurde aufgeteilt in 6 Blöcke a 4 Paddocks. Ein Paddock (mittlere Größe 1,48 ha) wurde zufällig einem System zugewiesen. Die Paddocks dienten als Wiederholung für aufwuchsbasierte Messungen (Futterertrag und -qualität). Für tierproduktionsbasierte Messungen diente die einzelne Kuh als Versuchseinheit. Ca. 95 % des gesamten Futters (Weidegras und Grassilage) werden innerhalb des Systems produziert.

Das Weidemanagement und der Weidedruck sind identisch zwischen den Systemen mit einem Zielweiderest von 4 cm oberhalb der Bodenoberfläche, gemessen mit einem Filips

rising plate meter. Drei Tage nach dem Abkalben werden die Kühe auf die Weide gelassen und verbleiben dort bis sie Ende November trockengestellt und eingestallt werden. Wenn ausreichend Weidefutter zur Verfügung steht, werden die Kühe komplett von der Weide versorgt. Ausnahmen bestehen nur, wenn die Bodenverhältnisse zu nass zum Weiden sind (Bodenwassergehalt > 60 %) oder wenn das Weidefutterangebot zu niedrig ist. Dies ist generell der Fall, wenn das tägliche Graswachstum unterhalb des täglichen Futterbedarfs der Milchviehherde liegt und der jeweilige Aufwuchs an TM vor der Beweidung unterhalb des Zielwerts von 1200 kg TM ha<sup>-1</sup> liegt, gemessen oberhalb 4 cm. Futterdefizite von der Weide werden während der Hauptweidesaison mit Grassilage, gefüttert im Stall, ausgeglichen und im Frühling und Herbst mit einer Kombination aus Grassilage und Kraftfutter. Dabei liegt das Ziel für den Kraftfutteranteil bei 5 % der Gesamtration des Jahres jeder Herde. Die Menge an Kraftfutter pro Kuh wird bei jeder Melkung aufgezeichnet (Dairymanager, Causeway, Co. Kerry, Irland). Die Futterration wird für jede Herde jeden Tag auf Basis von 16 kg Futteraufnahme pro Kuh und Tag zusammengestellt. Die Weidefutteraufnahme in TM pro Kuh wird berechnet als die Differenz zwischen der Energiezufuhr (NE) aus Grassilage und Kraftfutter und dem Energiebedarf für Laktation, Erhaltung und Trächtigkeit (Jarrige et al., 1986). Die Menge an genutztem Grundfutter pro ha Gesamtfläche wird berechnet als Grundfutteraufnahme (Weidefutter und Grassilage) multipliziert mit der GBS. Die Länge der Weidesaison wird als Anzahl an Weidetagen pro Kuh gemessen. Ein ganzer Tag ist definiert als: alle Kühe der Herde weiden Tag und Nacht. Ein halber Tag wird gezählt, wenn die Herde nur tagsüber weidet. Die Milchleistung pro Kuh wird bei jeder Melkung erfasst und die Inhaltsstoffe der Milch werden zweimal die Woche bestimmt. Während der Weidesaison wird der Aufwuchs an TM vor jeder Beweidung und die Futterqualität bestimmt. Dafür wurde auf jedem Paddock der Weidefläche ein areal von 13 x 3 m abgetrennt. Diese Parzelle wird zweimal im Jahr versetzt, um den Einfluss der Beweidung zu erfassen. Der Aufwuchs an TM oberhalb von 4 cm wird bestimmt, indem ein Areal von 1,1 x 10 m mit einem Etesia Hydro 124DS Rasenmäher (Etesia UK Ltd., Sherington, Oxon, UK) beerntet wird. Der gesamte Aufwuchs wird aufgefangen, gewogen und eine Unterprobe wird im Labor untersucht. Der jährliche Ertrag (kg TM ha<sup>-1</sup>) wird berechnet aus der Summe aller Aufwüchse vor jeder Beweidung und jedem Schnitt für Grassilage.

## Ergebnisse und Diskussion

Der Bedarf an Weidefutter des Kontrollsystems S1 (40 kg TM ha<sup>-1</sup> Tag<sup>-1</sup>), welches ein traditionell geführtes, weidebasiertes Milchproduktionssystem darstellt, wurde während der Hauptweidesaison zwischen März und Oktober vollständig durch das tägliche Graswachstum gedeckt (Abb. 1). Das Versuchsjahr 2017 bot gute Wachstumsbedingungen mit 292 Wachstumstagen (Bodentemperatur > 6°C). Der Futterbedarf der Systeme vom Weideland steigt mit steigender WBS. Je höher die WBS, desto unwahrscheinlicher wird das tägliche Graswachstum auf dem Weideland den Futterbedarf des Systems decken. Im Versuchsjahr 2017 jedoch, passte die ungewöhnliche, flachere Wachstumskurve gut zum Bedarf einer höheren WBS. Die Weidesaison begann mit Halbtagsbeweidung am 1. März und ab dem 24. März begann die Vollweidesaison für alle Herden. Verursacht durch ein zeitweiliges Wachstumstief im Mai und Ende Juni, war später eine Stallperiode von insgesamt drei Tagen zwischen dem 07.07. und dem 17.07. mit Silagefütterung im Stall notwendig um Futterdefizite auszugleichen. Hohe Wachstumsraten im August und Anfang September erlaubten es, ein „Grasdepot“ aufzubauen, welches später im Herbst genutzt werden konnte. Um die Weidesaison so lang wie möglich auszudehnen, wurde ab dem 15.09. im System S4 wieder auf Halbtagsweide mit Silagefütterung im Stall umgestellt bis schließlich am 15.11. alle Herden Vollzeit im Stall gefüttert wurden. Die Anzahl Weidetage pro Kuh betrug 239 Tage in S1 und sank mit steigender WBS um 7, 22 und 24 Tage in den jeweiligen Systemen S2, S3, und S4. Schwierige Weidebedingungen im späten Herbst und Winter limitierten die Weidesaison, wodurch diese kürzer war als in Solohead üblich (255 Tage).

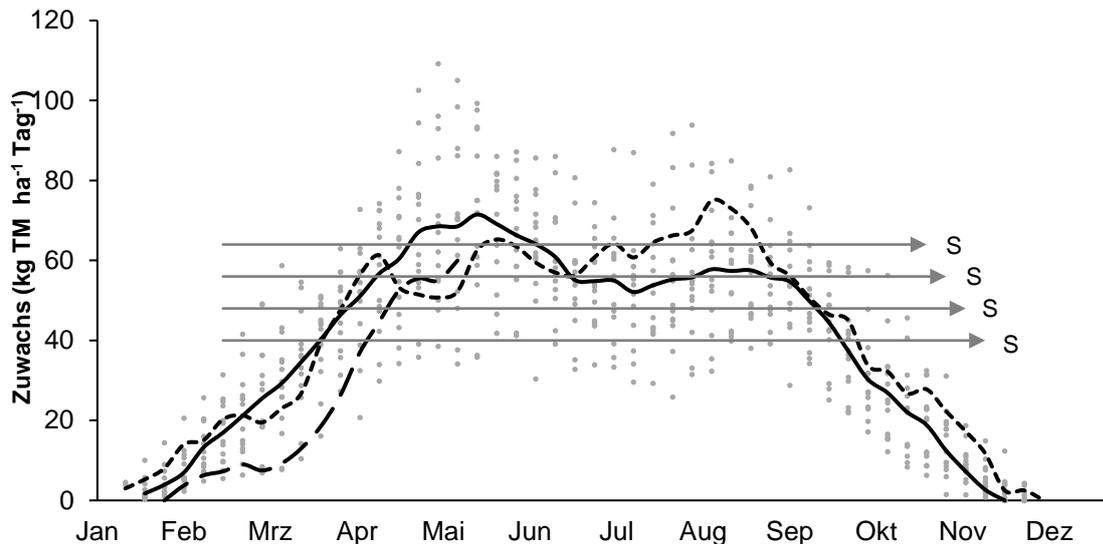


Abb. 1: Tägliche Wachstumsrate der Solohead Research Farm in 2017 und 2018 im Vergleich zum Durchschnitt der letzten 15 Jahre und der jährlichen Variation. Der Futterbedarf vom Weideland der jeweiligen Versuchsherde der Systeme S1 – S4 ist mit Pfeilen dargestellt

Eine Analyse unter irischen Weidebauern zeigte ebenfalls eine Tendenz zu einer verkürzten Weidesaison mit steigender BS, wobei die Länge der Weidesaison dort zwischen 245 und 239 Tagen variierte (Creighton et al., 2011).

Insgesamt zeigte der Gesamttrockenmasse-Ertrag keine Unterschiede zwischen den Systemen ( $P=0.96$ ). Andere Studien zeigten ebenfalls keine Unterschiede im Trockenmasse-Ertrag bei variierender BS, wenn der Weidedruck sich nicht unterschied (Fariña et al., 2011; Patton et al., 2016; Valentine et al., 2009). Mit steigender WBS wurden steigende Anteile des Aufwuchses der Gesamtfläche als Silage geerntet (Abb. 2) wohingegen der Anteil an Grassilage vom Weideland mit der WBS von 33 % (S1) auf 7 % (S4) sank. Insgesamt war die Silageproduktion aller Systeme ausreichend für den Jahresbedarf an Silage jeder Herde.

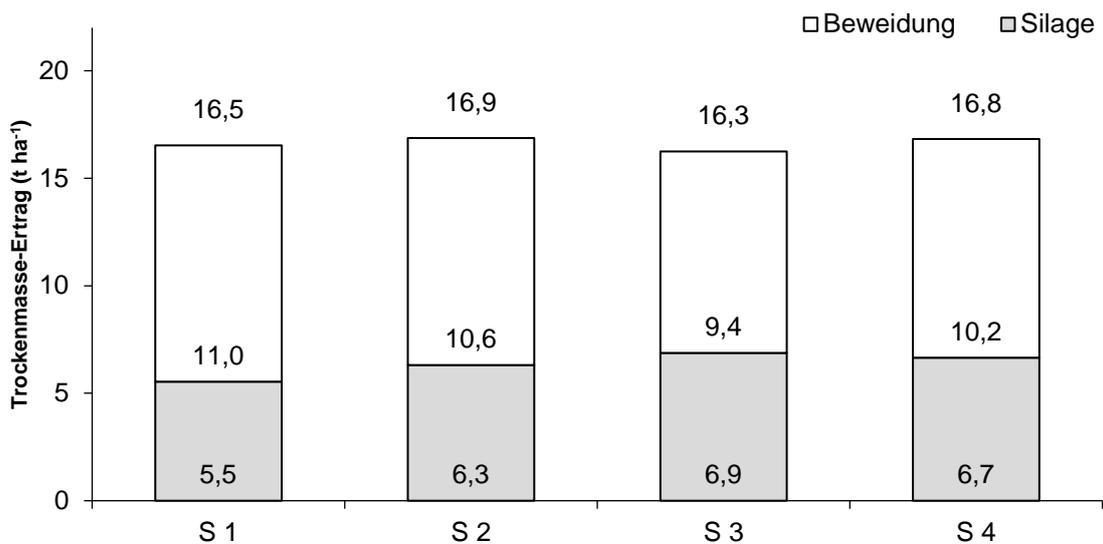


Abb. 2: Jährlicher Gesamttrockenmasse-Ertrag ( $t\ ha^{-1}$ ) von der Gesamtfläche der vier Systeme in 2017; aufgeteilt in Silageschnitte und Beweidungen

Tab. 2: Besatzstärke, Herdencharakteristika und Milchleistung der Systeme S1 – S4 in 2017

	S 1	S 2	S 3	S 4	P-Wert
Abkalbedatum	21 Feb	21 Feb	21 Feb	21 Feb	0,99
Zuchtwert (EBI <sup>1</sup> ) (€ Kuh <sup>-1</sup> )	117	118	119	118	0,99
Milchleistung (kg Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> )	5778	5942	6233	6037	0,24
Fett + Protein (kg Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> )	479	505	501	500	0,48
Fett (%)	4,73 <sup>ab</sup>	4,92 <sup>a</sup>	4,58 <sup>b</sup>	4,74 <sup>ab</sup>	0,03
Protein (%)	3,77	3,80	3,71	3,75	0,47
Laktose (%)	4,73	4,72	4,69	4,74	0,14
ECM (kg Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> )	6383	6710	6707	6677	0,45
Flächenleistung <sup>2</sup> (kg ECM ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> )	15712	16517	16510	16436	

<sup>1</sup>Economic Breeding Index; <sup>2</sup>Flächenleistung bezieht sich auf die Gesamtfläche des Systems (9,75 ha)  
Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben sind signifikant voneinander verschieden (P < 0.05)

Die Milchleistung zeigte in 2017 keine Unterschiede zwischen den Systemen. Hohe Flächenleistungen von im Mittel über 16 000 kg ECM pro Jahr wurden erreicht (Tab. 2). Die Gesamtfuttermittelaufnahme war vergleichbar zwischen den Systemen, jedoch stieg der Anteil an Grassilage mit steigender WBS. Diese zusätzliche Silage wurde während der Laktation gefüttert, was bedeutet, dass qualitativ hochwertige Silage in einem System mit geringerem Anteil an Weideland zur Verfügung stehen muss.

Tab. 3: Geschätzte jährliche Futtermittelaufnahme in 2017 der Systeme S1-S4

	S 1	S 2	S 3	S 4
Weidegras (kg Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> )	3115	3162	3085	3041
Grassilage (kg Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> )	1452	1538	1702	1730
Kraftfutter (kg Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> )	550	550	550	550
Gesamtfuttermittelaufnahme (kg Kuh <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> )	5117	5250	5337	5321
Silageaufnahme in Laktation (Mär – Dez)	366	479	697	742
Anteil der Silageaufnahme während der Laktation	25%	31%	41%	43%
Aufgenommenes Grundfutter <sup>1</sup> (kg DM ha <sup>-1</sup> )	11417	11750	11968	11928
Aufgenommenes Weidefutter (kg DM ha <sup>-1</sup> )	7787	7906	7713	7603

Das tatsächlich aufgenommene Grundfutter pro ha ist ebenfalls vergleichbar zwischen den Systemen (Tab. 3) und beträgt im Mittel 71 % des aufgewachsenen Trockenmasse-Ertrags. Der Anteil an aufgenommenem Weidefutter pro ha am insgesamt aufgenommenem Grundfutter pro ha sank mit steigender WBS von 68 % (S1) auf 64 % (S4) ab. Die Menge an aufgenommenem Weidefutter wurde kürzlich als Messwert der Effizienz und Wirtschaftlichkeit eines weidebasierten Milchproduktionssystems identifiziert (Hanrahan et al., 2018).

### Schlussfolgerungen und Ausblick

Die vorläufige Schlussfolgerung dieser Studie ist, dass vergleichbare Milchleistungen im Bereich der hier getesteten Flächenfragmentierungsgrade erreicht werden können. Steigende Anteile an konserviertem Futter sind nötig, um eine höhere WBS im System zu tragen. Weiterhin ist die Anforderung an die Futterqualität der Grassilage im Vergleich zu traditionellen Systemen erhöht, in denen diese hauptsächlich im Winter an trockenstehende Milchkühe verfüttert wird.

Es ist unwahrscheinlich, dass die Wachstumskurve der folgenden Versuchsjahre sich ähnlich vorteilhaft entwickelt wie in 2017. Bisher führte ein außergewöhnlich kalter und nasser Frühling 2018 zu deutlich reduziertem Graswachstum (Abb. 1) und einer nationalen Futterkrise in Irland. Dieses Jahr wird nun zeigen, wie ein System mit hoher BS auf Futterknappheit auf dem Weideland im Frühling reagiert und wie dieses die Milchleistung beeinflusst.

Der nächste Schritt dieser Studie wird sein, die Wirtschaftlichkeit und Profitabilität der Systeme zu untersuchen. Dieser Versuch wird eine Datenbasis an Milchproduktionssystemen mit fragmentierter Fläche generieren, anhand welcher anschließend der Punkt identifiziert werden kann, an dem die Vorzüge einer gesteigerten Milchleistung durch die mit Flächenfragmentierung assoziierten höheren Kosten ausgeglichen wird. Futterbergungs- und Stallkosten steigen bei geringerem Anteil an Weideland sowie die Transportkosten für Gülle, wenn die Flächen weiter voneinander entfernt sind. Basierend auf dieser Untersuchung soll die optimale Besatzstärke auf dem Weideland von fragmentierten, weidebasierten Milchviehbetrieben bestimmt werden, unter Berücksichtigung variierender wirtschaftlicher Hintergründe.

## Literatur

- ALLEN, V. G., BATELLO, C., BERRETTA, E. J., HODGSON, J., KOTHMANN, M., LI, X., MCIVOR, J., MILNE, J., MORRIS, C., PEETERS, A. & SANDERSON, M. (2011): An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and Forage Science* 66, 2-28.
- CREIGHTON, P., KENNEDY, E., SHALLOO, L., BOLAND, T. M. & O' DONOVAN, M. (2011). A survey analysis of grassland dairy farming in Ireland, investigating grassland management, technology adoption and sward renewal. *Grass and Forage Science* 66, 251-264.
- CSO (2016): Statistical Data for Agriculture and Fishing Central Statistics Office, Ireland.
- DEL CORRAL, J., PEREZ, J. A. & ROIBAS, D. (2011): The impact of land fragmentation on milk production. *J Dairy Sci* 94, 517-25.
- FARIÑA, S. R., GARCIA, S. C., FULKERSON, W. J. & BARCHIA, I. M. (2011): Pasture-based dairy farm systems increasing milk production through stocking rate or milk yield per cow: pasture and animal responses. *Grass and Forage Science* 66, 316-332.
- GAZZARIN, C., FREY, H.-J., PETERMANN, R. & HÖLTSCI, M. (2011): Weide- oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain. *Agrarforschung Schweiz* 2, 418–423.
- HANRAHAN, L., MCHUGH, N., HENNESSY, T., MORAN, B., KEARNEY, R., WALLACE, M. & SHALLOO, L. (2018): Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production. *Journal of Dairy Science* 101, 5474-5485.
- HENNESSY, D. & KENNEDY, E. (2009): Extending the grazing season. *Livestock* 14, 27-31.
- JARRIGE, R., DEMARQUILLY, C., DULPHY, J. P., HODEN, A., ROBELIN, J., BERANGER, C., GEAY, Y., JOURNET, M., MALTERRE, C., MICOL, D. & PETIT, M. (1986): The INRA "Fill Unit" System for Predicting the Voluntary Intake of Forage-Based Diets in Ruminants: A Review. *Journal of Animal Science* 63, 1737-1758.
- LAIDLAW, S., NESHEIM, L., FRAME, J. & PINEIRO, J. (2006): Overcoming seasonal constraints to production and utilisation of forage in Europe. *Grassland Science in Europe* 11, 29-43.
- LATRUFFE, L. & PIET, L. (2014): Does land fragmentation affect farm performance? A case study from Brittany, France. *Agricultural Systems* 129, 68-80.
- MACDONALD, K. A., PENNO, J. W., LANCASTER, J. A. & ROCHE, J. R. (2008): Effect of stocking rate on pasture production, milk production, and reproduction of dairy cows in pasture-based systems. *J Dairy Sci* 91, 2151-63.
- MCCARTHY, B., DELABY, L., PIERCE, K. M., JOURNOT, F. & HORAN, B. (2011): Meta-analysis of the impact of stocking rate on the productivity of pasture-based milk production systems. *Animal* 5, 784-94.
- O'DONNELL, S., SHALLOO, L., BUTLER, A. & HORAN, B. (2008): A survey analysis of opportunities and limitations of Irish dairy farmers. *Journal of Farm Management* 13, 419-434.

- PATTON, D., PIERCE, K. M. & HORAN, B. (2016): Effect of stocking rate on milk and pasture productivity and supplementary feed use for spring calving pasture fed dairy systems. *Journal of Dairy Science* 99, 5904-5915.
- RAMSBOTTOM, G., HORAN, B., BERRY, D. P. & ROCHE, J. R. (2015): Factors associated with the financial performance of spring-calving, pasture-based dairy farms. *J Dairy Sci* 98, 3526-40.
- RUELLE, E., DELABY, L., WALLACE, M. & SHALLOO, L. (2018): Using MODELS to establish the financially optimum strategy for Irish dairy farms. *Journal of dairy science* 101, 614-623.
- VALENTINE, S., LEWIS, P., COWAN, R. & DEFAVERI, J. (2009): The effects of high stocking rates on milk production from dryland and irrigated Mediterranean pastures. *Animal Production Science* 49, 100-111.



# Flächenproduktivität von Kuhweiden in unterschiedlichen Regionen – Einfluss von Standort und Niederschlägen

E. LEISEN

Landwirtschaftskammer NRW, Nevinghoff 40, 48147 Münster

edmund.leisen@lwk.nrw.de

## Einleitung

Kuhweiden auf Öko-Betrieben hatten zwischen 2014 und 2016, je nach Standort und Jahr, sehr unterschiedliche Leistungen erbracht. Ausschließlich aus Weide wurden zwischen 6.522 und 10.502 kg ECM/ha erzeugt. Wesentliche Faktoren dabei: Standort und Wasserversorgung (Leisen, 2017). Auf der Basis einer breit angelegten Erhebung in 2017 konnte der Einfluss von Standort und Wasserversorgung genauer quantifiziert werden.

## Material und Methoden

2017 wurden die Erhebungen der Vorjahre auf 60 Betriebe ausgeweitet, die sich wie folgt zuordnen lassen: Marsch, Niederung grundwassernah, Niederung grundwasserfern, Mittelgebirge über 6 ° C, Mittelgebirge bis 6 ° C, Moor, Schweizer Mittelland und Österreich. In der jeweiligen Weidesaison wurde wöchentlich festgehalten: Niederschlagsmenge, ermolzene Milch, Milchinhaltsstoffe (Fett-, Eiweiß-, Harnstoff- und Zellgehalt), Weidefläche, Wuchshöhe (Deckelmethode, Messung ohne Weiderest) und Zufütterung (Komponenten, Menge). Bei der Berechnung der Flächenleistung, ausgedrückt in Milch pro ha und Jahr, wird die realisierte Milchleistung anteilig der Energiezufuhr aus dem Futter aufgeteilt (Leisen et al., 2013).

Von den 60 Betrieben im Jahr 2017 hatten lediglich 3 weniger als 50 % Weideanteil in der Gesamtration, 35 dagegen mehr als 80 % Weideanteil. Ein hoher Weideanteil ist Voraussetzung für eine genaue Berechnung der Weideproduktivität.

**Anmerkung:** Der für Mai – Oktober ausgewiesene Weideanteil ist ein Vergleichswert zwischen den Betrieben basierend auf der Energieaufnahme. Sowohl der tatsächliche Weideanteil als auch die Weidedauer werden berücksichtigt. Weidezeiten vor Mai und nach Oktober wurden in diesem Wert eingerechnet.

## Ergebnisse und Diskussion

### *Große Jahresunterschiede bei Flächenproduktivität*

Auf einem Teil der Betriebe wird seit 2011 die Flächenproduktivität (ECM/ha und Jahr) ermittelt (Tab. 1).

Tab. 1: Flächenproduktivität von Kuhweiden 2011 bis 2017  
 dunkel markiert: Jahr mit höherer Flächenproduktivität als 2014

Flächenproduktivität (MJ NEL/ha und Jahr)								
Betrieb	relativ ( 100=2014 )			absolut	relativ ( 100=2014 )			Besonderheiten
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
<b>Mittelgebirge</b>								
<b>NEN</b>	69	67	65	45.328	62	86	69	flachgründig
<b>THN</b>	79	98	86	49.443	82	82	70	Südhang
<b>JAS</b>	82	81	95	32.732	79	102	71	KG*, flachgründig
<b>HES</b>	83			34.964	77	91	89	teils nährstoff- arm
<b>Region Mitte</b>								
<b>BÜS</b>	69	61		54.979	99	84	108	50er Boden
<b>VOR</b>	64	76	61	47.133	81	75	63	25er Boden
<b>DAN</b>	124	98		50.530	94	84	92	Lehm, tiefgründig
<b>POL</b>			105	51.294	88	71	112	Grundwas- sernah
<b>Norddeutschland</b>								
<b>WEN</b>	43			39.335	95	80	65	Hochmoor
<b>LÜN</b>	97			33.754	117	115	96	Niedermoor
<b>HEN</b>	99			50.079	108	100	105	Marsch
<b>STS</b>	109			39.492	115	135	114	Marsch
<b>Mittel</b> (ohne PL) (2014 = 100)	86			100	92	91	88	

2014 war bei einigen Betrieben das bisher ertragreichste Jahr: Lange Weideperiode und auf den meisten Standorten genug Niederschlag (Leisen, 2018). In anderen Jahren war die Weideperiode kürzer und es fehlte vor allem auf flachgründigen Standorten und auf dem Hochmoor immer wieder das Wasser (siehe Abb. 1).

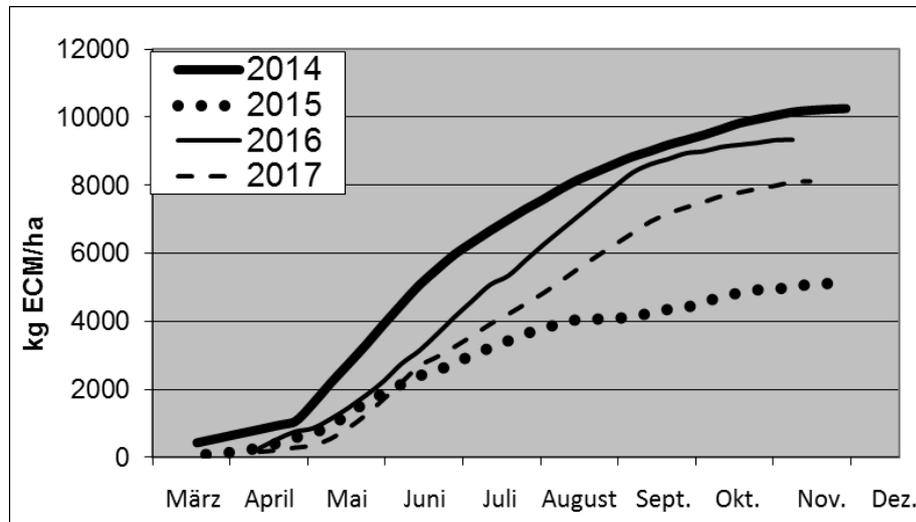


Abb. 1: Jahres-Flächenproduktivität in 2014 - 2017, SCZ, Rhön

Auf Marsch, Niedermoor, Lehmboden und grundwassernahen Standorten war 2014 dagegen nicht das ertragsstärkste Jahr.

Die Marschstandorte reagieren allerdings nicht alle gleich auf Trockenheit (Abb. 2).

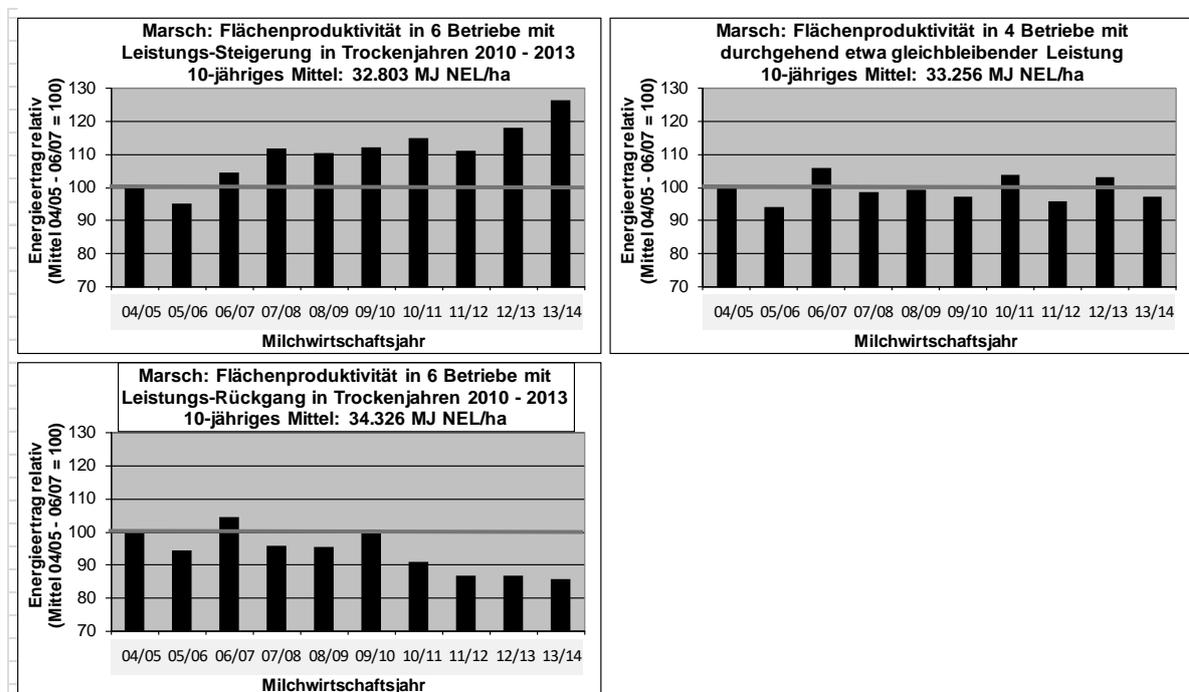


Abb. 2: Flächenproduktivität 2004/05 – 2013/14 auf Marschstandorten

2010 – 2013 gab es im Norden im Frühjahr oder im Sommer längere Trockenperioden. Auf einem Teil der Marsch-Standorte waren das die besseren Jahre, auf anderen, teils etwas höher gelegenen Standorten dagegen die weniger guten Jahre.

### *Große Standortunterschiede bei Flächenproduktivität*

Die Erhebungen 2017 auf 60 Standorten zeigen (Tab. 2): Die höchste Flächenproduktivität wurde mit 12.523 kg ECM/ha in den Gunstlagen der Schweiz und im Ötztal erzielt, die niedrigste auf den Moorstandorten mit nur 5.532 kg ECM/ha. Die hohe Flächenproduktivität in der Schweiz erklärt sich durch einen sehr frühen Start (Anfang März), ausreichend Niederschlag und eine lange Weideperiode (253 Weidetage). Nach trockenem Spätwinter kam hier im Mai rechtzeitig Regen. Vom Odenwald bis an die Küste blieb es dagegen bis Ende Juni relativ trocken. Auf der Marsch und auf grundwassernahen Standorten hat das die Flächenproduktivität nicht beeinträchtigt. Auf grundwasserfernen, so auch in den Mittelgebirgslagen von Rhön und Eifel, ging die Flächenproduktivität dagegen stark zurück, um dann nach den Niederschlägen im Juli wieder anzusteigen. Die Spannweite ist auf fast allen Standorttypen groß: Auf Marsch gibt es feuchte Standorte, die bei Nässe nicht beweidbar sind, andere konnten dagegen drainiert werden. Auf grundwasserfernen Standorten sind die Niederschläge und die Wassernachlieferung der Böden entscheidend. In den Mittelgebirgslagen hat zudem die Hangneigung eine Bedeutung. Die Jahresdurchschnittstemperatur hat demgegenüber einen geringeren Einfluss: Die Weideperiode kann auf den kälteren Standorten begrenzt sein. Trotzdem brachten die kühleren Standorte 2017 im Mittel sogar eine höhere Flächenproduktivität als die milderen Mittelgebirgsstandorte. Der Standort im Ötztal (Grünland auf Schotter und Sand) profitiert wahrscheinlich von der Tallage: Keine trockenen Winde, höhere Luftfeuchtigkeit, hoch anstehendes Grundwasser in Bachnähe, aber nur mit nur 650 mm Jahresniederschlag.

Tab. 2: Wuchshöhe und Flächenproduktivität von Kuhweiden 2017

Anmerkung: Wuchshöhe nur bei Kurzrasenweide, gemessen ohne Weidereste

Standorttyp	n	Wuchshöhe (in cm)*	Flächenproduktivität (kg ECM/ha)*
<b>Öko-Betriebe</b>			
<b>Marsch</b>	9	4,7 (3,8 – 5,5)	8.880 (6.467 – 10.248)
<b>Niederung, grundwassernah</b>	6	4,7 (3,5 – 6,0)	10.941 (8.930 – 14.931)
<b>Niederung grundwasserfern, sandiger Lehm – toniger Lehm</b>	5	3,9 (3,3 – 4,3)	8.928 (5.275 – 11.697)
<b>Niederung grundwasserfern, Sand – lehmiger Sand</b>	5	3,6 (3,0 – 4,1)	7.300 (6.030 – 8.725)
<b>Mittelgebirge, über 6 ° C Jahresdurchschnittstemperatur</b>	10	3,8 (3,2 – 4,3)	6.971 (4.496 – 9.526)
<b>Mittelgebirge, bis 6 ° C Jahresdurchschnittstemperatur</b>	5	5,2 (3,4 – 7,5)	7.565 (6.107 – 9.427)
<b>Hochmoor, Niedermoor</b>	3	6,0 (3,8 – 8,0)	5.532 (5.083 – 6.024)
<b>Schweiz, Mittelland</b>	4	4,2 (3,8 – 4,5)	12.523 (11.523 – 13.506)
<b>Ötztal, Sonderlage (2016/2017)</b>	1	5,9 (5,8/5,9)	13.031 (13.840/12.222)
<b>Österreich, sonstige Lagen</b>	9	4,5 (3,9 – 5,8)	7.439 (5.042 – 8.284)
<b>Konventionelle Betriebe</b>			
<b>Schweiz, Österreich</b>	3	5,6 (4,6 – 6,8)	13.891 2.077 – 17.172)

\*Wert vor Klammer: Mittelwert, in Klammern Spannweite

Zu den übrigen Betrieben in Österreich und den konventionellen in der Schweiz liegen bisher nur einjährige Daten vor, so dass sie vorerst nicht weiter interpretiert werden. Nur soweit: Auf dem Waldhof in der Schweiz wurde 2017 mit 17.172 kg ECM/ha der höchste Milchertrag aller 60 Betriebe erzielt. Zum Vergleich: Auf Betriebsebene hat der reine Grünlandbetrieb im 7-jährigen Mittel 14.767 kg ECM/ha erzielt (Thomet et al., 2008).

#### Auswirkungen von „Überbeweidung“

Mehrjährige Vergleiche zeigen, dass ein tiefer Verbiss in Trockenperioden keine Nachteile auf die Produktivität in den Folgemonaten/Folgejahr hatte. In der Rhön war 2015 im August mit Jersey-Kühen die Narbe bis auf 1,5 cm verbissen worden. Nach Niederschlägen wurde schon nach wenigen Wochen eine vergleichbare Flächenproduktivität wie in anderen Jahren erzielt. Im darauffolgenden Jahr 2016 wurde nach frühem Start eine außergewöhnlich hohe Flächenproduktivität erzielt (Abb. 3). Vergleichbares gab es 2016/2017 in den Niederlanden mit der Rasse Blaarkop (Abb. 4).

**Anmerkung:** Bei Beweidung mit HF-Kühen deutscher Zuchtrichtung wird weniger tief verbissen. Zu berücksichtigen ist aber, dass die tatsächliche Verbisstiefe niedriger ist als die gemessene. Auf Kälber- und Pferdeweiden kann es durch noch tieferen Verbiss zu Narbenschäden kommen.

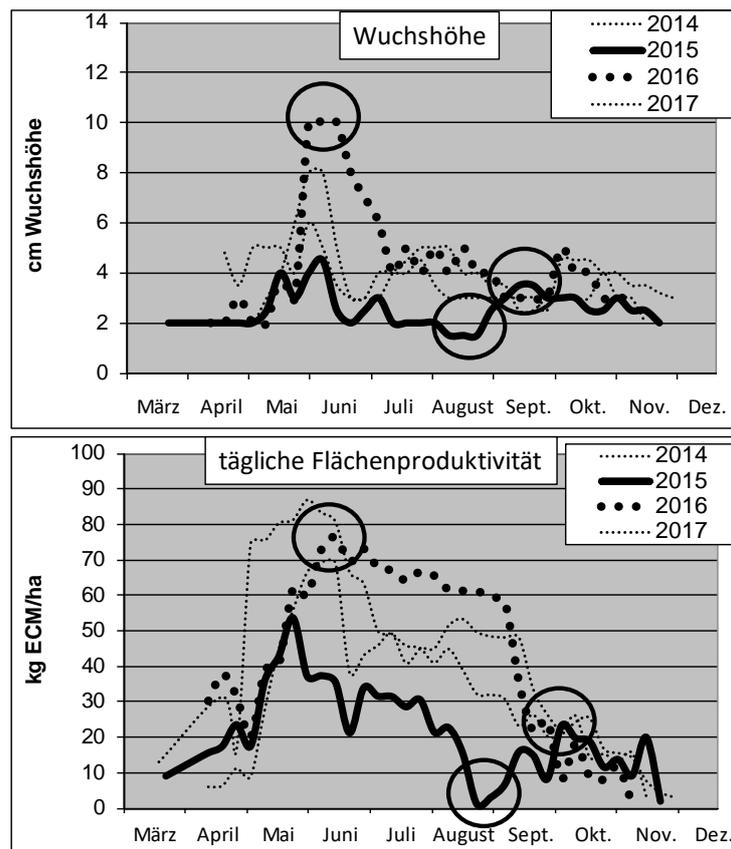


Abb. 3: Wuchshöhe und Flächenproduktivität nach Trockenheit 2015, SCZ, Rhön

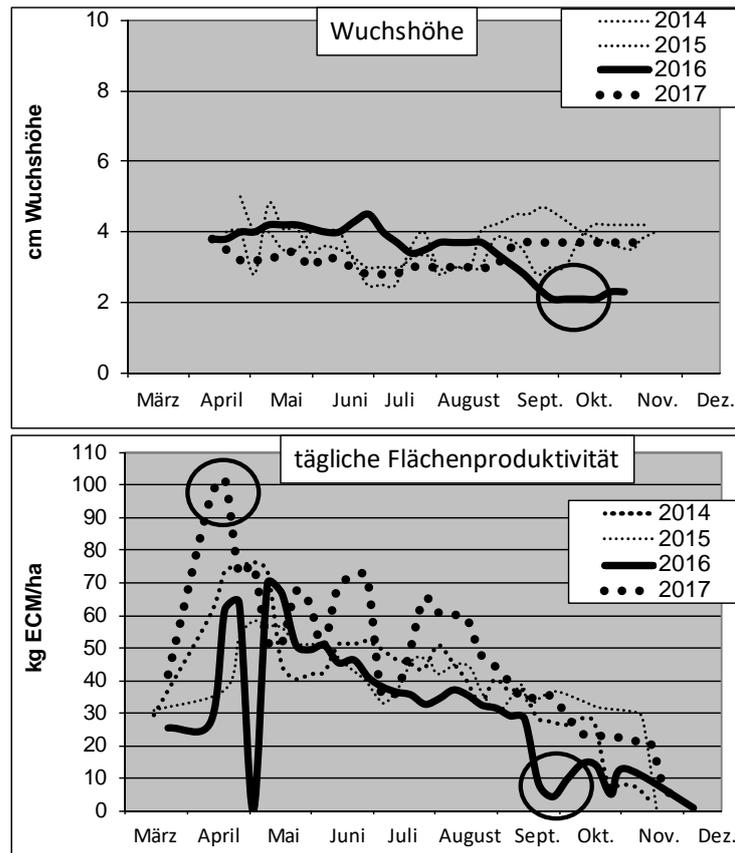


Abb. 4: Wuchshöhe und Flächenproduktivität nach Trockenheit 2016, POL, NL

#### *Standortspezifisches Potential der Flächenproduktivität*

Sowohl Trockenheit als auch zu hohe Nässe können direkt oder indirekt (z.B. über die Trittfestigkeit) die Produktivität der Weide beeinträchtigen. Welchen Einfluss Trockenheit haben kann, zeigt Abb. 5. Aus einem mehrjährigen Vergleich lässt sich zudem abschätzen, welche Niederschlagsmenge auf dem jeweiligen Standort, beim jeweiligen Weidesystem und bei welcher Witterung optimal ist. Daraus lässt sich das standortspezifische Potential ableiten. Hierzu laufen in den nächsten Jahren in verschiedenen Regionen weitere Erhebungen, finanziert durch die Landwirte.

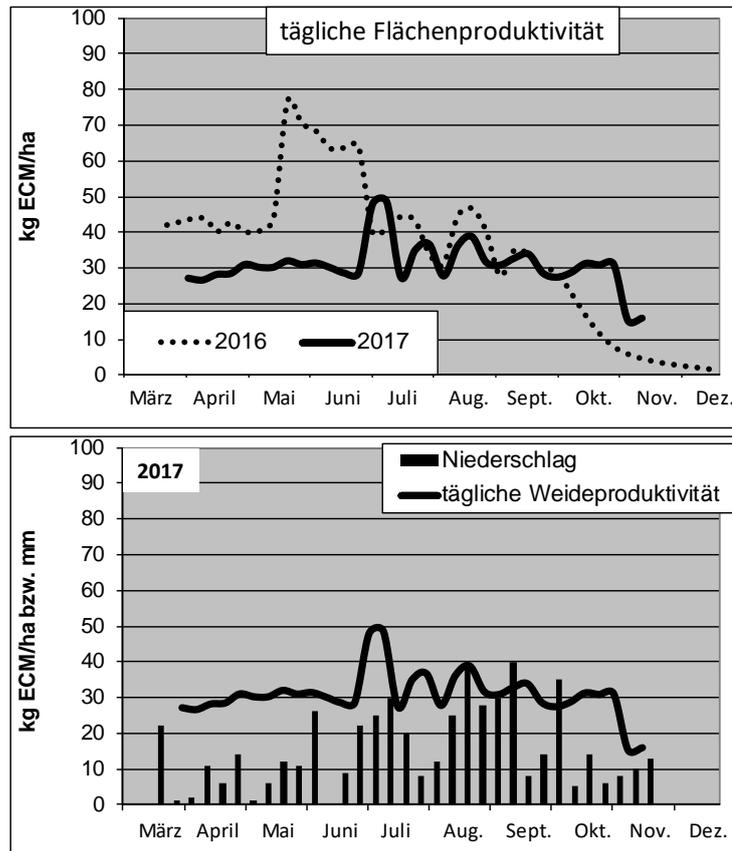


Abb. 5: Flächenproduktivität und Niederschlag 2017 und 2018, WIA, NL

## Zusammenfassung

Auf Kuhweiden wurden 2017 je nach Betrieb zwischen 4.496 und 17.172 kg ECM/ha alleine aus Weidefutter erzielt. Neben den Standorteigenschaften waren dafür Dauer der Weideperiode und Niederschlag entscheidend. Mehrjährige Vergleiche zeigten, dass ein tiefer Verbiss sich nicht nachteilig auswirkte, dass Folgejahr war sogar außergewöhnlich produktiv.

## Literatur

LEISEN, E., SPIEKERS, H. & DIEPOLDER, M. (2013): Notwendige Änderungen der Methode zur Berechnung der Flächenleistung (kg Milch/ha und Jahr) von Grünland- und Ackerfutterflächen mit Schnitt oder Weidenutzung. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. *Tagungsband 2013*, 181–184.

LEISEN, E. (2017): Flächenproduktivität von Kuhweiden: Vergleich Kurzrasen und Umtriebsweiden. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. *Tagungsband 2017*, 203–206.

LEISEN, E. (2018): Kuhweiden: Vergleich von Weidesystemen und Weidestandorten. *Broschüre* in Vorbereitung.

THOMET, P., HADORN, M. & WYSS, A. (2008): Flächenleistung Milch von drei Vollweide-Betrieben mit Kurzrasenweide im CH-Mittelland. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. *Tagungsband 2008*, 106–109.

**Danksagung:** Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe ökologischer Landbau in NRW“ mit finanzieller Unterstützung des Landes NRW durchgeführt. Den beteiligten Landwirten und der AG Öko FuWi e.V. sei gedankt für die Durchführung und die finanzielle Unterstützung.



# Vergleichende Untersuchungen zum Verlauf der Retikulum- und Hautoberflächentemperatur bei Mutterkühen unter Freilandbedingungen

A. FISCHER, J. PICKERT, S. EHLERT UND A. BEHRENDT

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e. V., Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

afischer@zalf.de

## Einleitung und Problemstellung

Im Ergebnis einer Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft prognostizieren Gömann *et al.* (2015) bis zum Ende unseres Jahrhunderts eine Verdrei- bis Vervierfachung der Anzahl von Hitzetagen (Tagesmaximumtemperatur >30°C) im Vergleich zum Zeitraum 1961 – 1990. Besonders betroffen ist das unter eher kontinentalem Klimaeinfluss stehende Nordostdeutschland, wo bereits seit einigen Jahren zunehmend Hitzetage wahrgenommen werden.

Die Körpertemperatur von Rindern variiert zwischen 38 und 39,4 °C (Kristula *et al.*, 2001; Baumgartner, 2002; Benzaquen *et al.*, 2007; Cunningham, 2007). Alle Autoren stellen individuelle Schwankungsbreiten der Körpertemperatur von 1 bis 2 K fest. Zusätzlich wird die Körpertemperatur durch Alter, Funktionszustände sowie körperliche und Stoffwechselaktivität beeinflusst (Bianca, 1968; Kolb, 1989; Baumgartner, 2002). Als homoiotherme Tiere besitzen Rinder die Fähigkeit, mit Hilfe eines Regulationssystems und unter Aufwendung von Energie ihre Körpertemperatur unabhängig von der Umgebungstemperatur relativ konstant zu halten (Bickhardt, 1992; Steinlechner, 2010). Dennoch, die Temperaturen an Hitzetagen liegen weit oberhalb des Temperaturoptimums für Rinder. Welche Auswirkungen haben Hitzetage auf die Tierleistung, Fruchtbarkeit und Gesundheit? Das ist bisher im praktischen Weidegang von Mutterkühen kaum untersucht. Die erforderlichen Tierbeobachtungen im Freiland sind zeitaufwändig und zudem schwer in der Nacht oder in großräumigen Arealen realisierbar. Messergebnisse physiologischer Daten während natürlicher Haltungsabläufe liegen kaum vor.

Für die Messung der Körpertemperatur stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Hierzu zählen Messungen mittels konventioneller Thermometer (Rectum, Vagina), Messungen mit implantierten Sensoren (Bauchhöhle, Ohrkanal, Muskelgewebe u.a.), telemetrische Methoden mit Sensorimplantation (Vagina, Muskelgewebe, Eutergewebe, Blutgefäßsystem, Unterhaut) oder die Nutzung der Infrarot-Messtechnik. Gerade die Nutzung von Telemetriesystemen kann einen wichtigen Beitrag zur Erhebung der erforderlichen ethologischen und physiologischen Daten leisten.

Innerhalb einer umfangreicheren Fragestellung werden seit 2016 in der ZALF-Forschungsstation Paulinenaue GPS-Halsbänder in Verbindung mit Pansenimplantaten bei Mutterkühen eingesetzt (Vectronic, 2014; Pickert *et al.*, 2017). In der vorliegenden Arbeit werden die Ergebnisse zu den Temperaturanalysen mitgeteilt, die auf der kontinuierlichen Messung der Körperoberflächentemperatur am Hals und der Körperinnentemperatur im Netzmagen (Retikulum) während des Weideganges in den Sommermonaten beruhen.

## Material und Methoden

Die Untersuchungen erfolgten an 7 Mutterkühen der Rasse *Uckermärker* unter natürlichen Weidebedingungen. Die Tiere wurden gantztägig auf einem Niedermoorstandort in Paulinenaue im Havelländischen Luch (Land Brandenburg; 52°68'N, 12°72'E, 28.5-29.5 m, Jahresmitteltemperatur 9.2 °C, mittlerer Jahresniederschlag 534 mm) gehalten.

Zu Versuchsbeginn und am Versuchsende wurden die Rinder gewogen, um die Lebendmasseentwicklung bewerten zu können.

Die Rinder wurden mit GPS-Halsbändern und Magenimplantaten (Vectronic, 2014) ausgerüstet.

In einem 72-tägigen Untersuchungszeitraum (13.07.2016, 00:00 Uhr bis 22.09.2016, 24:00 Uhr) wurde die Körperinnentemperatur im Reticulum (BodyTemp) der Rinder fortlaufend im 3-Minutentakt gemessen. Zeitgleich wurde die Körperoberflächentemperatur am Halsband (CollarTemp) gemessen. Die Batterieleistung und der Datenspeicherplatz sind so dimensioniert, dass eine kontinuierliche Messdauer von bis zu ca. 250 Tagen möglich ist. Insgesamt fielen im Beobachtungszeitraum fast 140.000 Einzeldaten je Tier an.

Vor Ort erfasste eine automatisch arbeitende Station die Wetterdaten. Für die Untersuchungen herangezogen wurden die Niederschläge, die Luftfeuchte sowie die Lufttemperatur in 2 m und in 10 cm Höhe.

Bei der Bewertung der Messergebnisse der verschiedenen Temperaturkenngößen ist zu beachten, dass die Temperatur im Reticulum von der Temperatur der aufgenommenen Futtermittel und des Tränkwassers beeinflusst wird. Diese Einflüsse konnten in der vorliegenden Studie nicht quantifiziert werden. Die Lufttemperatur wird nicht unter direkter Sonneneinstrahlung gemessen, im Gegensatz zur Körperoberflächentemperatur am Halsband.

## Ergebnisse und Diskussion

Die ermittelten **Lebendmassen** entsprechen dem Rasseprofil. Wie auch beim Weidegang im Hoch- und Spätsommer noch zu erwarten, nahm in der Untersuchungsperiode die Lebendmasse im Durchschnitt der Mutterkühe leicht zu (Tabelle 1). Es ist auffällig, dass während des Versuchs zwei Tiere (Rind Nr. 7 und 10) Lebendmasseverluste von 6 bzw. 14 kg aufwiesen.

Tabelle 1: Lebendmasse der Mutterkühe zu Versuchsbeginn und am Versuchsende

Rind Nr.	Alter Jahre	Lebendmasse		Differenz kg
		Versuchsbeginn kg	Versuchsende kg	
3	6	738	756	+ 18
4	5	720	726	+ 6
5	6	766	773	+ 7
6	5	772	778	+ 6
7	4	698	692	- 6
8	5	796	797	+ 1
10	4	616	602	- 14
Mittel		729,4	734,9	
Standard- abweichung		55,5	63,7	

In der Abbildung 1 sind die Körperoberflächentemperatur und die Körperinnentemperatur der Umgebungstemperatur (Lufttemperatur in 2 m Höhe) an einem typischen Beispiel über ca. 15 Versuchstage gegenübergestellt. In Tabelle 2 ist der Streubereich der Korrelationskoeffizienten zwischen den Tieren je Merkmalsbeziehung dargestellt.

Die **Körperoberflächentemperatur** (CollarTemp) entwickelt sich in starker Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur. Auch der hohe Korrelationskoeffizient bestätigt dies. Ermittelt wurde auch ein hoher Korrelationskoeffizient zur relativen Luftfeuchtigkeit, der mit den Versuchsergebnissen noch nicht erklärt werden kann. Niederschläge hatten dagegen keinen und die Lufttemperatur am Boden nur einen geringen Einfluss. Temperaturanstieg

und –abfall vollziehen sich relativ schnell. Dabei übersteigt auch an sehr warmen Tagen die Körperoberflächentemperatur die gemessene Lufttemperatur. Allerdings begrenzte sich dieser Anstieg auf maximal 4 bis 7 K, obwohl die bei direkter Sonneneinstrahlung eintretenden, unmittelbar auf das Tier wirkenden Temperaturen erfahrungsgemäß wesentlich höher sein können.

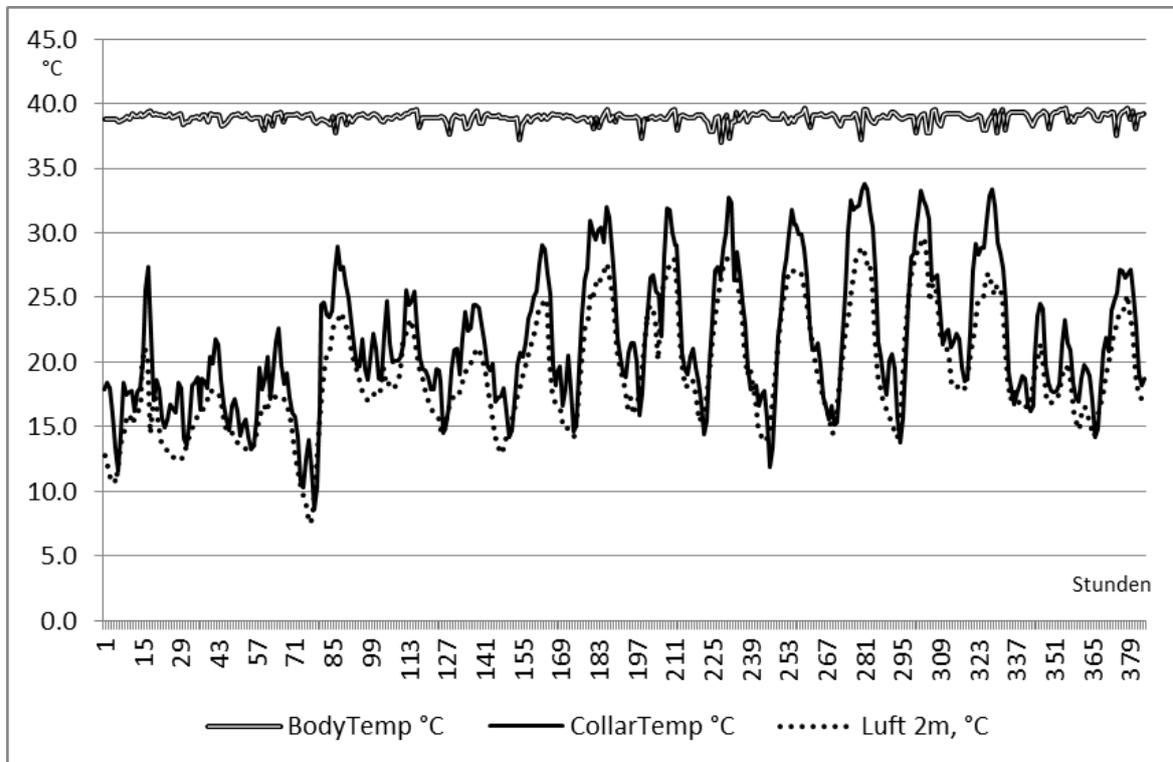


Abb. 1: Beispiel (Kuh Nr. 7) für den Verlauf der Körper- und Oberflächentemperatur an 15 Versuchstagen (13.07 - 28.07.2016)

Tab. 2: Korrelationskoeffizienten zwischen den Wetterdaten und der Körperoberflächentemperatur sowie der Körperinnentemperatur der einzelnen Rinder

	BodyTemp	CollarTemp
Lufttemperatur am Boden (in 10 cm Höhe)	$r = -0,03$ bis $0,00$	$r = 0,29$ bis $0,32$
Lufttemperatur in 2 m Höhe	$r = -0,22$ bis $-0,01$	$r = 0,94$ bis $0,95$
relative Luftfeuchte	$r = 0,13$ bis $0,28$	$r = -0,78$ bis $-0,77$
Niederschlag	$r = 0,01$ bis $0,04$	$r = 0,01$ bis $0,02$

In Tabelle 3 sind die Mittelwerte und die Streuung der **Körperinnentemperatur** (am Retikulum) dargestellt. Die durchschnittlichen Werte variieren zwischen  $38,8\text{ °C}$  (Rind 3) und  $39,4\text{ °C}$  (Rind 7). Zwischen Minimalwert und Maximalwert besteht eine Differenz von ca. 4 K. Diese Differenz erhöht sich bei Rind 10 auf 6.5 K ( $35,4$  und  $41,9\text{ °C}$ ).

Tabelle 3: Körperinnentemperatur (BodyTemp) der Rinder in der Versuchsperiode

	Rind 3 °C	Rind 4 °C	Rind 5 °C	Rind 6 °C	Rind 7 °C	Rind 8 °C	Rind 10 °C
Mittelwert	38,8	39,1	39,1	39,3	39,4	39,1	39,3
SD	0,73	0,67	0,66	0,67	0,51	0,73	0,85
Min.	35,7	36,3	35,8	35,7	36,3	36,3	35,4
Max.	40,1	41,2	40,7	40,8	40,8	40,4	41,9

Im Gegensatz zur Körperoberflächentemperatur ist bei der Körperinnentemperatur kein Zusammenhang zur Lufttemperatur der Umgebung erkennbar (vgl. Abbildung 1 und Tabelle 2). Der Verlauf der Körperinnentemperatur wies auch darüber hinaus keine

Korrelation zu den anderen gemessenen Witterungsdaten auf, vollzieht sich davon offensichtlich unabhängig.

Zwischen Körperoberflächentemperatur (CollarTemp) und Körperinnentemperatur (BodyTemp) wurde ebenfalls nur ein sehr geringer Korrelationskoeffizient von  $r = 0,01$  bis  $-0,06$  ermittelt.

Der Tierkörper ist offensichtlich ausgezeichnet gegen Witterungserscheinungen abgepuffert. Zum einen schlägt sich die Umgebungstemperatur gesteuerte Körperoberflächentemperatur kaum auf den Verlauf der Körperinnentemperatur aus (vgl. Abb. 1). Zum anderen besteht zwischen den Witterungsdaten und der Körperinnentemperatur im Durchschnitt der Tiere keine Korrelation.

Die Auswertung der Ergebnisse einer drei Tage andauernden Hitzeperiode ergab, dass die Körperinnentemperatur von Rind 10 zwischen dem 18.08. und 21.08.2016 (95 Stunden) gravierend, z.T. über  $41\text{ °C}$ , anstieg (Abbildung 2). Dies entspricht einem **Fieberzustand**, der bereits vorliegt, wenn Körpertemperaturwerte über  $39,4\text{ °C}$  ermittelt werden (Dinsmore *et al.*, 1996; Sheldon *et al.*, 2006). In drei Zeitphasen traten Temperaturen von  $41,9\text{ °C}$  auf. Das Tier zeigte sich bei den täglichen Kontrollbesuchen nicht auffällig. Der Mittelwertvergleich für diese 95-stündige Zeitphase ergibt einen Durchschnittswert für das Fiebertier von  $40,6\text{ °C}$  ( $SD=0,77$ ) ( $s^2=0,6$ ) und einen Mittelwert für die Vergleichstiere von  $39,1\text{ °C}$  ( $SD=0,30$ ) ( $s^2=0,1$ ). Entsprechend des Student T-Tests ist das Ergebnis bei  $p < 0,05$  signifikant.

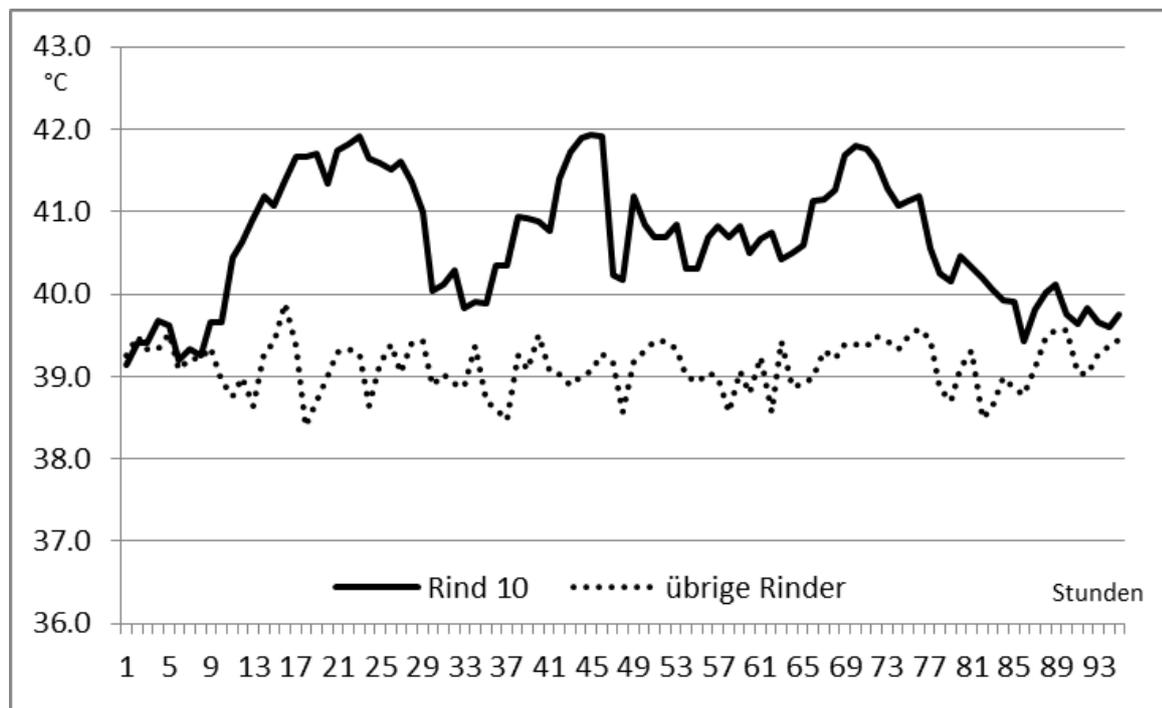


Abb. 2: Verlauf der Körperinnentemperatur bei Rind 10 im Vergleich zum Mittelwert der übrigen sechs Rinder

Nach dieser Fieberphase stellte sich bei diesem Rind die normale Körpertemperatur wieder ein. Bemerkenswert ist jedoch (vgl. Tabelle 1) dass dieses Tier während des Versuches 14 kg abnahm.

Bei der Datenauswertung wurde auch festgestellt, dass zwei weitere Tiere (Rind 6 und 7) ebenfalls kurze Fieberschübe aufwiesen. Im Gegensatz zu Tier Nr. 6 wurde beim Tier Nr. 7 ebenfalls ein Lebendmasseverlust ermittelt. Kein Tier zeigte auffällige Krankheitserscheinungen, die eine veterinärmedizinische Behandlung erforderlich gemacht hätten.

Die Ursache des Fiebers ist unbekannt, kann aber in einer von der hohen Temperatur an Hitzetagen zu vermutenden physiologischen Belastung ausgehen.

## Schlussfolgerungen

Die Versuchsergebnisse bestätigen, dass die untersuchten Rinder mit Hilfe ihres Regulationssystems ihre Körperinnentemperatur unabhängig von der Umgebungstemperatur relativ konstant halten können. Die Fieberereignisse bei 3 von 7 Mutterkühen, darunter bei 2 mit Lebendmasserückgang, weisen aber darauf hin, dass an Hitzetagen große physiologische Belastungen entstehen, die nicht von allen Kühen gleich gut verkraftet werden. Dies ist bei der weiteren Entwicklung von Weidesystemen für durch Hitze gefährdete Lagen zu berücksichtigen.

Für die Überwachung der produktiven Fitness und Gesundheit von Mutterkühen kann der Erfassung von tierphysiologischen Parametern, wie der Körperinnen- und -oberflächentemperatur, eine wachsende Bedeutung zukommen. Mit GPS-Halsbändern und Magenimplantaten können über viele Tage und Nächte u.a. die Reticulumtemperatur und die Temperatur an einem Collar kontinuierlich mit variabel einstellbaren Messintervallen (im Minutenbereich) gemessen und gespeichert werden. Die Batterieleistung erlaubt einen mehrmonatigen Einsatz. Damit wird ein Instrumentarium zur Verfügung gestellt, das die Tierüberwachung und -beobachtung erheblich erleichtert. Im Vergleich hierzu sind Rektaltemperaturmessungen mit hohem Arbeitsaufwand und Gefahren hinsichtlich des Arbeitsschutzes verbunden.

Die Körperinnentemperatur am Reticulum gibt jedoch nur einen Ansatzpunkt für die Höhe der Körperkerntemperatur; denn sie streut höher als vergleichbare Literaturangaben über andere Messverfahren. Hierfür sind exogene Einflüsse, wie die Temperatur und Menge des aufgenommenen Trinkwassers sowie des Futters, verantwortlich. Dies sollte in zukünftigen Untersuchungen detailliert quantifiziert werden.

Es wäre empfehlenswert, das vorhandene Messsystem mit einer telemetrischen Fernüberwachung zu kombinieren, um sofort auf Gesundheitsstörungen des Tieres unmittelbar reagieren zu können. Diese Informationen können Grundlagen zur Erhöhung des Tierwohls und zur optimalen Umweltgestaltung (z.B. Veränderung des Weidemanagements) liefern.

## Literatur

BAUMGARTNER, W. (2002): Innere Körpertemperatur. In: BAUMGARTNER, W. (Ed.): Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten der Haus- und Heimtiere. 5., aktual. Auflage, Verlag Parey, Berlin und Wien, 111-112.

BENZAQUEN, M.E., C.A. RISCO, C.A., ARCHBALD, L.F., MELENDEZ, P., THATCHER, M.J. & THATCHER, W. (2007): Rectal Temperature, Calving-Related Factors, and the Incidence of Puerperal Metritis In: Postpartum Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 90, 2804-2814.

BIANCA, W. (1968): Thermoregulation. In: HAFEZ, E.S.E. (Ed.): Adaptation of domestic animals. Lea and Febinger, Philadelphia, USA, 97-118.

BICKHARDT, K. (1992): Kompendium der Allgemeinen Inneren Medizin und Pathophysiologie für Tierärzte. Verlag Parey, Berlin, Hamburg.

CUNNINGHAM, J.G., KLEIN, B.G. (2007): Textbook of veterinary physiology. 4. Auflage, Verlag Saunders Elsevier, St. LOUIS, MO, USA.

DINSMORE, R.P., STEVENS, R.D., CATTELL, M.B., SALMAN, M.D. & SUNDLOF, S.F. (1996): Oxytetracycline residues in milk after intrauterine treatment of cows with retained fetal membranes. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 209, 1753-1755.

GÖMANN, H., BENDER, A., BOLTE, A., DIRKSMEYER, W., ENGLERT, H., FEIL, J.-H., FRÜHAUF, C., HAUSCHILD, M., KRENGEL, S., LILIENTHAL, H., LÖPMEIER, F.-J., MÜLLER, J., MUßHOFF, O., NATKHIN, M., OFFERMANN, F., SEIDEL, P., SCHMIDT, M., SEINTSCH, B., STEIDL, J., STROHM, K. & ZIMMER, Y. (2015): Agrarrelevante Extremwetter-lagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL); Abschlussbericht: Stand 3.6.2015. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 312 p, Thünen Rep 30, doi:10.3220/REP1434012425000

- KOLB, E. (1989): Die Regulation der Körpertemperatur. In: KOLB, E. (Ed.): Lehrbuch der Physiologie der Haustiere. Verlag Fischer, Stuttgart, New York, Band 2, 640-659.
- KRISTULA, M., SMITH, B.I. & SIMEONE, A. (2001): The use of daily postpartum rectal temperature to select dairy cows for treatment with systemic antibiotics. *Bovine Pract.*, 35, 117-125.
- PICKERT, J., FISCHER, A., EHLERT S. & BEHRENDT, A. (2017): Animal activity and welfare of suckler cows grazing during hot and cold days on fen grassland in northeast Germany. *Grassland Science in Europe* 22, 221-223
- SHELDON, I. M., LEWIS, G.S., LEBLANC, S. & GILBERT, R.O. (2006): Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology* 65, 1316-1330.
- STEINLECHNER, S. (2010): Wärmebilanz und Temperaturregulation. In: ENGELHARDT, W., BREVES, G. (Ed.): Physiologie der Haustiere Verlag Enke, Stuttgart, 476-493.
- 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)

# Weideprämie als Agrar-Umwelt-Klimamaßnahme

<sup>1</sup>G. CONTER, <sup>2</sup>H. KOHNEN, <sup>3</sup>G. VAN VLIET, <sup>1</sup>M. HOFFMANN UND <sup>4</sup>D. KLOECKER

<sup>1</sup> Lycée technique Agricole, Ettelbrück

<sup>2</sup> Centre of Resiliency, Wiltz

<sup>3</sup> Administration des services techniques de l'agriculture, Luxembourg

<sup>4</sup> CONVIS, Ettelbrück

gerard.conter@education.lu

## Einleitung und Problemstellung

Knapp zwei Drittel (61%) der landwirtschaftlichen Nutzfläche Luxemburgs besteht aus Grünland. Bedingt durch Topographie und Bodenqualität handelt es sich dabei zum Großteil um absolutes Dauergrünland (51%). Eine effiziente weidebasierte Milchproduktion auf diesen Flächen bietet vielfältige Vorteile für Produktqualität, Tiergesundheit und Klimarelevanz. Zudem wird sie der gesellschaftlichen Forderung nach einer artgerechten Tierhaltung gerecht.

Häufig werden die Vorzüge weidebasierter Produktionssysteme jedoch von der landwirtschaftlichen Praxis verkannt bzw. ungenügend umgesetzt. Technischer Fortschritt (Futterernte, Automatische Melksysteme (AMS), Zuchtfortschritt), steigende Herdengrößen und politische Entscheidungen (Abschaffung der Milchquoten, Reduktion von Handelsbarrieren) haben in den vergangenen Jahren dazu geführt, dass die traditionell weidebasierte Milchproduktion zunehmend durch eine intensive Stallhaltung, basierend auf einer silagebetonten (Mais- und Grassilage) Fütterung oft in Kombination mit hohem Kraffuttereinsatz, ersetzt worden ist.

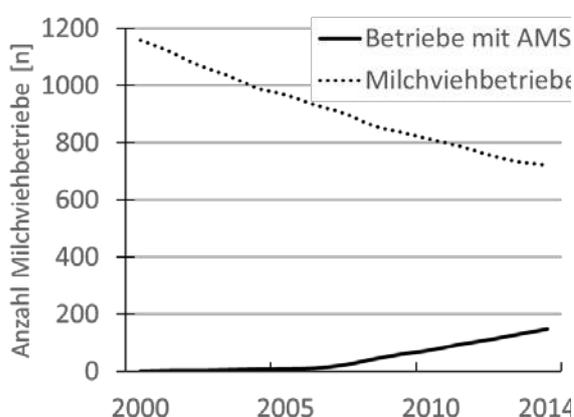


Abb. 1: Entwicklung der Anzahl der Milchviehbetriebe: mehr als 20 % der luxemburgischen Milchviehbetriebe melken mit AMS

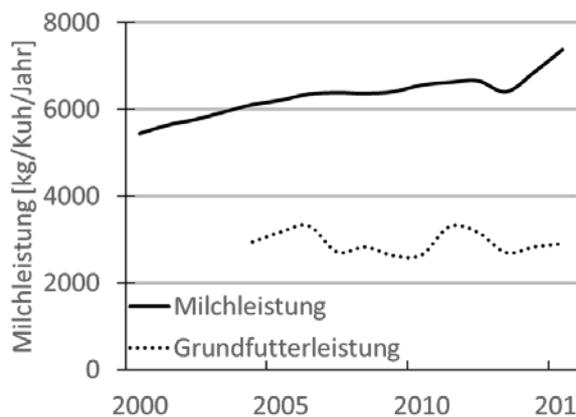


Abb. 2: Entwicklung der Milch- und Grundfutterleistung

Auf Verbraucherseite besteht jedoch eine steigende Nachfrage nach Weidemilch aus regionaler Produktion - für den Molkereisektor bietet dies eine Möglichkeit zur Erschließung zusätzlicher Absatzkanäle im Hochpreissegment.

Durch die im Jahr 2014 in Luxemburg eingeführte Weideprämie als Agrar-Umwelt-Klimamaßnahme (AUK), die damit verbundenen Kompensationszahlungen sowie eine performante Weideberatung, soll der Trend zur verstärkten Ganzjahresstallhaltung der Milchkühe nachhaltig gebrochen und mittelfristig umgekehrt werden.

## Material und Methoden

Seit 2003 arbeitet in Luxemburg eine multidisziplinäre FILL<sup>1</sup>-Grünlandgruppe aus Experten von LTA<sup>2</sup>, ASTA<sup>3</sup>, SER<sup>4</sup>, CONVIS<sup>5</sup>, und IBLA<sup>6</sup> zusammen, um die Vorteile einer effizienten Weidehaltung aufzuzeigen und in der Praxis umzusetzen. Im Rahmen der Teilnahme am europäischen Autograssmilk<sup>7</sup>-Projekt lag der Arbeitsschwerpunkt in der praktischen Umsetzung einer effizienten Weidehaltung in Kombination mit AMS. Überzeugt von der Nachhaltigkeit und Resilienz effizienter Weidehaltung, auch in großen und modern geführten Milchviehherden wurde im Rahmen dieses On-Farm-Projektes die Idee der Einführung einer Weideprämie in Kombination mit spezifischer Weideberatung ausgearbeitet. Da die Vollweide in Luxemburg aufgrund mangelnder Flächenverfügbarkeit, ungünstiger Parzellierung und Klimabedingungen häufig nicht möglich ist, besteht das Ziel der Weideberatung in der Etablierung einer effizienten Teilzeitweide. Wöchentliche Grasmessungen und angepasste Zufütterung im Stall bilden die Basis dazu.

Die ausgearbeitete Weideprämie entspricht den Richtlinien für Agrar-Umwelt-Klimamaßnahmen (AUK) der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP). AUKs sind Instrumente der zweiten Säule der GAP zur Erreichung gesetzter Umweltziele. Die teilnehmenden Landwirte verpflichten sich umweltfreundlichere Produktionsmethoden während einer Mindestdauer von fünf Jahren anzuwenden, im Gegenzug erhalten sie Kompensationszahlungen für diese Umweltdienste.

Die ganzjährige Stallhaltung von Milchkühen geht oftmals mit einer intensiven Schnittnutzung (4-5 Schnitte) der Grünlandflächen einher. Aus ökologischer Sicht ist diese Wirtschaftsweise mit negativen Impakten auf die Biodiversität und hauptsächlich auf die Vogelpopulationen (Kiebitz, Braunkehlchen, Wiesenpieper, ...) verbunden. Die Weidehaltung von Rindern dagegen bietet den betroffenen Vogelpopulationen durch die Förderung von Insekten bessere Überlebenschancen – zudem entstehen durch die heterogen genutzten und dadurch besser strukturierten Grünlandflächen gute Rückzugs- und Brutmöglichkeiten für die Bodenbrüter, welche durch späte Mahd- und Mulchtermine unterstützt werden (SCHNEIDER et al. 2017). Weiterhin vermag eine effiziente Weidenutzung, bei ausgeglichenem Energie/Eiweißverhältnis den Einsatz von Maissilage in der Milchviehfütterung zu reduzieren und damit gleichzeitig auch die Reduktion benötigter Sojaimporte mit allen einhergehenden negativen Umweltimpakten auf den Schattenflächen in den Produktionsländern zu unterstützen. Aus politischer und gesellschaftlicher Perspektive versucht Luxemburg schließlich, im Rahmen der Priorität 3a<sup>8</sup> der GAP eine lokale Weidemilchproduktion umzusetzen – es besteht somit eine konkrete Nachfrage nach regionaler Weidemilch.

Die Kompensationszahlung der AUK-Weideprämie beschränkt sich auf Milchkühe und wird auf Basis der beweideten Flächen berechnet. Unter Berücksichtigung eines maximal erlaubten Viehbesatzes von 7 GVE/ha müssen teilnehmende Weidebetriebe über eine Mindestweidefläche mit Zugang zur Melkanlage innerhalb von einem Radius von 1.000 m verfügen. Unter luxemburgischen Ertragsgegebenheiten entspricht dies einer täglichen Weidegrasaufnahme von 7-8 kg TM/Kuh/ha und damit einer gut geführten Halbtagsweide.

---

<sup>1</sup> Fördergemeinschaft integrierte Landbewirtschaftung Luxemburg

<sup>2</sup> Lycée technique Agricole

<sup>3</sup> Administration des services techniques de l'agriculture

<sup>4</sup> Service d'économie rurale

<sup>5</sup> Herdbuchverband

<sup>6</sup> Institut für biologische Landwirtschaft und Agrarkultur

<sup>7</sup> Europäisches-FP7 Projekt zur Förderung der Weidehaltung in Kombination mit AMS

<sup>8</sup> Priorität 3a der GAP: Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Primärerzeuger durch deren bessere Einbindung in die Nahrungsmittelkette

Die obligatorische Teilnahme an einer offiziellen Milchleistungsprüfung dient als Basis zur Berechnung der minimal erforderlichen Weidefläche.

Die Weideprämie fordert eine Beweidung während der gesamten Saison: im Frühjahr ab Vegetationsbeginn (spätestens ab dem 1. Mai), bis zum Ende der Vegetationsperiode im Herbst (15. November). Um eine effiziente Beweidung ohne zusätzlichen administrativen Aufwand für den Landwirt (Weidetagebuch) sicher zu stellen, ist die Abfuhr von Mähgut von den Weideflächen während der Hauptwachstumsperiode verboten. In Abhängigkeit der betrieblichen Gegebenheiten, hat der Landwirt verschiedene Optionen zur Wahl:

- Option a: keine Mahd vor dem 15. Juli, Mulchen ab dem 15. Mai (250€/ha)
- Option b: keine Mahd vor dem 30. August, Mulchen ab dem 15. Mai (300€/ha)
- Zusatzoption (für a+b): Mulchen erst nach dem jeweiligen Mähtermin (+50€/ha)

Die Höhe des finanziellen Ausgleichs wurde auf der Grundlage von INLB<sup>9</sup>-Daten berechnet und dies unter Berücksichtigung folgender Aspekte:

- Reduzierte Milchleistung bei weidebasierter Fütterung
- Aufwändigeres Herdenmanagement, mit täglich erforderlichen Managemententscheidungen
- Erstellen und Unterhalt von Weideinfrastrukturen (Zäune, Weidewege, ...)

Die gewährten Kompensationszahlungen werden im Rahmen der GAP zu 25% kofinanziert. Je nach gewählter Prämienoption und Beweidungsintensität hat die AUK-Weideprämie einen finanziellen Impakt von +0,5 bis +0,9 ct/kg Milch<sup>10</sup>.

Tab. 1: Geschätzte Kompensationszahlung [ct/kg Milch] in Abhängigkeit der gewählten Prämienoption und Beweidungsintensität

		Prämienoption [€/ha]	
		250	350
Beweidungsintensität [Kühe/ha]	5	0,7	0,9
	7	0,5	0,7

Wichtig für die Genehmigung und die effiziente Umsetzung von AUKs ist eine transparente, objektive und einfach umsetzbare Kontrolle. Der beschriebene Prämienaufbau erlaubt eine einfache Kontrolle auf der Basis von systematisch erfassten Daten:

- Prämienfähige Flächen werden der Verwaltung im Rahmen des Flächenantrages gemeldet und in einer zentralen Datenbasis erfasst, welche eine administrative Kontrolle ermöglicht.
- Die Kuhzahl wird im Rahmen der Milchleistungsprüfung festgehalten. Zusätzliche Herdendaten könnten der HIT-Datenbank entnommen werden: auf dieser Basis lässt sich die erforderliche Weidefläche rechnerisch ermitteln.

Zusätzlich wird in der Vegetationsperiode stichprobenartig geprüft, ob eine Beweidung tatsächlich stattfindet.

Die Kontrolle auf Basis vorhandener Daten ist sehr einfach und erspart dem teilnehmenden Landwirt einer aufwendigen Dokumentationspflicht nach zu kommen. Dies ist ein wichtiger Aspekt zur Erhöhung der praktischen Akzeptanz der AUKs.

<sup>9</sup> Europäisches Informationsnetz landwirtschaftlicher Buchführungen

<sup>10</sup> Bei einer angenommenen Milchleistung von 7.500 kg/Kuh/Jahr

## **Ergebnisse und Diskussion**

Die AUK-Weideprämie wurde im Jahr 2014 eingeführt. Im vergangenen Jahr 2017 haben 110 von insgesamt 682 luxemburgischen Milchproduzenten an der AUK-Weideprämie teilgenommen. Mit insgesamt 5.750 Milchkühen entspricht dies etwa 12% der nationalen Milchproduktion oder einer Produktionsmenge von 40.000t Milch pro Jahr!

Größte praktische Herausforderung bei der Umsetzung der Weideprämie ist ein effizientes Weidemanagement während der Hauptwachstumsperiode. Für eine Reihe von Betrieben scheint diese Hürde derart problematisch, dass sie auf die Prämie verzichten. Aufgrund des hohen Flächendrucks und Unsicherheiten über die (langfristige) Verfügbarkeit benötigter Pachtflächen scheuen sich andere Betriebe vor der geforderten fünfjährigen Teilnahmeverpflichtung.

Unter Berücksichtigung einiger Basisregeln eines effizienten Weidemanagements verläuft die Praxisumsetzung in der Regel unproblematisch:

- Frühe Weide
- Angepasste Zufütterung im Stall
- Angepasste Düngung

Einschränkend erweist sich jedoch das durch den gewählten Prämienaufbau (exklusive Beweidung gemeldeter Flächen mit Milchkühen bis zum 15. Juli bzw. 30. August) bedingte Verbot von:

- Nachbeweidung (Leader-Follower System)
- Alternierender Weide- und Schnittnutzung

Die Einführung einer Weidemilchproduktion für die teilnehmenden Betriebe wurde bereits im Vorstand der nationalen Molkereigenossenschaft diskutiert, bis zum heutigen Tage allerdings (noch) nicht in die Praxis umgesetzt.

## **Schlussfolgerung**

Drei Jahre nach der Einführung ist die AUK-Weideprämie für Milchkühe gut in der Praxis etabliert. Das effiziente Prämiendesign, basierend auf bestehenden administrativen Daten ermöglicht eine effiziente Kontrolle ohne zusätzlichen Aufwand für den Landwirt und lässt trotzdem ausreichend Raum für notwendige und praxisorientierte Managemententscheidungen.

Das Aufkommen der ganzjährigen Stallhaltung hat in den vergangenen Jahrzehnten vieles an Weidetradition, -wissen und -infrastrukturen verloren gehen lassen. Geänderte Rahmenbedingungen (größere Herden, ...) fordern zudem neue innovative Weidetechniken. Die häufig fehlende Fachkenntnis bedingt Unsicherheit in der Praxis – eine der Hauptursachen, weshalb es schwierig ist, neue/zusätzliche Betriebe für die AUK-Weideprämie zu gewinnen.

Eine weitere Steigerung der Anzahl teilnehmender Betriebe an der AUK-Weideprämie fordert demnach eine performante Beratung im Bereich effizienter Weidetechniken. Um dieser Herausforderung gerecht zu werden, hat das luxemburgische Grünlandteam u.a. systematische Grasmessungen auf 5 Pilotbetrieben (seit März 2018) eingeführt sowie die Publikation der entsprechenden Managementparameter innerhalb von 36 Stunden im Rahmen eines wöchentlichen Grünland-Tickers ([www.grengland.lu](http://www.grengland.lu)) umgesetzt.

## Referenzen

ASTA, Service agri-environment (2014): Förderprogramm für umweltgerechte und den Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren

SCHNEIDER, S., KLOPP, F. (2017): Unveröffentlichte Feldstudie. SICONA

SER, Statistics. (2018): Milk production, [www.ser.public.lu/statistics/animal\\_production/index.html](http://www.ser.public.lu/statistics/animal_production/index.html)







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

<sup>1</sup>A. STEINWIDDER, <sup>2</sup>U. EILERS, <sup>3</sup>G. PLESCH, <sup>4</sup>B. ALBRECHT, <sup>2</sup>M. HARSCH, <sup>5</sup>K. MAIER,  
UND <sup>1</sup>M. STURM

<sup>1</sup>Bio-Institut der Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein,  
Raumberg 38, A-8952 Irdning

<sup>2</sup>Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg, Rinderhaltung Aulendorf (LAZBW)

<sup>3</sup>Biokreis Erzeugerring Nordrhein-Westfalen e.V.

<sup>4</sup>Biokreis Erzeugerring Bayern e.V.

<sup>5</sup>Naturland Fachberatung - Erzeugerring für naturgemäßen Landbau e.V.

andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at

## Einleitung

Auf Grund der zeitlichen und physischen Belastung bei der Melktätigkeit setzen immer mehr Betriebe auf den Einsatz von automatischen Melksystemen (ALBERTI et al., 2010). Die Kombination von Weidehaltung mit AMS stellt jedoch besondere Herausforderungen an das Betriebs-, Fütterungs- und Weidemanagement (BROCARD et al., 2014). Auch in der biologischen Landwirtschaft gewinnen AMS an Bedeutung, wobei hier sowohl die Bio-Produktionsrichtlinien (Bio-EU-Verordnung, privatrechtliche Standards) bzw. Milch-Vermarktungsprogramme grundsätzlich Weidehaltung vorschreiben. Biologisch wirtschaftende Betriebe streben darüber hinaus einen möglichst minimierten und effizienten Kraftfuttereinsatz an. Bei ausgedehntem Weidegang sind besondere Managementmaßnahmen notwendig, um die angestrebten Melkungen je Kuh und Tag zu realisieren. Aufbauend auf Forschungsprojekte in Deutschland und Österreich sollten unter Einbeziehung von Ergebnissen der Literatur für biologisch wirtschaftende AMS-Milchviehbetriebe Empfehlungen abgeleitet und eine Beratungsbroschüre erstellt werden.

## Material und Methode

Im Rahmen des Projektes „Optimierung des Systems Weidegang und automatisches Melken im ökologischen Landbau“ des Landwirtschaftlichen Zentrums Baden-Württemberg (LAZBW) wurden Betriebe baden-württembergischer und bayerischer Milcherzeuger bezüglich ihrer aktuellen praktischen Weide-AMS-Umsetzung untersucht (EILERS et al. 2017). Eine vergleichbare Studie wurde auch in Österreich, bei im Durchschnitt kleinerer Betriebsgröße, durchgeführt (STEINWIDDER und STURM, 2017). Aufbauend auf die Ergebnisse der beiden Untersuchungen, sowie Empfehlungen der Literatur, wurden in einer länderübergreifenden Zusammenarbeit von Bio-Beratung und Forschung eine Beratungsunterlage (EILERS et al. 2018) sowie ein Foliensatz und Praxis-Video (siehe [www.raumberg-gumpenstein.at/weideinfos](http://www.raumberg-gumpenstein.at/weideinfos)) erstellt.

## Ergebnisse

Im Vergleich zu konventionellen Betrieben steht auf Bio-Betrieben der Einsatz eines AMS oft unter anderen Vorzeichen. Bio-Betriebe liegen zumeist in der Milchleistung tiefer, setzen stärker auf ausgedehntere Weidehaltung und versuchen den Einsatz an Zukauffutter zu minimieren. Die für überwiegend konventionell wirtschaftenden Betriebe angegebenen Ziel- bzw. Richtwerte zu den technischen Parametern des AMS treffen daher im Mittel für Bio-Betriebe nicht zu (siehe Tab. 1).

Bei der Kombination von AMS und Weidegang spielt hinsichtlich des **Kuhverkehrs** die Regelung des Weidezuganges eine wesentliche Rolle. Diese beeinflusst die Weidefutteraufnahme, die Auslastung des AMS und vor allem auch den Nachtreibeaufwand. Eine gute Ausnutzung der Weideleistung ist bei einer passablen Arbeitswirtschaft nur möglich, wenn eine gewisse Form der Steuerung beim Weidezugang stattfindet. Dies betrifft insbesondere Weidebetriebe mit mehr als 50 zu melkenden Kühen pro AMS. Es wird grundsätzlich zwischen freiem, selektivem und geblocktem Zugang zur Weide unterschieden. Der selektive Zugang kann automatisch oder manuell erfolgen. Unter geblocktem Zugang versteht man das „Aussperren“ der gesamten Herde aus dem Stall zum Beispiel auf eine Weidefläche, die keinen freien Kuhverkehr zwischen Weide und Stall (z.B. Straße etc.) erlaubt. Da während der Weidezeit unter diesen Bedingungen keine Melkungen am AMS stattfinden, trägt diese Variante zu einer eingeschränkten Auslastung des AMS bei. In der Praxis sind der freie und der automatisch selektiv-gelenkte Zugang zur Weide von besonderer Bedeutung. Mangels Selektion und Lenkung des Tierverkehrs besteht bei freiem Weidezugang die Gefahr, dass bei attraktivem Weidefutterangebot oder entsprechender Witterung, die Tiere nicht ausreichend oft in den Stall und damit zum AMS kommen oder gegebenenfalls auch nur im Stall bleiben. Effektiver in Hinblick auf die Auslastung des AMS und Reduzierung des Nachtreibeaufwandes ist eine selektive Steuerung des Weidezugangs. Bei der zentralen Selektion erfolgt die Selektion entweder direkt am AMS (ein Tor führt auf die Weide, eines zurück in den Stall) oder durch ein direkt dem AMS nachgeschaltetes Selektionstor.

Tabelle 1: Zielwerte für technische Parameter von automatischen Melksystemen auf konventionellen bzw. biologisch wirtschaftenden Betrieben (EILERS et al. 2018)

Parameter	„Konventionell“	„Bio“
Milch je AMS (kg/Tag)	1.800	1.500
Melkende Kühe je AMS u. Tag	60 - 70	45 - 70
Melkungen je AMS u. Tag	180 - 200	100 - 180
Melkungen je Kuh u. Tag	2,4 - 3,0	2,2 - 2,7
Milch je Melkung/Kuh (kg)	10 - 12	10
Auslastung (%)	80 - 85 (90)	70 - 80
Melkbarkeit (kg/min)	2,6 - 2,8	
Durchschnittliches Laktationsstadium (Tage)	140 - 180	

Eine mit einem etwas höheren technischen Aufwand verbundene Lösung ist der Einsatz eines dezentralen **Selektionstors**. Als großer Vorteil kann die hohe Flexibilität, was den Ort der Steuerung des Weidezugangs betrifft, genannt werden. Das AMS muss also keine Anbindung an den Stallausgang haben, sondern kann frei im Stall positioniert werden. Durch eine Verbindung mit dem intelligenten Selektionstor kann der Landwirt den Zugang zur Weide für das Einzeltier gezielt per Melkanrecht steuern. Allerdings ist die Nutzung der Weide von dem aktiven Aufsuchen des Tores durch die Tiere abhängig. Es kann also sein, dass „weidefaule“ Kühe permanent im Stallbereich verbleiben. Über dezentrale Selektionstore kann darüber hinaus der Weideflächenwechsel oder die Umtriebsweide automatisiert werden. Die Zugangssteuerung zur Weide ist immer an das AMS gekoppelt. Die Investitionskosten für ein Ein-Weg-Weide-Selektionstor (z.B. Lely Grazeway, oder DeLaval Smartgate) betragen netto ab 5 500 € inklusive Montage. Zwei- bzw. Drei-Wege-Selektionstore sind ab ca. 7000 bis 8000, € inklusive Montage zu haben. Die Rückkehr von der Weide in den Stall (bzw. Laufhof) muss immer frei erfolgen können. Eine Rücklaufsperr

verhindert einen erneuten Weidebesuch ohne Kontrolle des Melkanrechts (durch AMS oder Selektionstor).

Das **Lockfutter und die Zufütterung** sind zentrale Maßnahmen, um die Kühe zum Melken und zur Tierkontrolle freiwillig in den Stall zu bewegen. Über feste Fütterungszeiten in Kombination mit gezielten Weidesperrzeiten kann das Gewohnheitsbedürfnis der Tiere im Tagesrhythmus genutzt werden, um den Nachtreibeaufwand zu reduzieren und das Herdenmanagement zu erleichtern. Neben den erforderlichen Weidezäunen sind tiergerechte Triebwege und klauengesunde und lauffreudige Kühe sehr wichtig für das Funktionieren des Systems. Doch nichts funktioniert ohne die nötige Motivation und das Know- How des Landwirtes.

Tabelle 2: Faktoren zur Verbesserung der Weidenutzung und Reduktion des Nachtreibeaufwands (EILERS et al. 2018)

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

Als unabdingbare betriebsstrukturelle Bedingung für die Umsetzbarkeit von Weidegang und automatischem Melksystem bleibt das **Vorhandensein von Weidefläche** in AMS bzw. Stallnähe, möglichst mit direktem Verbindungsweg zwischen Weide und Stall. Die Mindestweidefläche von ca. 600 m<sup>2</sup> je Kuh leitet sich von dem Anspruch in der ökologischen Landwirtschaft ab, den Tieren nicht nur ausreichend lange (mindestens 5 Stunden täglich) Weidegang, sondern in dieser Zeit auch die Aufnahme von frischem Weidegras zu ermöglichen.

Tabelle 3: Zielsetzungen und geeignete Systemkomponenten in Weidegang-AMS-Systemen

	Maximierung Freigeizlandzugang	Maximierung Weidegang mit Weide- grasaufnahme	Freier Kuhverkehr	Minimierung Kraftfutteraufwand	Funktionsicherheit AMS	Minimierung Nachtreibeaufwand	Maximierung Milchertrag
<b>AMS-Standort</b>							
Stall	X	X	X	X	X	X	X
Weide (stationär oder mobil)	X	X		X	X	X	
<b>AMS-Kuhverkehr</b>							
Frei	X	X	X				
Feed First				X		X	X
<b>Besatzstärke (Kühe je ha Weidefläche)</b>							
< 5	X	X		X			
6 bis 10	X			X			
> 10						X	X
<b>Tägliche Zugangsdauer zur Weide</b>							
Bis zu 5 Stunden						X	X
5 bis 12 Stunden				X			
Über 12 Stunden	X	X	X	X			
<b>Steuerung des Weidezuganges</b>							
Frei (keine Steuerung)	X		X				
Selektiv (automatisiert)	X	X				X	X
Geblockt	(X)*	(X)*					
<b>Weidesystem</b>							
Joggingweide/Grünauslauf						X	X
Standweide	X					X	X
Kurzrasenweide/Mähstandweide	X	X		X			
Portionsweide	X	X		X			X
Umtriebsweide	X	X					X

Weideflächenwechsel	X	X				X	
Hoher Weidekomfort (z.B. Witterungsschutz, Tränken etc.)	X	X		X			
Zufütterung am Trog							
Keine (Vollweide)	X	X		X			
Grundfutter	X			X			
Kraftfutter	X	X				X	
Mischration						X	X
Kraftfuttereinsatz							
Nur Lockfutter im AMS	X	X		X			
Leistungsabhängig im AMS		X					X
Zusätzlich leistungsabhängig über Kraftfutterstation							X
Bestandsgröße (Anzahl Kühe je AMS-Station)							
< 60	X	X	X		X	X	
61 bis 70	X		X			X	
> 70							X
Hoher Stallkomfort (z.B. Klima, Liegeboxen, Bürsten, Tränken)			X	X		X	X

(X)\* Maßnahme zur Maximierung des Weidegangs bei knapper Weidefläche im einzelnen Betrieb

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

Bei ausreichender und noch dazu arrondierter Weidefläche spricht i.d.R. einem potenziellen 24-stündigen **Weidezugang** nichts entgegen. Müssen die Tiere von Hand auf die Weidefläche gebracht und wiedergeholt werden (geblockter Weidegang s.o.), verkürzt dies die Weidedauer auf wenige Stunden täglich, weil es der Auslastung des AMS entgegensteht. Alle anderen Situationen sind meist Mischformen, die mit einer entsprechenden Kürzung oder Verlängerung der Weidedauer einhergehen. Gute Weideführung ist entscheidend und je nach Grundvoraussetzungen im Betrieb oft auch eine

hohe Kunst. Am Anfang steht die Entscheidung für ein bestimmtes **Weidesystem** (Kurzrasen-, Umtriebs-, Stand- oder Portionsweide). Häufig handelt es sich auch, in Abhängigkeit von Jahreszeit und der Entwicklung des Aufwuchses um Mischsysteme. Die entsprechende Parzellierung und Einteilung der Flächen, die Wahl der angemessenen Besatzstärke im jeweiligen Vegetationsabschnitt und z.B. auch Dinge wie das Wasserangebot oder das Vorhandensein von guten Triebwegen entscheiden über die erfolgreiche Nutzung der vorhandenen Weidekapazitäten.

## Schlussfolgerungen

Weidebetriebe können mit dem richtigen Management auch mit einem AMS gut zurechtkommen. Zu beachten ist vor allem, dass eine zum Betrieb passende Weidestrategie und ein passendes Leitsystem im Kuhverkehr gefunden werden. Grundsätzlich sind alle Weidesysteme (Kurzrasenweide bis Portionsweide) möglich. Mit steigenden Herdengrößen bzw. Weidefutter-Rationsanteilen nehmen die Anforderungen an das Weide-AMS-Management zu. Ausführliche Empfehlungen und Tipps dazu können bei Eilers et al. (2018) nachgelesen werden.

## Literatur

ALBERTI, J. H., BAUM, M., BONSELS, T., LOSAND, B., MAHLKOW-NEGRE, K., NATROP, C., PRIES, M., SCHUSTER, H., WALTER, S. & VERHÜLSDONK, C. (2010): 100 Antworten zu Automatischen Melksystemen. *DLG-Kompakt*, DLG Verlag, München. 120 S.

BROCARD, V. (2016): AMS und Weide: Erfahrungen aus Frankreich. In: autograssmilk (Hrsg): Innovative Milchproduktion mit der Weide. Elletbrück-Lux, 22–60.

EILERS, U., LANDWEHR, M., BÜHLER, M., MERZ, L., KRAUSE, M., ADRION, F., BERNHARDT, H., STEINWIDDER, A., PLESCH, G. & ALBRECHT, B. (2017): Voraussetzungen und Empfehlungen zum Einsatz von automatischen Melksystemen (AMS) auf Bio-Betrieben mit Weidegang. Österreichische Fachtagung Biologische Landwirtschaft. 9. Nov. 2017, *Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2017*, 57-63.

EILERS, U., PLESCH, G., ALBRECHT, B., HARSCH, M., MAIER, K., STURM, M. & STEINWIDDER, A. (2017): Bio-Weidehaltung und AMS – So funktioniert es! *ÖAG-Info 6/2017*. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Viehwirtschaft (ÖAG) Irdning-Donnersbachtal, 24 Seiten.

STEINWIDDER, A. & STURM, M. (2017): Bio-Weidehaltung bei Verwendung von automatischen Melksystemen (AMS) – Ergebnisse von Praxisbetrieben in Österreich. Österreichische Fachtagung Biologische Landwirtschaft. 9. Nov. 2017, *Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2017*, 45-56.

# Vergleich des Nährstoffgehalts von Weidefutterproben aus simulierten Kurzrasenweideparzellen bzw. Kurzrasenweideflächen

A. STEINWIDDER, W. STARZ, H. ROHRER UND R. PFISTER

Bio-Institut der Höheren Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein,  
Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

andreas.steinwider@raumberg-gumpenstein.at

## Einleitung

Die Ertrags- und Futterqualitätsbestimmung ist von zentraler Bedeutung für die landwirtschaftliche Praxis, Beratung und Forschung. Im Vergleich zur standardisierten Beprobung von Grünlandfutterproben aus schnittgenutzten Parzellen, wird in der Weidehaltung zur Beschreibung der Futterqualität häufig auf Futterproben von schnittgenutzten Simulationsflächen oder möglichst repräsentativ gezogenen Futterproben, direkt aus den Weideflächen, zurückgegriffen. In der vorliegenden Untersuchung sollten Futterproben aus schnittgenutzten Kurzrasen-Simulationsflächen (KW-SIM) sowie Handfutterproben, direkt aus den Kurzrasenweideflächen (KW-HAND) von Milchkühen, hinsichtlich des Nährstoffgehalts verglichen werden.

## Material und Methode

STEINWIDDER et al. (2017, 2018) untersuchten über drei Jahre die Milchflächenleistung von Bio-Milchkühen bei Vollweide- bzw. Silagefütterung. Dabei wurden die Futterqualität und der Ertrag bei Weidehaltung über Weidesimulationsflächen (KW-SIM) abgeschätzt. Auf den drei von den Milchkühen als Kurzrasenweide genutzten Flächen wurden dazu Weidekörbe aufgestellt und das Grünfutter bei einer angestrebten Aufwuchshöhe von 7 cm, mit Hilfe einer elektrischen Handgartenschere bei einer Schnitthöhe von 3 cm (Aufwuchshöhe jeweils gemessen mit dem Rising-Plate Pasture Meter (RPM)), achtmal jährlich in vierfacher Wiederholung geerntet (Abbildung 1). Nach jeder Ernte wurden dazu die Weidekörbe innerhalb der Fläche einige Meter weiter versetzt und die Fläche unterhalb des Weidekorbes mit den Scheren auf 3 cm eingekürzt. Dadurch sollten nur der Nettozuwachs bei der nächsten Ernte erhoben werden und gleichzeitig auch die Effekte der Weidetiere auf den Pflanzenbestand integriert werden.

Abb.1: Weidekörbe auf den Kurzrasenweideflächen und Probennahme aus den



Weidekörben bei 7 cm Aufwuchshöhe (KW-SIM)

Zu jedem der acht Erntetermine pro Jahr wurden auch Handfutterproben (KW-HAND), direkt aus den Kurzrasenweideflächen der Milchkühe, gezogen. Dazu wurde eine mechanische Handgartenschere durch angebrachte „Futter-Auffangflügel“ so adaptiert, dass das geschnittene Futter möglichst ohne Verluste aufgefangen werden konnte. Die Kühe wurden bei der Beprobung auf den Flächen begleitet, dabei das Graseverhalten (Weidebereich und Bisstiefe) beobachtet und parallel dazu bestmöglich vergleichbares Futter für die Probenanalytik gewonnen (Abbildung 2).



Abb.2: Handfutterprobenahme entsprechend der Weidefutteraufnahme der Kühe direkt aus den Kurzrasenweideflächen (KW-HAND)

Der Pflanzenbestand auf den drei Kurzrasenweide-Dauergrünlandflächen setzte sich im Mittel zu 77 % aus Gräsern (43 % Englisches Raygras, 16 % Wiesenrispe, 5 % Lägerrispe, 3 % Gemeine Rispe, 11 % Andere Gräser), 12 Leguminosen (vorwiegend Weißklee) und 9 % Kräuter sowie 1 % Lücken zusammen (STEINWIDDER et al. 2017).

Die chemischen Analysen der bei 30 °C schonend getrockneten Futtermittel erfolgten nach den Methoden der ALVA (1983). Die Weender Nährstoffe und Van Soest-Gerüstsubstanzen wurden mit Tecator-Geräten analysiert. Entsprechend den Ergebnissen von SCHNEIDER und BELLOF (2009) erfolgte die Energiebewertung der Weidefutterproben mit Hilfe der GfE-Gleichungen aus dem Jahre 1998 (GfE, 1998).

Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 ausgewertet. Bei der angewendeten GLM Prozedur waren die fixen Effekte „Probenherkunft“, „Jahr“, „Aufwuchs“ und „Fläche“, Interaktion „Probenherkunft x Jahr“, „Probenherkunft x Aufwuchs“ und „Probenherkunft x Fläche“. In der Ergebnistabelle werden die Least-Squares Mittelwerte und der P-Werte aus der Varianzanalyse sowie der Standardfehler des Mittelwertes für den fixen Effekt „Probenherkunft“ angegeben. Die Interaktionen zwischen den fixen Effekten waren nicht signifikant, von signifikanten Differenzen wird bei einem P-Wert <0,05 ausgegangen.

## Ergebnisse und Diskussion

Bei der Futterernte lag die Weidefutter-Aufwuchshöhe der durch Weidekörbe abgetrennten Weide-Simulationsparzellen (KW-SIM) im Mittel bei 7,5 cm ( $\pm 1,8$ ) und die Restaufwuchshöhe nach der Ernte betrug im Mittel 3,4 cm ( $\pm 0,5$ ). Die mittlere Aufwuchshöhe der von Vollweide-Milchkühen genutzten Kurzrasenweideflächen (KW-HAND) lag durchschnittlich bei 5,3 cm ( $\pm 0,81$ ). Die Schnitthöhe bei der Ernte der KW-HAND-Proben variierte, da die Weidefutteraufnahme der Kühe entsprechend nachvollzogen wurde.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse zu den Rohnährstoffgehalten, den Gerüstsubstanzen, den Netto-Energiegehalten sowie den Kalzium- und Phosphorgehalten angeführt.

Für XP, XL, XX, ADF<sub>OM</sub> und P ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Probenherkünften (KW-HAND bzw. KW-SIM), wenngleich die absoluten Differenzen relativ gering waren. Die Handfutterproben lagen, relativ zu den simulierten Kurzrasenweideproben, im XP-, XL- und P-Gehalt um 3-7 % höher und im XX-, ADF<sub>OM</sub>-Gehalt um 3 % niedriger. Die TM-, XF-, NDF<sub>OM</sub>-, Ca- und Netto-Energiegehalte unterschieden sich demgegenüber nicht signifikant zwischen den Probenherkünften. Der Energiegehalt lag im Mittel bei 6,57 bzw. 6,61 MJ NEL je kg Trockenmasse.

STEINWIDDER et al (2017) verglichen den Nährstoffgehalt der simulierten Kurzrasenweideparzellen (7,5 cm<sub>RPM</sub>) auch mit Proben eines simulierten Koppelsystems welches bei durchschnittlich 10,1 cm<sub>RPM</sub> regelmäßig geerntet wurde. Die Autoren stellten mit steigender Aufwuchshöhe einen signifikanten Rückgang des XP-, XL- und P-Gehaltes und einen Anstieg des Strukturkohlenhydrat- und XX-Gehalts fest (Abbildung 3). Legt man diesen Trend auf die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit um, dann dürfte sich das Futter in den Weidekörben mit durchschnittlich 7,5 cm<sub>RPM</sub>, im Vergleich zu den Handfutterproben direkt aus der Kurzrasenweide (5,3 cm<sub>RPM</sub>), bereits in einem physiologisch etwas fortgeschrittenen Vegetationsstadium befunden haben. Da bei der Probennahme direkt in der Weidefläche auch das Fressverhalten der Kühe nachvollzogen wurde, können die Nährstoffunterschiede aber auch auf das Selektionsverhalten der Kühe (Blätter, Leguminosen etc.) bzw. Unterschiede in der Zusammensetzung der Arten zurückgeführt werden.

Tabelle 1: Ergebnisse der Grünfutterproben aus den simulierten Kurzrasenweideparzellen (KW-SIM) bzw. den Handfutterproben aus den beweideten Kurzrasenweideflächen (KW-HAND)

	Probenherkunft				P-Wert
	KW-SIM		KW-HAND		
	LS-Mean	SEM	LS-Mean	SEM	
Anzahl, N	72		67		
Trockenmasse, g/kg FM	192	2,0	192	2,2	0,951
Rohprotein, g/kg TM	209	2,3	225	2,5	<0,001
Rohfaser, g/kg TM	193	1,4	190	1,5	0,133
Rohfett, g/kg TM	28,2	0,22	29,0	0,24	0,013
Rohasche, g/kg TM	94,4	0,82	94,1	0,88	0,821
N-freie Extraktst., g/kg TM	475	2,3	461	2,4	<0,001
ADF <sub>OM</sub> , g/kg TM	249	1,6	241	1,7	0,002
NDF <sub>OM</sub> , g/kg TM	395	2,5	389	2,6	0,071
Netto-Energie-Lakt., MJ/kg TM	6,57	0,02	6,61	0,02	0,102
Ca, g/kg TM	8,59	0,13	8,43	0,14	0,410
P, g/kg TM	4,67	0,05	4,94	0,06	0,001

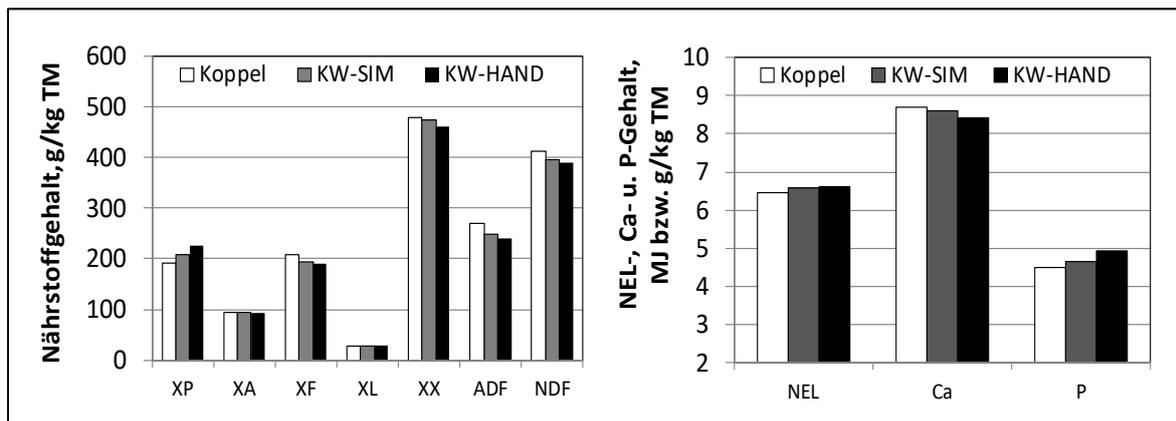


Abb. 3: Durchschnittlicher Rohnährstoff-, Netto-Energie-Laktation-, Calcium- und Phosphorgehalt der Futterproben aus der vorliegenden Arbeit (*KW-SIM*, *KW-HAND*) bzw. für eine simulierte Koppelweide (*Koppel*) aus STEINWIDDER et al. (2017)

## Schlussfolgerungen

Eine repräsentative Futterprobennahme, welche die durch Rinder aufgenommene Weidefutterqualität bestmöglich abbildet, stellt bei Weidehaltung eine Herausforderung dar. Die Qualität des aufgenommenen Weidefutters wird vom Pflanzenbestand, dem Weidesystem, der Weideaufwuchshöhe, der Futterdichte, der Besatzstärke, der zur Futterselektion zur Verfügung stehenden effektiven Grasezeit der Tiere (Futtermenge pro Bissen, Bissfrequenz etc.) und dem Nährstoffbedarf der Rinder wesentlich mitbestimmt.

Da die routinemäßige Weide-Probengewinnung über eine Ösophagus-Fistel bzw. pansenfistulierte Tiere sehr aufwändig ist, wird üblicherweise auf Futterproben aus simulierten Weideflächen oder auf Proben direkt aus der Weide zurückgegriffen.

In der vorliegenden Arbeit wurde diesbezüglich eine Untersuchung bei Kurzrasenweidehaltung mit Milchkühen auf einem alpinen Dauergrünlandbestand durchgeführt. Dabei wurden die Nährstoffgehalte von Handfutterproben, welche auf einer Kurzrasenweide - unter bestmöglicher Nachvollziehung des Fressverhaltens von Milchkühen gewonnen wurden - als Referenzgehalte angesetzt. Im Vergleich dazu wurden Futterproben von Kurzrasen-Simulationsflächen, welche auf derselben Fläche (Pflanzenbestand etc.) und bei einer Ernteaufwuchshöhe von 7,5 cm und einer Schnitthöhe von 3,4 cm (jeweils gemessen mit dem RPM) geerntet.

Für XP, XL, XX,  $ADF_{OM}$  und P ergaben sich signifikante Gehaltsunterschiede zwischen den Probenherkünften (*KW-HAND* bzw. *KW-SIM*), wenngleich die absoluten Differenzen jedoch relativ gering waren. Der Energiegehalt lag im Mittel bei 6,6 MJ NEL und unterschied sich nicht zwischen den geprüften Varianten.

Unter Berücksichtigung der Nährstoffveränderungen, welche mit zunehmender Weideaufwuchshöhe zu erwarten sind, hätte eine frühzeitigere Ernte (Ernte-Aufwuchshöhe bei  $\varnothing$  6,5-7,0  $cm_{RPM}$ ) möglicherweise zu noch geringeren Differenzen im Nährstoffgehalt zwischen den Varianten geführt.

## Literatur

ALVA (ARBEITSGEMEINSCHAFT LANDWIRTSCHAFTLICHER VERSUCHSANSTALTEN (1983): Österreichisches Methodenbuch für die Untersuchung von Futtermitteln, Futterzusatzstoffen und Schadstoffen. Wien.

DLG (Deutsche-Landwirtschafts-Gesellschaft), (1997): Futterwerttabellen Wiederkäuer. 7. erweiterte u. überarbeitete Auflage, DLG-Verlag Frankfurt, 212 S.

GFE (GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE), (1998): Formeln zur Schätzung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie in Futtermitteln aus Aufwüchsen des Dauergrünlandes und Mais-Ganzpflanzen. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.*, 7, 141–150.

SCHNEIDER, S. & BELLOF, G. (2009): Energetischer Futterwert von Grünaufwuchs für die Rinderfütterung von der Kurzrasenweide. Internationale Weidetagung 2009, Grub, *Schriftenreihe LFL* 8/2009, 9–13.

STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER & PFISTER, R (2017): Systemvergleich – Einfluss von Vollweide- oder Stallfütterung auf die Milchproduktion im Berggebiet Österreichs. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, *Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein* 2017, 15-44.

STEINWIDDER, A., W. STARZ, H. ROHRER, J. HÄUSLER & PFISTER, R. (2018): Milchflächenleistung von Bio-Milchkühen bei Vollweide- oder Silagefütterung im Berggebiet Österreichs. *Züchtungskunde*, 90, 218–239.