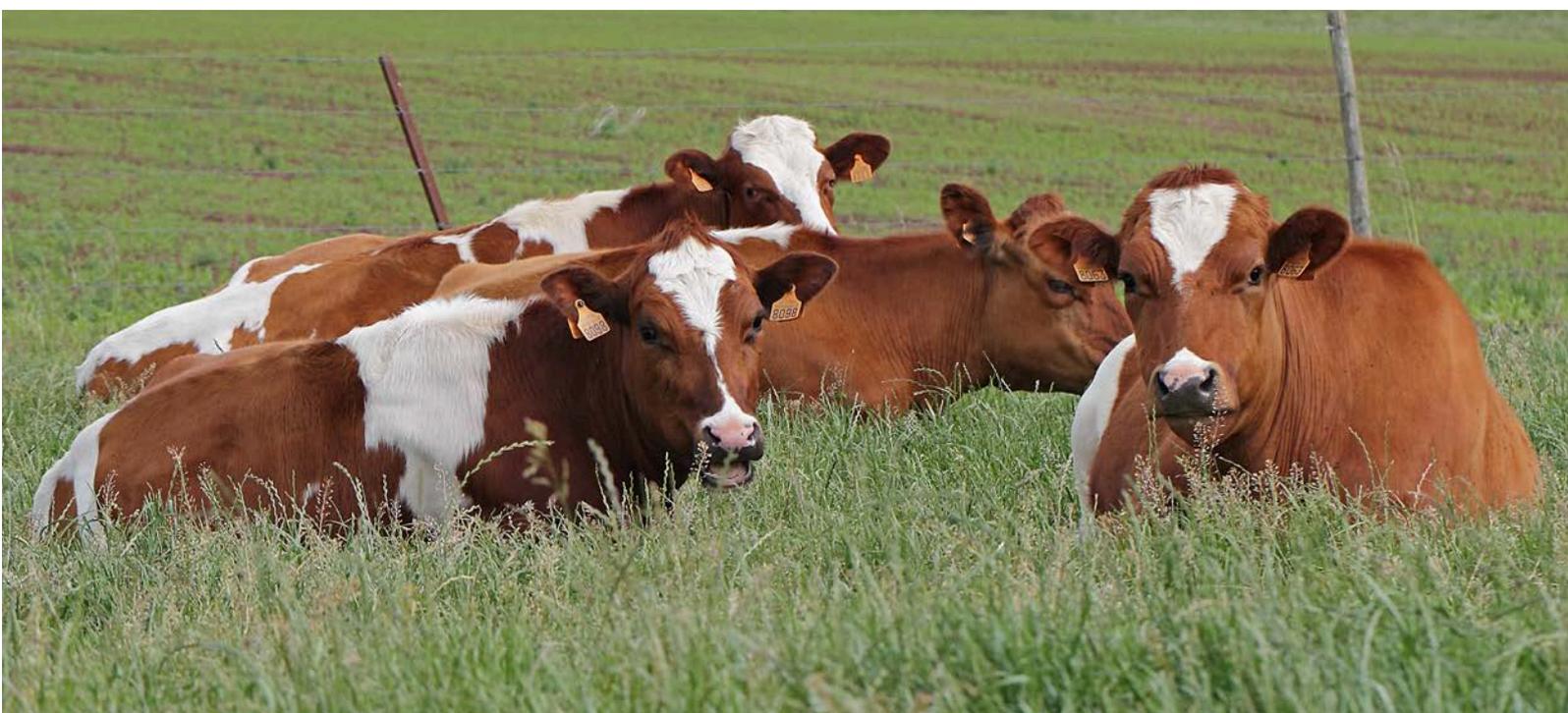


60. Jahrestagung
vom 25.-27. August 2016 in Luxemburg

„Nachhaltige Milchproduktion: Forschung und Praxis im Dialog“



60. Jahrestagung vom 25.-27. August 2016 in Luxemburg

„Nachhaltige Milchproduktion: Forschung und Praxis im Dialog“

Impressum

Herausgeber:

ASTA

www.asta.etat.lu

Lycée Technique Agricole

www.lta.lu

CONVIS

www.convis.lu

ISBN 978-99959-990-0-1

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 u.ä. nur von den Verfassern bearbeitet werden.



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



Lycée Technique
Agricole



CONVIS

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

„Nachhaltige Milchproduktion:
Forschung und Praxis im Dialog“

60. Jahrestagung
in Luxemburg

Tagungsband

Wir bedanken uns herzlich
für die großzügigen Zuwendungen für die 60. AGGF Jahrestagung in Luxemburg bei:



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

Administration des services techniques
de l'agriculture



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

Zur 60. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (AGGF) trifft sich die „Grünlandfamilie“ vom 25. bis 27. August 2016 bereits zum zweiten Mal in ihrer Geschichte in Luxemburg. Im Vorfeld dieser fest etablierten, fachlich renommierten Grünlandtagung findet am 24. und 25. August die internationale Weidetagung statt.

Das Thema der Weidetagung „Innovative Weidetechnik und Weidestrategien“ zeigt, dass die Weide nach wie vor eine konkurrenzfähige Haltungsförm für die Wiederkäuerhaltung ist, die sich den aktuellen Herausforderungen wie größeren Herden, automatisierter Melkung und auch den großen Preisschwankungen für die erzeugten Produkte erfolgreich stellt.

Das Thema der AGGF Tagung lautet „Nachhaltige Milchproduktion: Forschung und Praxis im Dialog“.

Um das Grünland in seiner Multifunktionalität (Futtergrundlage, Wasserschutz, Artenvielfalt, Energiegewinnung usw.) erhalten und nutzen zu können, muss die Grünlandforschung weiterhin vorangetrieben werden. Gleichzeitig ist es aber auch wichtig, die Forschungsergebnisse an die Akteure in der Praxis weiter zu geben, an die Landwirte und jene, die Einfluss auf die landwirtschaftliche Praxis nehmen. Der Austausch darf jedoch nicht einseitig erfolgen, so muss auch das Formulieren von „Wünschen und Anliegen“ aus der Praxis an die Forschung in diesem Dialog berücksichtigt werden.

Am 25. August wird diese Herausforderung in vier Referaten, speziell auch auf EU-Ebene, aufgegriffen. Der Freitagvormittag ist dann dem Austausch von Informationen über Projekte und deren Ergebnisse mit insgesamt acht Referats- und 36 Posterbeiträgen gewidmet.

Die „kleine Exkursion“ am Freitagnachmittag führt dann wieder zum Dialog zwischen Forschung und Praxis. Bei einer „On-Farm-Show“ auf einem landwirtschaftlichen Betrieb in Eschweiler, gelegen im Osten Luxemburgs, wird das Grünlandteam zeigen wie der Dialog zwischen Wissenschaft und Praxis erfolgen kann. Wir hoffen hier auf einen lebhaften Austausch zwischen den Landwirten und allen anderen „Grünländern“.

Bei der Exkursion am Samstag wird die gesamte Multifunktionalität des Grünlandes in Luxemburg vorgestellt und auch hier steht wieder der Austausch von Wissen und Erfahrungen im Vordergrund.

Als Organisatoren freuen wir uns auf interessierte Gäste und den bestimmt regen Austausch zwischen Praxis und Wissenschaft in Luxemburg.

Grünlandteam Luxemburg

Prof. Dr. Nicole Wrage-Mönnig
Vorsitzende der AGGF

Vorträge

Beurteilung der Nachhaltigkeit von drei graslandbasierten Milchproduktionssystemen in der Schweiz mit der Bewertungsmethode RISE P. SPERLING, B. REIDY, L. KNEUBÜHLER, CH. THALMANN, J. GRENZ, P. HOFSTETTER	13
Ertrags- und Nährstoffmonitoring Grünland Bayern (2009-2014) M. DIEPOLDER, S. HEINZ, G. KUHN, S. RASCHBACHER,	19
Effizienzbewertung unter Praxisbedingungen – Workflow zum Umgang mit ungenauen Daten auf Milchviehbetrieben in Niedersachsen M. SCHÜLER, B. LAGNER, B. OSTERBURG	23
Langjährige Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis im Projekt Öko-Leitbetriebe E. LEISEN	27
Warum „Ökoeffiziente Weidemilcherzeugung – Lindhof“? F. TAUBE, R. LOGES, T. REINSCH, C. KLUSS, M. HAMACHER	33
Kurzrasenweide im direkten Systemvergleich M. WOLF und H. LASER	37
Beratung auf Basis von Nachhaltigkeitsparametern auf Milchviehbetrieben in Luxemburg R. LIOY, T. DUSSELDORF, D. KLÖCKER, A. MEIER, R. REDING, C. THIRIFAY	43
Einfluss einer rotkleebasierten Fütterung auf die Ökobilanz in Milchviehbetrieben T. REINSCH, F. SCHULZ, E. WESTREICHER-KRISTEN, K. KNAPPSTEIN, J. MOLKENTIN, R. LOGES, F. TAUBE, A. SUSENBETH	49

Posterbeiträge

Nährstoffe

Auswirkung der Düngehäufigkeit und -menge an Gülle und Gärrest auf die Bestandszusammensetzung einer artenreichen Wiese M. SEITHER	55
Untersuchungen zu Rohproteingehalten und zur Schwefelversorgung von Grünlandaufwüchsen auf bayerischen Praxisflächen M. DIEPOLDER, S. RASCHBACHER,	59
Untersuchungen zu Phosphorgehalten von Grünlandaufwüchsen auf bayerischen Praxisflächen M. DIEPOLDER, S. RASCHBACHER,	63
Auswirkungen von Grünlanderneuerung und Grünlandumbruch auf N-Verluste und Erträge M. BENKE, M. KAYSER, C. BUCHEN, R. WELL, M. HELFRICH, A. GENSIOR, H. FLESSA	67
Einfluss der Kalkung auf Grünlanderträge in den belgischen Hoch-Ardennen P. LUXEN und J. GENNEN	71
Verflüchtigungsmessungen nach Ausbringung organischer Dünger im Grünland P. LUXEN und J. GENNEN	75
Die Nutzung von Gülle-Gärrest im Dauergrünland P. LUXEN und J. GENNEN	79
Kalium- und Phosphordüngung auf Grünland – Versuchsergebnisse von mineralischen Grünlandstandorten in Sachsen-Anhalt B. GREINER	83

Ökologie

Alpine Sommerweiden im Wandel: Einfluss auf die Diversität und Individuendichte von Schmetterlingen (Lepidoptera)

S.J. JERRENTROP, S. KLIMEK, E. MARCHIORI, G. BITTANTE, M. RAMANZIN, E. STURARO, L. MARINI 89

Einfluss des Baumbestands, der Bodeneigenschaften und der Flächennutzung auf die Diversität und Heterogenität der Grünlandvegetation in Streuobstgrünland

H. PAESEL, A. SCHMITZ, J. ISSELSTEIN 93

Einfluss von Exkrementstellen auf die Biomasseproduktivität sowie die Selektivität von Weidetieren bei extensiver Beweidung

T. SCHEILE, J. ISSELSTEIN, B. TONN 97

Einfluss der Variabilität der Qualität von Wiesenfutter auf Effizienzkennzahlen von Milchproduktionssystemen

B. GREGIS und B. REIDY 101

Einfluss von Wirtschaftsweise und Betriebstyp auf die Artenvielfalt im Grünland

H. HEIDT, E. STOLL, G. MOES, R. DAHLEM, S. ZIMMER 105

Respiration von Graslandökosystemen – autotrophe und heterotrophe Komponenten und Steuerungsgrößen

U. OSTLER (GEB. GAMNITZER), C. A. LEHMEIER, I. SCHLEIP, H. SCHNYDER 109

Kohlenstoffdynamik in kodominanten Arten eines Graslandökosystems: ähnlich oder verschieden?

U. OSTLER (GEB. GAMNITZER), I. SCHLEIP, F. A. LATTANZI, H. SCHNYDER 111

Pflanze/Zucht

Festuca arundinacea in Ansaatmischungen für Grünland

H. JÄNICKE, H. CZYZ, T. KITCZAK, M. BURY 115

„Welche funktionalen Merkmale erklären den Zuchtfortschritt von Silomais?“

K. BUDE, F. TAUBE UND A. HERRMANN 119

Was will der Klee, was braucht die Öko-Kuh und was ist eigentlich da?

Zur Rolle des Klees im Nährstoffzyklus Boden-Klee/Gras-Rind am Beispiel eines ökologisch bewirtschafteten Primäraufwuchses

B. MAHNKE, M.-T. MACHNER, J. MÜLLER, N. WRAGE-MÖNNIG 123

Lichtverhältnisse in extensiv genutzten Grünlandbeständen

U. THUMM und M. ESSIG 127

Technologie

Optimierung der satellitengestützten Erfassung von Schnittterminen durch RADOLAN-Niederschlagsdaten

K. GRANT, M. WAGNER, R. SIEGMUND, H. MAIER, S. HARTMANN 133

Vorhersage der Welkedauer vom Mähen bis zum Silieren bei unterschiedlichen Grünlandbeständen

J. PICKERT, T. HOFFMANN, A. HERRMANN, J. THAYSEN, G. WEISE, K.-H. WELLENBROCK 137

Ist die Blatttemperatur ein Indikator für Konkurrenz zwischen Grünlandpflanzen?

K. SCHICK, J. MÜLLER, N. WRAGE-MÖNNIG 141

Weide

Effektive Ampferbekämpfung durch Kurzrasenweide?

M. WOLF und H. LASER 147

Sortenerträge bei mehrjähriger Simulation von Kurzrasenweide

M. WOLF und H. LASER 151

Unternehmerische Stellschrauben zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit weidebasierter Milchviehhaltungssysteme	
V. UHLIG, E. LEISEN, D. MÖLLER	155
Genotypenvergleich im Hinblick auf Milchleistung, Fruchtbarkeit und Gesundheitsparameter bei unterschiedlichem Weideumfang	
K. BRÜGEMANN, K. RÜBESAM, E. LEISEN, S. KÖNIG	159
Wirtschaftlichkeit bei unterschiedlichem Weideumfang – 9-jährige Auswertung von 39 Öko-Milchviehbetrieben	
E. LEISEN, V. UHLIG	163
Grünlandqualität und Wirtschaftlichkeit gras- versus maisbetonter Milchviehrationen in sächsischen Referenzbetrieben	
S. MARTENS, I. HEBER, G. RIEHL, O. STEINHÖFEL.....	167
Auswirkungen von Beweidungsintensität auf Struktur und Artenzusammensetzung der Diasporenbank einer heterogenen Rinderstandweide	
S. LANGNER, A. SCHMITZ, B. TONN, D. EBELING, J. ISSELSTEIN	171
Nachhaltige Beweidung von Streuobstgrünland: Zum Einfluss unterschiedlicher Weidetiere (Rind, Schaf, Pferd) auf die pflanzliche Artenvielfalt und Baumgesundheit	
A. SCHMITZ, A. LÓPEZ-SÁNCHEZ, S. ROIG, J. ISSELSTEIN.....	175
Optimiertes Weidemanagement - smart grazing - Vorstellung eines EIP-Projektes zur Entwicklung eines Weidemanagementtools in Zusammenarbeit mit landwirtschaftlichen Praxisbetrieben	
T. PETERS, C. KLUSS, T. REINSCH, R. LOGES, F. TAUBE	179
Variation of legume contents and symbiotic nitrogen fixation under intensive grazing	
K. AUERSWALD, R. HOFFMANN, H. SCHNYDER	183
Beweidungsintensität und -management haben einen Einfluss auf die Stickstoffbelastung von Weideflächen in ökologisch wirtschaftenden Betrieben	
M. SEELEN, M. KAYSER, J. SCHELLE, J. ISSELSTEIN	187
Halbtagsweidehaltung vs. Grassilage-basierter Stallfütterung bei altemelkenden Milchkühen, Auswirkungen auf die Folgelaktation	
C. KUHNITZSCH, S. MARTENS, O. STEINHÖFEL, A. ZEYNER	191

Vorträge

Beurteilung der Nachhaltigkeit von drei graslandbasierten Milchproduktionssystemen in der Schweiz mit der Bewertungsmethode RISE

P. SPERLING¹, B. REIDY¹, L. KNEUBÜHLER¹, CH. THALMANN¹, J. GRENZ¹, P. HOFSTETTER²

¹ Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Zollikofen, Schweiz

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

pascale.sperling@bfh.ch

Einleitung und Problemstellung

Der Druck auf die Milchbauern, wirtschaftlich zu produzieren, steigt durch die äusseren Rahmenbedingungen fortwährend an (GAZZARIN *et al.*, 2011). Ausserdem fordern Politik und Gesellschaft zunehmend eine ressourcen- und umweltschonende Produktion von Lebensmitteln. Nebst diesen Ansprüchen nimmt der Landwirtschaftsbetrieb auch eine wichtige Funktion als Lebens- und Arbeitsstätte ein (GRENZ *et al.*, 2014). Die ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekte der Nachhaltigkeit gleichermaßen zu berücksichtigen, stellt für Landwirtinnen und Landwirte eine grosse Herausforderung dar. Mit der an der HAFL entwickelten Methode RISE (Respons-Inducing Sustainability Evaluation) wird auf messbare und anschauliche Art die Beurteilung der Nachhaltigkeit auf der Ebene des Landwirtschaftsbetriebes ermöglicht (GRENZ *et al.*, 2014; DE OLDE *et al.*, 2016).

Im Projekt „Optimierung von Milchproduktionssystemen mit frischem Wiesenfutter“ werden während drei Jahren (2014 bis 2016) auf 38 Pilotbetrieben im Schweizer Mittelland und auf dem Gutsbetrieb in Hohenrain (LU) drei Milchproduktionssysteme untersucht und verglichen: Vollweide mit saisonaler Abkalbung (VW), Eingrasen mit tiefem Kraftfutterniveau (EGKF) und Eingrasen mit hohem Kraftfutterniveau (EGKFplus). Ziel ist es, die Einflussgrössen und Erfolgsfaktoren für eine effiziente und nachhaltige Milchproduktion zu ermitteln und den Wissenstransfer zu verbessern. Ausführlichere Angaben zum Projekt sind unter HOFSTETTER *et al.* (2014) zu finden. Im Gegensatz zum Vollweidesystem werden beim Eingrasen aufgrund struktureller Bedingungen vom Hof weiter entfernte Kunst- oder Naturwiesen während der Vegetationsperiode zur Produktion von Wiesenfutter genutzt und im Stall frisch verfüttert. Hofnahe Flächen werden dagegen häufig halbtags beweidet. Mit der Anwendung von RISE wurden die Auswirkungen der drei graslandbasierten Milchproduktionssysteme auf die einzelnen Bereiche der Nachhaltigkeit ausgewählter Pilotbetriebe untersucht.

Material und Methoden

Auswahl der Betriebe

Aus den insgesamt 38 Pilotbetrieben wurden 12 Betriebe für die RISE-Analyse ausgewählt. Die Produktionssysteme und Projektregionen (West, Mitte, Ost) wurden mit je vier Betrieben gleichermaßen berücksichtigt (Tab. 1). Für eine repräsentative Stichprobe wurden die Betriebe so ausgewählt, dass bestimmte Parameter annähernd denjenigen der gesamten Systemgruppe entsprachen. Diesbezüglich berücksichtigt wurden die Anteile Grossvieheinheiten (GVE) sowie offene Ackerfläche (oAF) an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN), der Anteil Milchvieh sowie der Schweinebestand am gesamten Tierbestand, der Kraftfuttermittelverbrauch und die Milchleistung. Bei den meisten Parametern konnte eine gute Übereinstimmung erreicht werden. Die Durchschnittswerte der vier ausgewählten EGKFplus-Betriebe waren mit denjenigen der Systemgruppe fast identisch. Bei den VW- und EGKF-Betrieben lag der durchschnittliche Anteil der offenen Ackerfläche um 5% bzw. 9% tiefer als der Gesamtdurchschnitt der jeweiligen Produktionssysteme. Zudem erreichten die EGKF-Betriebe einen um 8% höheren Anteil an Schweinen im Vergleich zum Durchschnitt der gesamten Systemgruppe. Für alle Analysen wurden die Daten des Kalenderjahres 2014 verwendet.

Tab. 1: Betriebsspiegel der 12 Pilotbetriebe, unterschieden nach den drei Produktionssystemen Vollweide (VW), Eingrasen mit tiefem (EGKF) und hohem Kraftfutterniveau (EGKFplus). LN: landwirtschaftliche Nutzfläche; oAF: offene Ackerfläche; GVE: Grossvieheinheiten; SG: Schweine und Geflügel; KF: Kraftfutter; Akh: Arbeitskraftstunden

Betrieb	ha LN	% oAF der LN	GVE	% SG der GVE	Anz. Kühe	kg produzierte Milch / Jahr	kg KF / Kuh / Jahr	Total Akh / Jahr
VW_1	19.8	0.0	27.3	1.8	21	139'860	0	4'190
VW_2	47.0	0.0	111.0	30.6	74	340'694	0	5'432
VW_3	38.7	21.9	41.0	0.0	38	206'781	186	4'522
VW_4	26.2	9.8	51.6	0.0	37	158'929	0	4'659
Durchschnitt VW	32.9	7.9	57.7	8.1	42	211'566	46	4'701
EGKF_1	11.6	19.3	23.3	6.9	16	111'854	236	3'950
EGKF_2	27.3	0.0	78.7	37.8	51	374'783	516	4'380
EGKF_3	22.4	49.5	38.2	41.8	21	122'864	111	3'930
EGKF_4	36.4	3.8	58.1	1.7	50	367'920	515	7'110
Durchschnitt EGKF	24.4	18.2	49.6	22.0	34	244'355	345	4'843
EGKFplus_1	17.1	33.8	55.7	44.1	30	215'775	726	4'598
EGKFplus_2	37.0	46.4	101.0	46.6	48	436'753	1'439	8'660
EGKFplus_3	38.6	17.8	70.7	0.0	61	543'774	1'149	6'583
EGKFplus_4	28.2	14.2	52.1	0.0	50	419'915	712	6'723
Durchschnitt EGKFplus	30.2	28.1	69.8	22.7	47	404'054	1'007	6'641

Methode RISE

RISE ist eine auf 10 Nachhaltigkeitsthemen basierende Methode, die auf landwirtschaftlicher Betriebsebene zur ganzheitlichen Bewertung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit eingesetzt wird, mit dem Ziel zu deren Verbesserung beizutragen. Ein Thema setzt sich aus dem Durchschnittswert mehrerer Indikatoren zusammen. Die einzelnen Indikatoren werden auf einer Skala von 0-100 Punkten einem problematischen (0-33 Punkte), einem zu überprüfenden (34-66 Punkte) oder einem positiven (67-100 Punkte) Bereich zugewiesen. So werden mittels einer umfassenden Standortbestimmung Defizite aber auch Potentiale gleichermaßen aufgezeigt und daraus Handlungsbedarf abgeleitet (GRENZ *et al.*, 2014). Für die vorliegenden Auswertungen wurde RISE 3.0 verwendet, ausgenommen die beiden Themen „Materialeinsatz & Umweltschutz“ sowie „Wirtschaftlichkeit“, die mit der Version 2.0 berechnet wurden.

Vorgehen bei der Anwendung von RISE

Nebst dem beschriebenen Auswahlverfahren der Betriebe spielte auch die Bereitschaft zum Mitwirken und das Interesse an dem Projekt der Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter eine wichtige Rolle, da das Prinzip der Teilnahme an der Nachhaltigkeitsanalyse generell auf Freiwilligkeit basiert. Die verwendeten Daten beinhalteten Angaben aus der Suisse-Bilanz (AGRIDEA und BLW, 2014), der Tierverkehrsdatenbank (BLW, ohne Datum) und dem Wiesenjournal (GASSMANN und WYSS, 2014). Betriebs- und arbeitswirtschaftliche Daten wurden der Vollkostenrechnung Milch entnommen (BBZN-HOHNENRAIN und AGRIDEA, 2013). Die restlichen Fragen wurden bei einem Betriebsbesuch in einem Interview mit den Landwirtinnen und Landwirten geklärt. Nach Abschluss der Datenerhebung wurden die Ergebnisse der Analysen in einem einzelbetrieblichen Bericht zusammengefasst. Bei einem zweiten Betriebsbesuch wurden die Resultate gemeinsam besprochen und relevante Themen vertieft diskutiert. Im nachfolgenden Bericht wurde ein Vergleich zwischen den drei Milchproduktionssystemen gezogen. Die Auswertungen erfolgten hauptsächlich in qualitativer Form. Einige Indikatoren wurden nach den Methoden von R Development Core Team (2011) mittels der Varianzanalyse (ANOVA) statistisch untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Gesamtübersicht – die 10 Nachhaltigkeitsthemen

Die zwölf Betriebe sowie die Systemgruppenmittelwerte lagen in den zehn Nachhaltigkeitsthemen mehrheitlich im positiven oder mittleren Bereich (Abb. 1-3). Negative Bewertungen gab es bei einzelnen Betrieben in den Themen „Energie & Klima“, „Biodiversität“ und „Wirtschaftlichkeit“. Die grösste Differenz zwischen den Produktionssystemen wurde beim Thema „Energie & Klima“ ersichtlich: Die VW-Gruppe erzielte im Durchschnitt ein positives Resultat, dagegen lag die Systemgruppe EGKFplus im negativen Bereich. Die EGKF-Betriebe erreichten sehr variable Werte, verursacht durch unterschiedliche Ergebnisse im Indikator Treibhausgasbilanz (Abb. 5).

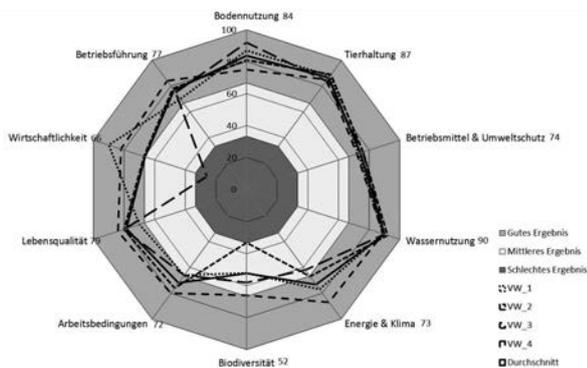


Abb. 1: Nachhaltigkeitspolygon der vier Betriebe mit Vollweide (VW)

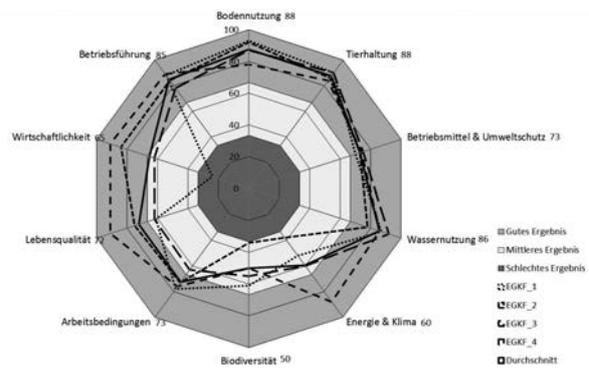


Abb. 2: Nachhaltigkeitspolygon der vier Betriebe mit Eingrasen und tiefem Kraftfutterniveau (EGKF)

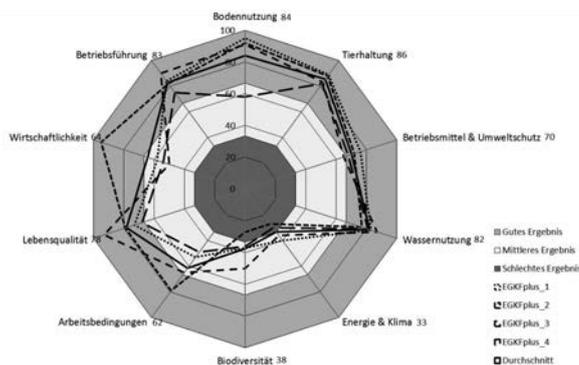


Abb. 3: Nachhaltigkeitspolygon der vier Betriebe mit Eingrasen und hohem Kraftfutterniveau (EGKFplus)

Die Themen „Tierhaltung“, „Betriebsmittel & Umweltschutz“ sowie „Wassernutzung“ wiesen weder innerhalb noch zwischen den drei Systemgruppen grosse Variabilität auf und erreichten durchwegs positive Bewertungen. Die Themen „Bodennutzung“, „Betriebsführung“ und „Lebensqualität“ wurden ebenfalls meist positiv eingestuft. Die Betriebe bewegten sich, unabhängig vom Produktionssystem, in vielen Nachhaltigkeitsbereichen wie Bodenfruchtbarkeit, artgerechte Tierhaltung, ausgeglichene Nährstoffbilanz, emissionsmindernde Hofdüngerlagerung und -ausbringtechnik, sowie angepasster Wassernutzung auf hohem Niveau. Die grösste Streuung innerhalb der Systemgruppen wies die „Wirtschaftlichkeit“ auf. Die drei Mittelwerte der Systemgruppen waren hingegen praktisch identisch. Das Thema „Arbeitsbedingungen“ zeigte in der Gruppe EGKFplus eine leicht tiefere Bewertung gegenüber den EGKF- und VW-Betrieben. Bei der „Biodiversität“ unterschied sich das Muster zwischen den VW- und EGKF-Betrieben kaum. Die EGKFplus-Betriebe lagen mehrheitlich tiefer in der Punktzahl. Alle analysierten Betriebe erfüllen jedoch mindestens die Richtlinien des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN).

Anzumerken ist, dass RISE den Betrieb in seiner Gesamtheit bewertet. Die Milchproduktion wird daher nicht isoliert betrachtet. Es ist anzunehmen, dass dadurch gewisse Effekte, die durch das Produktionssystem verursacht werden, weniger klar hervortreten. In den folgenden vertieften Analysen wurde auf ausgewählte Indikatoren näher eingegangen.

Systemgruppe EGKFplus mit der höchsten Milchleistung

Bei den Themen „Bodennutzung“ und „Tierhaltung“ wird unter anderem der Indikator Produktivität ermittelt. Dieser wird in RISE durch die Erträge pro Einheit und die Produktqualität bewertet. Die VW-Betriebe wiesen diesbezüglich in der Tierproduktion mehrheitlich niedrigere Werte auf, die ausschliesslich auf das tiefere Ertragsniveau zurückzuführen waren. Die beiden Gruppen EGKF und EGKFplus produzierten signifikant mehr Energie-korrigierte Milch (ECM) pro Kuh und Jahr als die VW-Betriebe (Tab. 2). In der Pflanzenproduktion war kein deutlicher Unterschied zwischen den Systemgruppen festzustellen. Wurden ausschliesslich die erzielten Hektarerträge der intensiv genutzten Wiesen und Weiden (sowohl Kunst- als auch Naturfutterbau) betrachtet, erreichte die Systemgruppe EGKFplus zwar die höchsten Felderträge, diese unterschieden sich jedoch nicht signifikant von den beiden anderen Gruppen (Tab. 2). Die VW- und EGKF-Betriebe wiesen einen mehr als doppelt so hohen Anteil an Naturwiesen auf, verglichen mit der Gruppe EGKFplus, deren Hauptfutterfläche durchschnittlich zu 60% aus Kunstwiesen bestand. Ein hoher Naturwiesenanteil wirkte sich positiv auf die Indikatoren Bodenerosion, Bodenverdichtung und Humusbilanz aus.

Tab. 2: Durchschnittliche Milchmengen in Energie-korrigierter Milch (ECM) pro Kuh und Jahr, Felderträge in Trockensubstanz (TS) der intensiv genutzten Wiesen und Weiden (Kunst- und Naturfutterbau) sowie Hauptfutterflächen (HFF) und deren Zusammensetzung der Systemgruppen Vollweide (VW), Eingrasen mit tiefem (EGKF) und hohem Kraftfutterniveau (EGKFplus).

System	kg ECM/ Kuh und Jahr		TS-Ertrag intensive Wiesen und Weiden dt / ha / Jahr		Hauptfutterfläche und deren Anteil an Naturwiesen (NW), Kunstwiesen (KW) und Futterhackfrüchten (FHF)			
	Mittelwerte	SD	Mittelwerte	SD	ha HFF	% NW	% KW	% FHF
VW	5568 a	766.4	101.5 a	12.79	30.4	57.3	40.7	2.0
EGKF	6938 b	616.5	104.5 a	19.43	21.3	66.2	26.9	6.9
EGKFplus	8209 b	566.0	117.8 a	14.36	24.7	27.7	59.4	12.9

Werte mit unterschiedlichen Kleinbuchstaben unterscheiden sich signifikant ($P < 0.05$)

Systemgruppen VW und EGKF mit gewissen Vorteilen in der Ökologie

Beim Eigenversorgungsgrad in der Fütterung (Thema „Betriebsmittel & Umweltschutz“) wiesen die VW-Betriebe beim Stickstoff (N) und Phosphor (P) mit durchschnittlich 89% und 87% einen deutlich höheren Anteil auf, als die EGKFplus-Betriebe mit 58% resp. 42%. Die Gruppe EGKF befand sich mit 77% und 70% dazwischen. Bei der Düngung lag dagegen diese Systemgruppe mit 86% resp. 95% vorne. Die EGKF-Betriebe deckten den Nährstoffbedarf im Pflanzenbau somit am meisten mit betriebseigenem Dünger ab. Die VW- und EGKFplus-Betriebe waren mehr von Düngerimporten abhängig. Das Ammoniakemissionsrisiko in der Tierhaltung wird in RISE einerseits qualitativ bewertet (z.B. anhand des Hofdüngermanagements) aber auch nach N-Anfall gewichtet. Dabei spielten die Tierdichte und der Weidegang eine entscheidende Rolle. Die Haltung von anderen Nutztieren, insbesondere Schweinen, beeinflusste die Tierdichte stark. Sie nahm von den VW-Betrieben bis hin zu den EGKFplus-Betrieben zu, mit einer mittleren Spannweite von 1.73 über 2.05 bis 2.35 GVE pro ha. Beim Weidegang erreichten die Betriebe des Produktionssystems VW gegenüber den beiden EG-Gruppen die höchste Punktzahl. Diese Faktoren führten zu einer leicht besseren Bewertung des Ammoniakemissionsrisikos der VW-Betriebe.

Bei der Energieintensität der Agrarproduktion und der Treibhausgasbilanz (Thema „Energie & Klima“) wurde der markanteste Unterschied zwischen den Produktionssystemen festgestellt. Bei differenzierter Betrachtung fiel auf, dass besonders die VW-Betriebe signifikant ($P = 0.001$) weniger Treibstoff pro ha verbrauchten als die EGKFplus-Betriebe (Abb. 4). Diese Gruppe wies beim Stromverbrauch ebenfalls den höchsten Median auf, jedoch nicht signifikant ($P = 0.064$). Da die Ackerfläche und der Schweinebestand von den VW-Betrieben bis hin zu den EGKFplus-Betrieben anstiegen (Tab. 1), führte dies wiederum zu steigendem Energiebedarf. Betriebe die Eingrasen, leisten zusätzlich mehr Traktorenstunden beim Mähen, Aufladen und bei der Hofdüngerausbringung. Auch die Melkmaschine und Milchkühlung laufen bei diesen Betrieben das ganze Jahr, während diese bei der saisonalen Abkalbung einige Wochen still stehen. Dabei nimmt auch die höhere Milchmenge der Systemgruppe EGKFplus einen Einfluss. Alle Betriebe dieser Gruppe produzierten zudem keine Silage sondern ausschliesslich Dürrfutter, weshalb die Heubelüftung ebenfalls Grund für einen höheren Stromverbrauch ist.

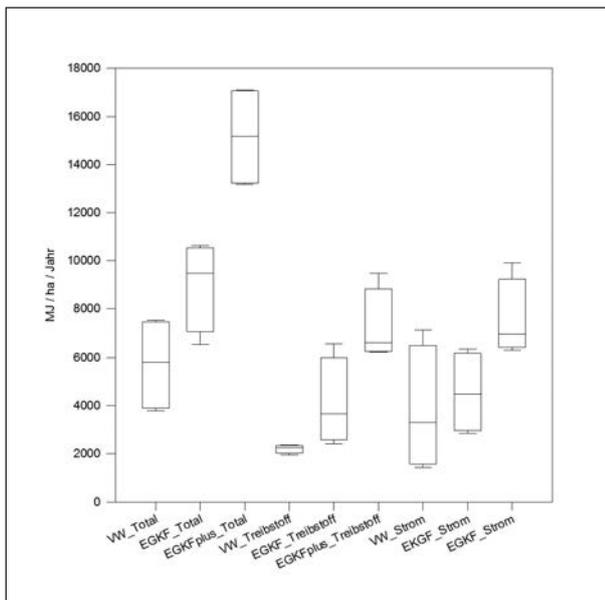


Abb. 4: Energieverbrauch der Systemgruppen Vollweide (VW), Eingrasen mit tiefem (EGKF) und hohem Kraftfutterniveau (EGKFplus).

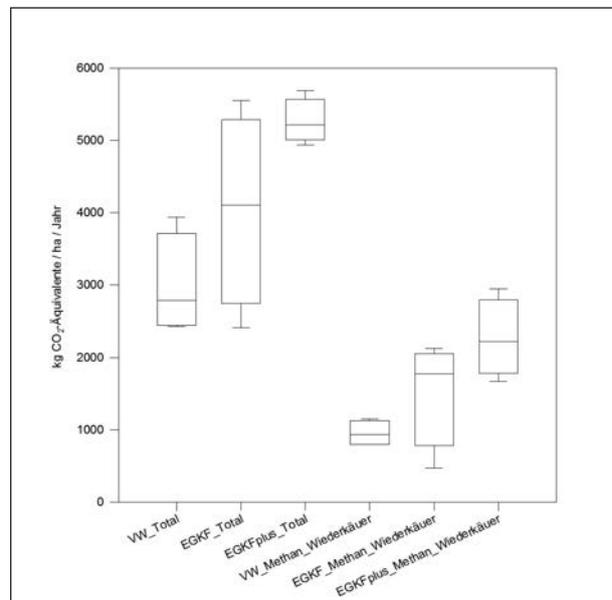


Abb. 5: Treibhausgasausstoss der Systemgruppen Vollweide (VW), Eingrasen mit tiefem (EGKF) und hohem Kraftfutterniveau (EGKFplus).

Der Treibhausgasausstoss zeigte Ähnlichkeiten mit dem Energieverbrauch (Abb. 5). Zu erwähnen ist, dass das Sequestrierungspotential nicht abgebildet ist. Nebst anderen Parametern (z.B. Emissionen von Treibstoff und Dünger) wurden die Methanemissionen (kg CO₂-Äquivalente pro ha) der Wiederkäuer berechnet. Diese waren beim VW-System signifikant tiefer als bei der EGKFplus-Gruppe (P = 0.021). Das Ergebnis wurde stark durch die Tierdichte beeinflusst.

Das Thema „Biodiversität“ hatte für die Betriebe unterschiedliche Bedeutung. In der Gruppe EGKF fand auf drei von vier Betrieben eine Beratung statt, während dies bei den VW und EGKFplus je auf einem Betrieb der Fall war. Auf den teilweise kleiner strukturierten EGKF-Betrieben wurde die Verteilung der ökologischen Infrastrukturen am besten bewertet. Augenscheinlich war der Unterschied beim Indikator Intensität der landwirtschaftlichen Produktion, wobei in RISE die Düngungsintensität berücksichtigt wird. Die VW- und EGKF-Betriebe lagen im Schnitt mit 125 und 128 kg N pro ha LN und Jahr tiefer als die EGKFplus-Betriebe mit 170 kg N.

Bewertung der wirtschaftlichen und sozialen Nachhaltigkeit

Bei der „Wirtschaftlichkeit“ schwankten die Ergebnisse der Einzelbetriebe stark und es konnten keine Systemunterschiede festgestellt werden. Die gesamtbetriebliche finanzielle Situation wurde demnach massgeblich durch andere Faktoren bestimmt. Bei der Hälfte der untersuchten Betriebe wurde eine ungenügende Liquidität festgestellt, wobei es sich dabei um eine Momentaufnahme handelte. Einzelne Betriebe wiesen eine hohe Verschuldung im Verhältnis zum erwirtschafteten Cash-Flow auf. Der entsprechend hohe Kapitaldienst verringert einerseits den Cash-Flow und andererseits haben solche Betriebe oft Schwierigkeiten, sich Kredite z.B. für Investitionen zu beschaffen. Bei den gesamtbetrieblichen Arbeitszeiten pro Familienarbeitskraft schnitten die meisten VW- und EGKF-Betriebe mit einem mittleren Wert etwa ähnlich ab, während die Mehrheit der EGKFplus-Betriebe eine tiefe Bewertung erreichte. Beim Einkommensniveau der Familienarbeitskräfte schnitten die EGKF-Betriebe mit einem mittleren Ergebnis grösstenteils am besten ab, gefolgt von den EGKFplus-Betrieben. Die VW-Betriebe erzielten im Durchschnitt den tiefsten Stundenlohn. Es gilt zu beachten, dass durch die gesamtbetriebliche Betrachtung auch das Einkommen aus anfälligem Nebenerwerb mit einbezogen wurde.

Die „Lebensqualität“ wurde anhand der Zufriedenheit in verschiedenen Lebensbereichen rein subjektiv beurteilt. Am meisten Anlass zu Diskussionen gaben die Aspekte der politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, welche häufig als unsicher empfunden wurden. Das sinkende Einkommen im Milchsektor sowie der Rückgang der Direktzahlungen gaben teilweise Anlass zur Sorge. Zudem wurden der hohe administrative Aufwand und die grosse Abhängigkeit vom Staat, von Abnehmern oder Pachtland erwähnt. Als wichtig empfunden wurde die Fähigkeit flexibel und anpassungsfähig zu sein oder den Betrieb alleine

führen zu können. Verbesserte Mechanisierung oder Arbeitsabläufe wurden als Entlastung geschätzt und mit einer Steigerung der Lebensqualität verbunden, indem mehr Zeit für andere Aktivitäten zur Verfügung stand. Auch als positiv eingestuft wurde die Freiheit, den Tagesablauf selber gestalten zu können oder die Möglichkeit beim Aufwachen der Kinder dabei sein zu können. Von einigen Befragten wurde aber auch eine gewisse Überbelastung erwähnt. Die Arbeit selber wurde jedoch als erfüllend beschrieben und eine starke Überzeugung von der eigenen Tätigkeit war generell spürbar.

Schlussfolgerungen

Zwischen den einzelnen Aspekten der Nachhaltigkeit bestehen Zielkonflikte, die minimiert werden müssen. Die Betriebe der Systemgruppe EGKFplus leisten mit ihrer Produktion einen grösseren Beitrag zur Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln. Dies jedoch bei einem relativ tiefen N- und P-Eigenversorgungsgrad, einem hohen Energieinput und CO₂-Output. Diese negativen Auswirkungen gilt es bei möglichst gleichbleibender Leistung zu reduzieren, beispielsweise durch höhere Nährstoffeffizienz und Energiesparmassnahmen. Die Betriebe der Gruppe EGKF erreichen teilweise mit moderatem Input an Stickstoff, Phosphor und Energie ein bemerkenswertes Leistungsniveau. Ziel ist es, dieses Verhältnis weiter zu optimieren. Die VW-Betriebe erzielen tiefere Leistungen, weisen jedoch in der Fütterung einen hohen Eigenversorgungsgrad auf, haben einen tiefen Energieverbrauch und geringe Treibhausgasemissionen, wodurch die Umwelt geschont wird. Effiziente Abläufe um die Arbeitszeiten zu reduzieren, spielen eine Schlüsselrolle in der wirtschaftlichen und sozialen Nachhaltigkeit der Landwirtschaftsbetriebe. Die finanzielle Situation ist allerdings oft ein limitierender Faktor. Schlussendlich braucht es für ein nachhaltiges Handeln die Bereitschaft und Motivation einer jeden beteiligten Person.

Literatur

AGRIDEA UND BLW (BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (2014): Wegleitung Suisse-Bilanz. Auflage 1.12, Juli 2014.

BBZN-HOHNENRAIN & AGRIDEA (2013): VOKO-Milch+Schweine (Vollkostenrechnung Milch und Schweine).

BLW (BUNDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (OHNE DATUM): Die Tierverkehrsdatenbank (TVD), zuletzt abgerufen am 02.06.2016, <https://www.agate.ch/portal/web/agate/die-tierverkehrsdatenbank-tvd>

DE OLDE, E. M., OUDSHOORN, F. W., SØRENSEN, C. A. G., BOKKERS, E. A. M. & DE BOER, I. J. M. (2016): Assessing sustainability at farm-level: lessons learned from a comparison of tool in practice. *Ecological Indicators* 66, 391-404.

GASSMANN, P. & WYSS, U. (2014): Wiesenjournal 2014. Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus (AGFF), Zürich.

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

GRENZ, J., MAINIERO, R., SCHOCH, M., STALDER, S. & THALMANN, CH. (2014): Response-Inducing Sustainability Evaluation (RISE). Massnahmenorientierte Nachhaltigkeitsanalyse landwirtschaftlicher Betriebe. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL), 18.06.2014, zuletzt abgerufen am 11.05.2016, https://www.hafl.bfh.ch/fileadmin/docs/Forschung_Dienstleistungen/Agrarwissenschaften/Nachhaltigkeitsbeurteilung/RISE/Was_ist_RISE.pdf

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

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2011): R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Zuletzt abgerufen am 02.06.2016, <http://www.gbif.org/resource/81287>

Ertrags- und Nährstoffmonitoring Grünland Bayern (2009-2014)

M. DIEPOLDER, S. HEINZ, G. KUHN, S. RASCHBACHER,

Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

Michael.Diepolder@lfl.bayern.de

Einleitung

Während bei Marktfrüchten die in der Praxis erzielten Erträge relativ gut bekannt sind, trifft dies für Grünlandflächen bislang weitaus weniger zu. Daher basieren für pflanzenbauliche und ökonomische Kalkulationen wichtige Faustzahlen meist auf Schätzwerten oder Daten von Feldversuchen. Letztere werden allerdings nur an vergleichsweise wenigen Standorten in Bayern durchgeführt. Ziel des „Erweiterten Ertrags- und Nährstoffmonitorings auf bayerischen Grünlandflächen“ war es daher, Erträge und Nährstoffentzüge von Praxisflächen mit Schnittnutzung in Abhängigkeit von deren Nutzungsintensität, Bestandszusammensetzung und Grünlandanbaugesellschaften zu quantifizieren um zukünftig eine breitere Datenbasis für die Validierung von Faustzahlen (z.B. Biomassepotenzial, Düngebedarfsermittlung) zu gewinnen. Nachdem bereits bei früheren AGGF-Tagungen erste Ergebnisse aus dem Projekt vorgestellt wurden (DIEPOLDER *et al.*, 2014), umfasst dieser Beitrag nunmehr sechsjährige (2009-2014) Ergebnisse.

Material und Methoden

Für das „Ertrags- und Nährstoffmonitoring bayerischer Grünlandflächen“ wurden gezielt Wiesen nach geographischer Lage, Nutzungsintensität und Wiesentypen aus den über 6.108 Flächen des „Grünlandmonitoring Bayern“ (KUHN *et al.* 2011) ausgewählt. Auf 120 Grünlandschlägen mit praxisüblicher Bewirtschaftung wurden seit 2009 alle Aufwüchse beprobt. In einer zweiten Projektphase (2012-2014) kamen weitere 30 Flächen hinzu, so dass seit 2012 insgesamt 150 Flächen untersucht wurden.

Auf den ausgewählten Flächen wurden mittels genau definierter Schnittproben (7 x 1 m² pro Schlag, Abgrenzung der Fläche durch tragbare Rahmen, Schnitt mit elektrischer Rasenkantenschere mit Höhenbegrenzung, Schnitthöhe 5-6 cm, Schnittzeitpunkt max. 2-3 Tage vor der Beerntung durch den Landwirt) die Frisch- und Trockenmasse-Erträge aller Aufwüchse bestimmt. Pro Aufwuchs wurden in einer Mischprobe die Mineralstoffgehalte (N, P, K, Mg, Ca, S, Na, Zn) nach Methoden der VDLUFA nasschemisch bestimmt; der Rohproteingehalt (XP) wurde standardgemäß aus dem N-Gehalt durch Multiplikation mit dem Faktor 6,25 abgeleitet.

Im Jahr 2013 erfolgte zudem in den Monaten April bis Oktober auf jeder Fläche eine Vegetationsaufnahme. Dabei wurde auf einer Kreisfläche von 25 m² eine Liste aller vorkommenden Gefäßpflanzenarten erstellt, das prozentuale Verhältnis der Artengruppen (Gräser, Kräuter und Leguminosen) bestimmt und nach der Methode von KLAPP UND STÄHLIN (1936) der Ertragsanteil jeder Art in Prozent geschätzt. Auf jeder Fläche wurde einmal im Projektzeitraum im Frühjahr vor der ersten Düngung eine Bodenprobe in 0-10 cm Tiefe entnommen. Alle Proben wurden nach der gleichen Methode entnommen und auf Humusgehalt, Gesamt-N-Gehalt, pH-Wert (CaCl₂), sowie den Gehalten an CAL-P₂O₅, CAL-K₂O und Mg (CaCl₂) analysiert. Für die Auswertung wurden nur vollständig erhobene Ernten berücksichtigt.

Ergebnisse und Diskussion

Auf allen untersuchten Flächen konnten insgesamt 168 Gefäßpflanzenarten gefunden werden, durchschnittlich kamen 20,5 Arten je 25 m² vor. Im Mittel betrug der Anteil an Gräsern, Kräutern und Leguminosen in den Vegetationsaufnahmen 69,6 % bzw. 20,4 % und 10,0 % des Ertrages. Die höchsten Ertragsanteile im Durchschnitt der untersuchten Flächen erreichten der Wiesen-Fuchsschwanz (*Alopecurus pratensis*, 14,2 %), das Gewöhnliche Rispengras (*Poa trivialis*, 13,9 %), das Bastard-Weidelgras (*Lolium x hybridum*, 10,9 %) und das Deutsche Weidelgras (*Lolium perenne*, 9,2 %) sowie der Weiß-Klee (*Trifolium repens*, 7,7 %).

Die Nutzungsintensität hatte einen starken Einfluss auf die Artenzahl (Abb. 1) und auf die Artenzusammensetzung der Bestände. Die mittlere Artenzahl sank von 32 bzw. 27,9 Arten je 25 m² bei einer 1- bis 2-Schnitt-Nutzung auf 17 bzw. 15,9 Arten je 25 m² bei fünf bzw. sechs Schnitten pro Jahr. Ab einer 4-Schnitt-Nutzung liegt die mittlere Artenzahl unter dem bayerischen Durchschnitt von 20 Arten je 25 m² (KUHN *et al.*, 2011).

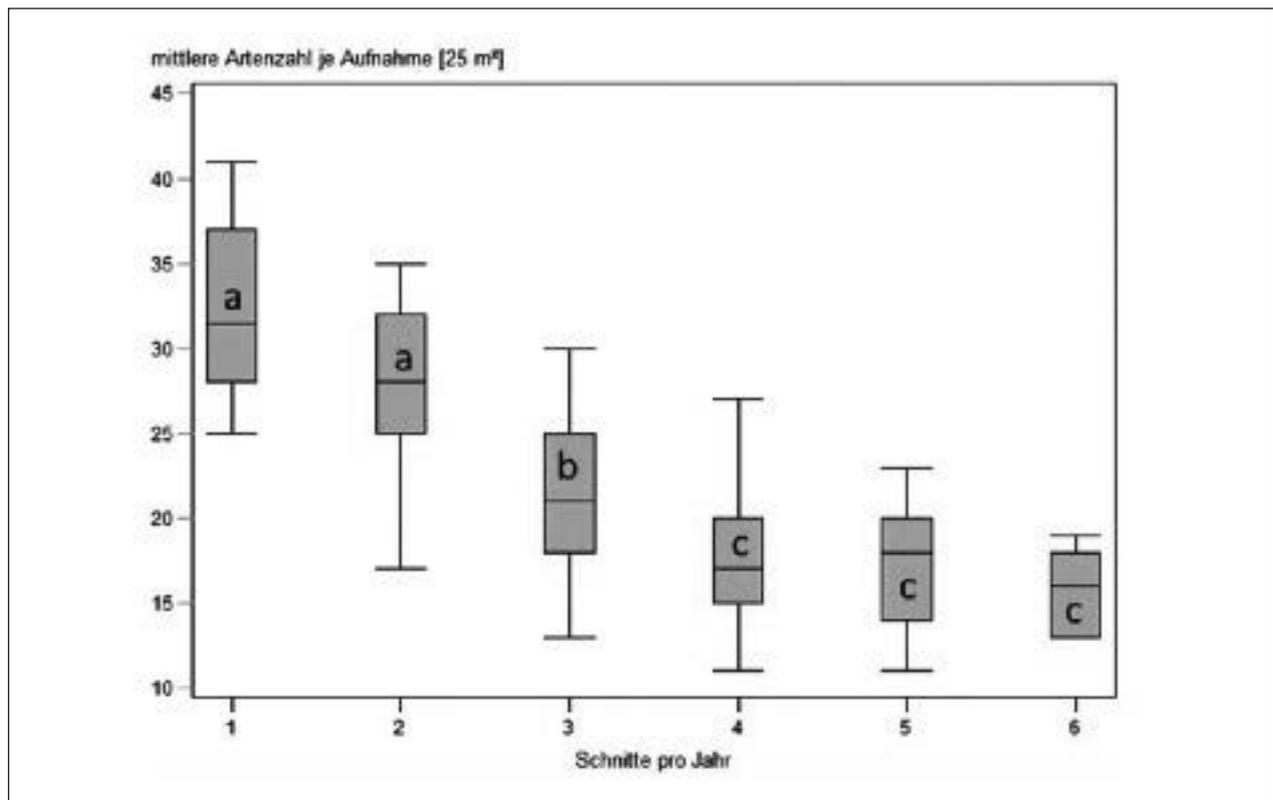


Abbildung 1: Mittlere Artenzahl bei unterschiedlicher Nutzungsintensität des Grünlands. Boxplot mit Median, 50 %-Quantile, Minimum und Maximum. Unterschiedliche Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Nutzungsintensitätsstufen

Bei der Artenzusammensetzung findet mit zunehmender Nutzungsintensität eine Verschiebung der Anteile von Gräsern, Kräutern und Leguminosen statt: Während der Anteil der Gräser zunimmt, sinkt der Anteil von Kräutern und Leguminosen. Die Zunahme des Ertragsanteils der Gräser von 51 % (1 Schnitt) auf 77 % (6 Schnitte) bei steigender Nutzungsintensität wird von einem Rückgang der Anzahl der Grasarten von 21 Arten auf 13 Arten begleitet. Insgesamt kommt es bei steigender Nutzungsintensität zu einer Einschränkung des Artenpools. Bei sechs Schnitten pro Jahr ist Weiß-Klee die einzige verbliebene Leguminosen-Art. Der Ertragsanteil der einzelnen Grasarten verschiebt sich mit steigender Nutzungsintensität: Während bei niedrigen Nutzungsintensitäten häufig hohe Anteile an Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) und Goldhafer (*Trisetum flavescens*) zu finden sind, weisen Wiesen mit hoher Nutzungsintensität häufig hohe Anteile an Deutschem bzw. Bastard-Weidelgras und Gewöhnlichem Rispengras auf. Der Wiesenfuchsschwanz ist über einen weiten Bereich der Nutzungsintensität mit Anteilen über 10 % am Bestand beteiligt. Am artenärmsten sind die weidelgrasreichen Wiesen.

Vegetationskundliche Parameter wie Artenzahl, Gräseranteil und Stickstoffzeigerwert (ELLENBERG *et al.*, 2003) zeigten einen signifikanten Zusammenhang mit dem Ertrag, dem Rohproteingehalt und dem Stickstoffentzug der Ernte. Betrachtet man die Streuung der Ergebnisse der einzelnen Flächen und Aufwüchse in der Beziehung von Artenzahl zu Ertrag bzw. Rohproteingehalt, so zeigt sich, dass hohe Erträge und auch hohe Rohproteingehalte sowohl auf Flächen mit sehr niedrigen als auch mit mittleren bis hohen Artenzahlen zu erzielen sind. Neben der Nutzungsintensität (Schnitthäufigkeit) haben offensichtlich auch individuelle Bedingungen des Standortes und der Nutzung einen Einfluss auf die Artenzahl.

In den Bodenproben der Grünlandflächen des Projektes wurden in 0-10 cm Tiefe ein mittlerer Humusgehalt von 7,4 % und ein mittlerer Gesamtstickstoffgehalt von 0,40 % gemessen. Ein durchschnittlicher pH_{CaCl} -Wert von 5,9 weist auf eine insgesamt gute Kalkversorgung hin, nur bei rund einem Viertel der Proben lag der pH-Wert unter 5,6. Dagegen lagen die Phosphatgehalte bei etwa der Hälfte der Flächen unterhalb der Versorgungsklasse „C“ (10-20 mg CAL- P_2O_5 /100 g Boden). Bei Kalium ist die Versorgungslage deutlich besser, bei rund drei Viertel der Flächen wurden Gehalte in bzw. über der Versorgungsklasse „C“ (10-20 mg CAL- K_2O /100 g Boden) gemessen.

Tabelle 1: Jahreserträge von Schnittproben [in dt TM/ha] sowie deren Rohprotein- bzw. Mineralstoffgehalte [in g/kg TM, bei Zn in mg/kg TM; gewichtete Mittel] bei unterschiedlicher Nutzungsintensität (Mittel 2009-2014; \pm Standardabweichung ¹⁾)

	Schnitte pro Jahr											
	1		2		3		4		5		6	
Anzahl ²⁾ (n)	18	62	131	176	122	28						
TM brutto	37	± 15 f	57	± 18 e	89	± 21 d	113	± 21 c	130	± 27 b	150	± 27 a
XP	102	± 16 e	123	± 23 d	136	± 21 c	157	± 19 b	172	± 19 a	179	± 23 a
N	16,3	$\pm 2,6$ e	19,7	$\pm 3,7$ d	21,8	$\pm 3,4$ c	25,1	$\pm 3,0$ b	27,5	$\pm 3,0$ a	28,6	$\pm 3,6$ a
P	2,28	$\pm 0,85$ e	2,88	$\pm 0,90$ d	3,47	$\pm 0,76$ c	3,87	$\pm 0,67$ b	4,20	$\pm 0,65$ a	4,32	$\pm 0,57$ a
K	18,3	$\pm 5,0$ f	21,1	$\pm 6,7$ e	26,0	$\pm 6,8$ d	29,0	$\pm 6,4$ c	32,3	$\pm 6,1$ b	34,9	$\pm 6,7$ a
Mg	2,79	$\pm 1,45$ a	2,78	$\pm 0,79$ a	2,61	$\pm 0,61$ a	2,83	$\pm 0,68$ a	2,80	$\pm 0,56$ a	2,82	$\pm 0,45$ a
S	1,46	$\pm 0,32$ d	2,00	$\pm 0,58$ c	2,36	$\pm 0,72$ b	2,62	$\pm 0,55$ a	2,72	$\pm 0,52$ a	2,75	$\pm 0,53$ a
Ca	8,54	$\pm 3,17$ a	8,80	$\pm 3,37$ a	7,72	$\pm 2,66$ a	7,60	$\pm 2,15$ a	8,51	$\pm 2,15$ a	8,44	$\pm 1,96$ a
Na	0,32	$\pm 0,13$ b	0,42	$\pm 0,34$ ab	0,69	$\pm 0,65$ ab	0,96	$\pm 0,93$ a	0,85	$\pm 1,09$ a	0,91	$\pm 0,82$ a
Zn	34,1	$\pm 10,7$ a	34,4	$\pm 12,1$ a	34,9	$\pm 7,2$ a	33,8	$\pm 7,3$ a	34,2	$\pm 5,4$ a	32,8	$\pm 4,5$ a

¹⁾ Unterschiedliche Buchstaben unter der Standardabweichung bedeuten signifikante Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Nutzungsintensitätsstufen

²⁾ Anzahl (n) bedeutet die Anzahl der vollständigen Schnittproben in den sechs Jahren 2009-2014; so lagen z.B. bei den Vierschnittwiesen 176 vollständige Ertragserfassungen im Untersuchungszeitraum vor.

Generell wurden mit zunehmender Nutzungsintensität signifikant ansteigende mittlere Trockenmasse- und Rohproteinträge (letztere in Tabelle 1 nicht aufgeführt) sowie ansteigende mittlere N- bzw. XP-, P-, K- und S-Konzentrationen im Aufwuchs gemessen (Tab. 1).

Analysen des Ertrags und des Mineralstoffmusters aller Aufwüchse im Futterjahr belegen, dass sich das Mineralstoffmuster im Jahresverlauf teilweise stark ändert (hier nicht dargestellt). Dabei werden in der Regel in der zweiten Vegetationshälfte höhere mittlere Rohprotein-, Phosphor-, Kalium-, Magnesium-, Schwefel-, Kalzium-, Natrium- und Zinkgehalte gemessen, während der Hauptanteil des Jahresertrags in der ersten Vegetationshälfte eingefahren wird.

Eine vorgenommene Klassifizierung der Rohprotein- und Mineralstoffgehalte unter dem Aspekt von Pflanzen- und Tierernährung zeigt u.a., dass durchschnittliche Rohproteingehalte von über 150 g XP/kg TM im Futter i.d.R. erst ab einer Nutzungsintensität von vier Schnitten pro Jahr erreicht werden. Grünlandbestände, die dreimal pro Jahr geschnitten werden, erreichen meist erst beim letzten und ertragsschwächsten Aufwuchs diesen Wert im Durchschnitt. Bei Phosphor und Schwefel weisen die Biomasseanalysen auf eine gute Versorgung des bayerischen Grünlandes hin. Dies ist in Bezug auf Phosphor gerade deshalb bemerkenswert, da dies in einem gewissen Widerspruch mit den P-Gehaltswerten des Bodens steht. Aus den gewonnenen Daten lässt sich schließen, dass es aus fachlicher Sicht sinnvoll ist, über eine Anpassung der P-Gehaltsklassen von Böden zu diskutieren, wie dies aktuell auch in Fachgremien (VDLUFA, 2015) der Fall ist. Auffallend waren die zumeist hohen Kaliumgehalte des Futters, die sowohl pflanzenbaulich auf eine hohe Kaliumversorgung des bayerischen Grünlandes hinweisen als auch aus Sicht der Tierernährung

meist weit über dem Optimum liegen. Die Daten sind damit ein Ansatzpunkt für eine weitere Optimierung der Bedarfswerte für die Bemessung der organisch/mineralischen K-Düngung im Grünland. Hinsichtlich der für eine fachgerechte Düngung wichtigen Nährstoffabfuhr an Stickstoff, Phosphat, Kalium und Magnesium ergab sich insgesamt eine relativ gute Übereinstimmung zwischen den derzeit gültigen, nach Schnittintensitätsstufen unterteilten bayerischen Faustzahlen (WENDLAND *et al.*, 2012) und den auf den Praxisflächen gefundenen Durchschnittswerten. Festgestellt wurde aber auch eine große Streuung der Erträge und Nährstoffgehalte bei gleicher Nutzungsintensität (Tab. 1). Dies ist ein deutlicher Hinweis, dass Faustzahlen einzelbetriebliche Gegebenheiten und Jahreseffekte nur näherungsweise widerspiegeln können und demnach regelmäßige Ertrags- und Futteranalysen der Betriebe nicht ersetzen können. Hierbei ist gerade eine realistische Einschätzung der geernteten und vom Tier verwerteten Erträge eine große Herausforderung für die Zukunft – dies auch im Zusammenhang mit den Vorgaben des Entwurfes der neuen Düngeverordnung (BMEL, 2015).

Weitere Analysen wurden zum Einfluss des Jahreseffekts sowie insbesondere zum Einfluss des Anbaugesbietes und des Wiesentyps auf Erträge, Rohprotein- und Mineralstoffgehalte im Futter sowie auf die Höhe der vom Hektar abgefahrenen Stickstoff-, Phosphat-, Kalium-, Magnesium- und Schwefelmengen durchgeführt. Diese bestätigten, dass neben der Nutzungsintensität natürlich auch das jeweilige Jahr einen wesentlichen Einfluss auf Schwankungen um Mittelwerte hatte. Dabei ergab jedoch eine Zuordnung gesamt-bayerischer Jahresklimadaten keinen hinreichenden Hinweis zur Interpretation der teilweise erheblichen Unterschiede des mittleren TM-Ertrags bzw. Rohproteingehalts zwischen den sechs Untersuchungsjahren. Des Weiteren zeigte sich auf Grundlage des Datenmaterials keine Notwendigkeit zur weiteren Differenzierung von bayerischen Faustzahlen über die Schnittintensität hinaus nach (wenigen) grob unterteilten Grünlandanbaugesbietes. Gleiches gilt für eine Differenzierung nach Wiesentypen, wenngleich beide Einflussgrößen zumindest teilweise, aber nicht eindeutig klar gerichtete signifikante Effekte auf einige Untersuchungsparameter hatten.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse des sechsjährigen Projekts sind ein Beitrag zur Validierung von Faustzahlen und auch Datenbasis für eine ggf. länderübergreifende Abstimmung zu Fragen der Grünlanddüngung.

Danksagung:

Die Autoren danken den beteiligten Betrieben, dem Landeskuratorium für pflanzliche Erzeugung in Bayern e.V. (LKP) für die technische Durchführung sowie dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die Finanzierung des Projektes.

Literatur

BMEL (2015): Verordnungsentwurf des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zur Neuordnung der guten fachlichen Praxis beim Düngen, Stand 16.12.2015.

DIEPOLDER, M., RASCHBACHER S., HEINZ S. (2014): Erträge und Mineralstoffgehalte von Schnittproben bayerischer Grünlandflächen mit unterschiedlicher Nutzungsintensität. In: Multifunktionalität des Dauergrünlandes erhalten und nutzen, Tagungsband der 58. Jahrestagung der AGGF, 104-106.

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. (2003): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. - Scripta Geobotanica XVIII. - Datenbank - ; Göttingen (Goltze): 1 CD ROM.

KLAPP, E., STÄHLIN, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes, Ulmer-Verlag, Stuttgart, 122 Seiten.

KUHN, G., HEINZ, S., MAYER, F. (2011): Grünlandmonitoring Bayern – Ersterhebung der Vegetation 2002-2008. – LfL-Schriftenreihe 3/2011: 159 S.

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALTEN (2015): Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung – Anpassung der Richtwerte für die Gehaltsklassen ist geboten und notwendig. Positionspapier des VDLUFA, 1-9.

WENDLAND, M., DIEPOLDER, M., CAPRIEL, P. (2012): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland - Gelbes Heft. 10. unveränderte Auflage 2012, LfL-Information, Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.

Effizienzbewertung unter Praxisbedingungen – Workflow zum Umgang mit ungenauen Daten auf Milchviehbetrieben in Niedersachsen

M. SCHÜLER, B. LAGGNER, B. OSTERBURG

Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, Thünen-Institut für Ländliche Räume

maximilian.schueler@thuenen.de

Einleitung und Problemstellung

Im Rahmen des niedersächsischen, vom Ministerium für Wissenschaft und Kultur geförderten Verbundprojekts „Systemanalyse Milch – Produktion von Milch in Weide- oder Stallhaltung: Ein Verfahrenvergleich“ (VWZN2864), findet eine umfassende Untersuchung verschiedener Aspekte der Milchproduktion statt, mit der Unterschiede zwischen Weide- und Stallhaltungssystemen herausgearbeitet werden sollen. Ziel ist es, Erkenntnisse für die zukünftige Ausrichtung der niedersächsischen Milchproduktion zu sammeln. An dem Projekt beteiligt sind etwa 60 niedersächsische Milchviehbetriebe, die sich bereit erklärt haben, Untersuchungen auf ihren Betrieben zu ermöglichen und den Forschern Betriebsdaten zur Verfügung zu stellen.

Die Praxisdaten liegen aus unterschiedlichen Betriebsteilen vor und dienen normalerweise unterschiedlichen Zwecken, zum Beispiel dem Nachweis der guten fachlichen Praxis, dem Herdenmanagement, der Nachverfolgbarkeit von einzelnen Tieren oder der Beantragung von Direkthilfen. Diese Daten haben teilweise unterschiedliche Granularität bzw. zeitliche Horizonte. Die Herausforderung im Projekt liegt darin, die verfügbaren Daten an Hand eines Stoffstrommodells zu plausibilisieren, um Effizienzbewertungen durchführen zu können. An Hand eines anonymisierten Beispiels werden das Vorgehen zur Plausibilisierung der Daten und die Bewertung des betrieblichen Grundfuttermanagements eines Projektbetriebes dargestellt.

Material und Methoden

Datenverfügbarkeit

Die 58 am Projekt teilnehmenden niedersächsischen Milchviehbetriebe sind nach der Dauer der täglichen Weidehaltung während der Hauptvegetationsperiode (Mai bis Oktober) in 4 Gruppen eingeteilt:

- Gruppe 1: > 10 Stunden tägliche Weidezeit (13 Betriebe)
- Gruppe 2: ≤ 10 Stunden tägliche Weidezeit (15 Betriebe)
- Gruppe 3: ≤ 6 Stunden tägliche Weidezeit (14 Betriebe)
- Gruppe 4: ganzjährige Stallhaltung (16 Betriebe)

Angefordert wurden bei den Betrieben u. a. folgende Daten:

- HIT (Herkunftssicherungs- und Informationssystem für Tiere), Tierbestandsdaten Rinder
- ANDI-Anträge (Agrarförderung Niedersachsen Digital) mit Anbauflächen, Kulturen und Tierbestandszahlen
- MLP-Monatsberichte (Milchleistungsprüfung)
- Nährstoffvergleich gemäß § 5 Düngeverordnung
- Rationsberechnungen
- Lieferscheine für zugekaufte Futtermittel
- Jahresmengen für Futterzukäufe

Wie Tabelle 1 zeigt, variiert die Datenverfügbarkeit für die einzelnen Betriebe, zum Teil bedingt durch die unterschiedlich ausgeprägte Bereitschaft zur Freigabe bestimmter Daten. Nicht aufgeführt sind die Verfügbarkeitszahlen zu den Futterzukäufen (Jahresmengen und Futterkennwerte). Hierzu findet derzeit eine Nacherhebung statt, um den in diesem Bereich noch sehr lückenhaften Datenrücklauf zu verbessern. Bei vorliegender Einverständniserklärung der Betriebe werden die entsprechenden Daten dann direkt bei den Futtermittelhändlern abgefragt.

Ergänzend wurden Daten auch im Interview über einen Fragebogen erhoben. Diese sollten einerseits Datenlücken füllen, wenn die oben genannten Daten nicht wie angefordert zur Verfügung gestellt werden konnten, und andererseits zusätzliche Informationen über den Betrieb liefern (z. B. Energieverbrauch).

Weiterhin wurden im Rahmen des Projekts Grundfuttermengen und -qualitäten der Betriebe erhoben. Dazu fanden eine Vermessung der Silostöcke (Gras und Mais) sowie eine Beprobung der Silagen statt. Die Auswertung der Daten ist derzeit noch nicht abgeschlossen.

Tab. 1: Verfügbarkeit der angeforderten Betriebsdaten

	HIT	ANDI	MLP	NV	Ration
Gruppe 1	9	5	13	7	3
Gruppe 2	11	7	15	14	8
Gruppe 3	13	5	14	8	8
Gruppe 4	16	1	16	9	6
Gesamt	49	18	58	38	25

Datenbewertung

Aus den **HIT** Tierbestandsdaten Rinder kann der genaue Tierbestand für jeden Tag bzw. Durchschnittsbestände für beliebige Zeiträume ermittelt werden. Dabei können die Tiere in Klassen nach Alter unterteilt werden. Da das Erstkalbedatum für jedes Tier vorliegt, können Kühe trennscharf abgegrenzt werden. Für die einzelnen Alterklassen lassen sich für angenommene durchschnittliche Gewichtszunahmen die Energiebedarfe ermitteln.

Aus der Milchleistungsprüfung (**MLP**) liegen als monatliche Durchschnitte auf Herdenebene die Milchleistung, Fett- und Proteingehalt, sowie Tiergesundheitsparameter wie Zellzahlen und Harnstoffgehalte der Milch vor. Aus den vorliegenden Daten kann die gesamte ermolzene Milch auf Herdenebene extrapoliert werden und damit eine durchschnittliche Milchleistung auf Einzeltierebene berechnet werden. Varianzen innerhalb der Herden werden dadurch allerdings nicht abgebildet. Da darüber hinaus keine Daten zum Verhältnis von Laktationsdauer zu Trockenstezeit vorliegen, kann der Energiebedarf für die Kühe über die gesamte Laktation nur grob auf Herdenebene abgeschätzt werden.

Aus den **ANDI**-Anträgen liegen Daten zu der betrieblichen Flächenaufteilung (Anbauflächen und Kulturen) sowie zu den allgemeinen betrieblichen Tierbestandszahlen (nicht nur Rinder) vor. Aufgrund ihrer Förderrelevanz sind diese Angaben sehr verlässlich.

Alle vorliegenden **Nährstoffvergleiche** bilanzieren die betriebliche Nährstoffzufuhr und –abfuhr auf Basis einer Flächenbilanz. Die Angaben zu Tierzahlen und Anbauflächen entsprechen denen des ANDI-Antrags. Für die Nährstoffe im betriebseigenen Wirtschaftsdünger als auch für Nährstoffabfuhr (Erträge, Nährstoffgehalt der Erträge) werden in der Regel Standardmengen und Standardnährstoffgehalte angenommen. Die tatsächlichen Nährstoffflüsse werden jedoch nicht bilanziert. Da die Nährstoffzufuhr nicht einzelnen Kulturen zugeordnet wird, ist keine getrennte Betrachtung von Acker- und Grünlandbewirtschaftung möglich. Der aus den Nährstoffvergleichen zu ziehende Informationsgewinn besteht vor allem in den Angaben zu den Nährstoffim- und -exporten (mineralische Dünger, Zu- und Verkauf organischer Dünger) und im Hinblick auf die Tierbestands- und Flächendaten in der besseren Datenverfügbarkeit im Vergleich zu den ANDI-Daten.

In Ergänzung zu den betrieblichen Unterlagen wurden in den Interviews u. a. ebenfalls Daten zu Futterzukaufen (Art und Jahresmenge), zu den Rationen pro Tierkategorie und Fütterungsperiode, zur Flächenausstattung der Betriebe (v. a. Grünlandflächen) und zur Düngung erhoben. Ziel dieser Parallelerfassung war es, Datenlücken zu schließen, z. B. bei Nichtvorhandensein von entsprechenden Unterlagen (z. B. Rationen für Jungvieh) oder bei fehlender Bereitschaft zur Weitergabe bestimmter Daten. Die Qualität der erhobenen Daten stellt sich sehr unterschiedlich dar. Dennoch lässt sich insgesamt ein Informationsgewinn durch die Interviewdaten verzeichnen.

Vorgehen zur Plausibilisierung

Die robustesten Daten sind HIT-Daten. Daraus wird der Durchschnittsbestand der Herde in verschiedenen Kategorien (Tränkekälber bis 12 Wochen, Jungtiere bis Erstkalbung, Kühe) berechnet. Für die Unterteilung von laktierenden Kühen und Trockenstehern wird von einem Verhältnis von 305 Tagen Laktation zu 60

Tagen Trockenstehzeit ausgegangen. Aus dem durchschnittlichen Erstkalbealter werden die Tageszunahmen (Erstkalbung bei 600 kg) bestimmt. Aus den geschätzten Tageszunahmen, dem durchschnittlichen Gewicht in der Tierkategorie und - bei den Kühen – dem Energiebedarf für die Laktation wird anhand Kirchgeßner (2011) der gesamte Energiebedarf für jede Kategorie abgeschätzt (Abb. 1, Kasten 1).

Im nächsten Schritt werden die bekannten Zukauffuttermengen auf die Gruppen aufgeteilt. Dabei werden die Interviewangaben zu Futtergaben an die Nachzucht verwendet und von der gelieferten Kraftfuttermenge abgezogen. Das verbleibende Zukauffutter wird zu 100% den Kühen angerechnet und der verbleibende Energiebedarf berechnet.

Anschließend werden Rationsangaben zu Maissilage auf die Herde umgelegt. Für Grassilage wird danach genauso verfahren. Wenn der Betrieb Weidegang hat, wird der verbliebene Energiebedarf aus der Ration von Zukauffutter, Maissilage und Grassilage berechnet und als Weideleistung angenommen (Abb. 1, Kasten 2).

Zur Betrachtung der Stickstoffflüsse werden aus den so berechneten Futtermengen die enthaltenen Stickstoffmengen bestimmt. Für die Rauhfutter werden diese anhand von Messungen des Rohproteingehaltes berechnet. Für Zukauffutter werden die deklarierten Rohproteingehalte angenommen und in N umgerechnet.

Die weiteren Stoffflüsse werden an Hand von Massenbilanzen der Trockenmasse bzw. Stickstoff berechnet. Da die Datenquellen jeweils unterschiedlich sind, ergeben sich Differenzen. Diese Bilanzdifferenzen werden wie in Tabelle 2 dargestellt berechnet und zusammengefasst.

In Abb. 1, Kasten 3 wird der Unterschied zwischen der Silostockvermessung und der deklarierten Nährstoffabfuhr aus dem Nährstoffvergleich dargestellt. Abb. 1, Kasten 4 zeigt die Bilanzdifferenz, die auch im Nährstoffvergleich berechnet wird.

Aus der Massenbilanz aller Futterinputs der Tiere abzüglich der Produktoutputs ergibt sich die gesamte ausgeschiedene Stickstoffmenge. Bei Annahme von unvermeidbaren Verlusten von 10% (z.B. Ammoniakverluste aus dem Stall) sowie der Reduktion um die exportierte Wirtschaftsdüngeremenge verbleibt eine Differenz zur im Nährstoffvergleich angegebenen N-Menge, die die Ausbringung auf den Flächen angibt (Abb. 1, Kasten 5a, 5b, 5c).

Tab. 2: Berechnungen der Bilanzdifferenzen für das Stickstoffflussmodell

Bereich in Abb. 1	Formel
Kasten 1	$N \text{ ausgeschieden von Tieren} = N \text{ in Zukauffutter} + N \text{ in berechneter Grundfütterration} - N \text{ in Milch} - N \text{ in Lebendmassezunahme}$
Kasten 2	$\text{Bilanzdifferenz} = N \text{ in Grundfüttererfassung} + N \text{ in angenommener Weideleistung} - N \text{ in berechneter Grundfütterration}$
Kasten 3	$\text{Bilanzdifferenz} = N \text{ in Abfuhr Rauhfutter aus Nährstoffvergleich} - N \text{ in Grundfüttererfassung}$
Kasten 4 (Nährstoffvergleich)	$\text{Bilanzdifferenz} = N \text{ in Mineraldünger} + N \text{ in Wirtschaftsdünger} - N \text{ in Getreideexport} - N \text{ in Abfuhr Rauhfutter}$
Kasten 5	$\text{Bilanzdifferenz} = N \text{ ausgeschieden von Tieren} - N \text{ in unvermeidbaren Verlusten (Annahme 10\%)} - N \text{ in Wirtschaftsdüngerexport} - N \text{ in Wirtschaftsdüngerzufuhr Nährstoffvergleich}$
Kasten 6	$\text{Bilanzdifferenz} = \text{Summe(Bilanzdifferenzen Kasten 1-4)} - N \text{ in angenommener Weideleistung}$

Ergebnisse und Diskussion

Plausibilisierung von Daten und Berechnung der Nährstoffflüsse

Für den dargestellten Betrieb ergibt sich aus der Berechnung eine Weideleistung von 2,7 kg TM pro Kuh und Weidetag bzw. von 7,72 dt TM pro Hektar aus dem 1. Schnitt. Dieser Wert stellt jedoch nicht die tatsächliche Weideleistung dar, sondern unterstellt, dass die anderen Betriebsteile optimal funktionieren. Sobald die Futtersnutzung weniger effizient ist als dargestellt, steigt der Energiebedarf und damit die Weideleistung. Dasselbe gilt für die tatsächlich aufgenommenen Mengen aus der Ration aus Zukauffutter,

Maissilage und Grassilage. Jedes kg, welches nicht aus der gefütterten Ration aufgenommen wird, wird stattdessen aus der Weide bezogen.

Die Stickstoffeffizienz, definiert als der Quotient von N in Produkten (Milch, Fleisch, Getreide) zu N in Inputs (Futter, Mineraldünger) ist 0,27, d.h. pro eingesetztem Kilo Stickstoff werden 270 Gramm Stickstoff in Produkte umgesetzt. Der produktbezogene Bilanzüberschuss (nach Verlusten und WD-Export) ist demnach 2,11, d.h. pro produziertem Kilo Stickstoff verbleiben 2,11 kg im Betrieb.

Bewertung

Aus den eingesetzten Produktionsmitteln (Land, Zukauffutter, Mineraldünger) und der Produktivität (Milchproduktion, Gewichtszunahme der Tiere) kann abgeleitet werden, dass der untersuchte Beispielbetrieb Ineffizienzen in der Produktion hat. Es kann aus den verfügbaren Daten jedoch nicht die Quelle der Ineffizienz lokalisiert werden, auch wenn zu vermuten ist, dass es keine einzelne Quelle ist. Dies ändert jedoch nichts an der gesamtbetrieblichen Ineffizienz.

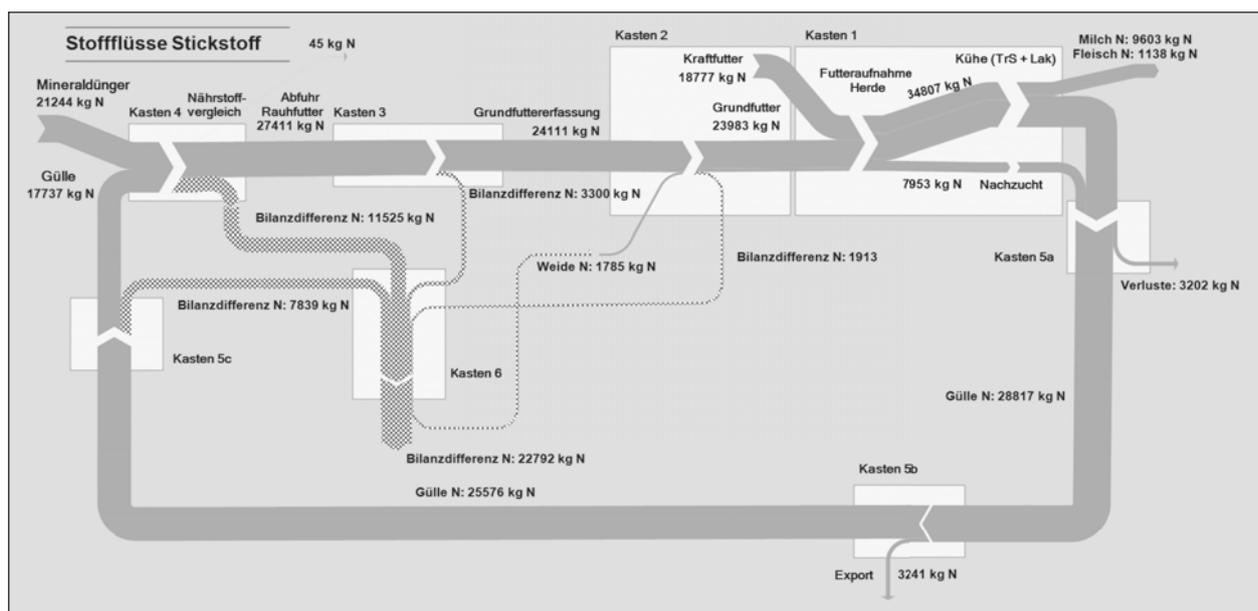


Abb. 1: Plausibilisiertes Stoffflussnetz für Stickstoff für einen Betrieb auf Grundlage von praktischen Betriebsdaten. Die Mengen beziehen auf den gesamten Betrieb für das Jahr 2014.

Für Stickstoff verbleibt ein Gesamtüberschuss von etwa 22.800 kg N. Dieser Stickstoff könnte den Betrieb als Emission verlassen (z.B. NH_3 , N_2O , NO_x bei Ausbringung von Wirtschaftsdünger), oder im Betrieb verbleiben (z.B. als Anreicherung im Boden oder Veränderung von Futterlagerbeständen). Solange aber die Summe der Nährstoffinputs und die Summe der produktiven Nährstoffoutputs gleichbleiben, ändert sich die Nährstoffeffizienz des Betriebes nicht.

Eine Erhöhung der Effizienz ließe sich nur durch eine Steigerung des Outputs oder Verringerung des Inputs erreichen. Würde eine doppelte Aufnahme auf der Weide zu 100% in Milch umgesetzt, wäre die Stickstoffeffizienz bei 30% und der produktbezogene Bilanzüberschuss bei 1,67 kg.

Schlussfolgerungen

Mit Hilfe von plausibilisierten Stoffstrommodellen lassen sich auch bei schlechter Datenlage Bewertungen zur Ressourceneffizienz von Milchviehbetrieben vornehmen. Insbesondere durch Modellberechnungen, in denen dem Betrieb vollkommene Effizienz unterstellt wird, lassen sich im Ist-Soll-Vergleich Optimierungspotentiale bestimmen.

Literatur

KIRCHGESSNER, M (2011): Tierernährung: Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 13., neu überarb. Aufl. – Frankfurt am Main. DLG-Verl.

Langjährige Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis im Projekt Öko-Leitbetriebe

E. LEISEN

Landwirtschaftskammer NRW, Nevinghoff 40, 48147 Münster

Zielsetzung

Die systembedingten Rahmenbedingungen machen eine Anpassung der Beratungsempfehlungen an den Ökologischen Landbau erforderlich. So führt beispielsweise der Verzicht auf eine Düngung zu Klee gras zu grundlegenden Veränderungen bei Bestandeszusammensetzung, Ertrag und Futterqualität. Versuche unter Bedingungen des Öko-Landbaus lagen zu Projektbeginn nur wenige vor und beschränkten sich vor allem auf den Ackerbau. Zur Optimierung des Ökologischen Landbaus startete deshalb 1994 das Projekt „Öko-Leitbetriebe in Nordrhein-Westfalen“.

Projekt- und Kooperationspartner, Finanzierung

Projektpartner sind: das Institut für Organischen Landbau der Universität Bonn, die Landwirtschaftskammer sowie ökologisch wirtschaftende Betriebe mit Ackerbau, Gemüsebau und Viehhaltung. Als Kooperationspartner sind je nach Fragestellung auch Spezialisten außerhalb der oben genannten Institutionen mit eingebunden. Als Beispiele einer derartigen Zusammenarbeit werden auf der diesjährigen AGGF-Tagung das Projekt „Weidegenetik“ und „Auswertungen zur Wirtschaftlichkeit der Weidehaltung“ vorgestellt.

Die Finanzierung erfolgt durch das Land, die Landwirtschaftskammer und zeitweise auch durch die EU. An der Finanzierung beteiligten sich je nach Fragestellung Landwirte und Molkereien. Darüber hinaus übernahmen die Landwirte wesentliche Teile der Arbeit vor Ort.

Versuche und Demonstrationen innerhalb des Projektes – ursprüngliches Konzept

Ursprüngliche Planung:

- Uni Bonn: Versuche zu speziellen Fragestellungen
- Landwirtschaftskammer:
 - Sortenversuche zu Getreide, Kartoffeln, Körnerleguminosen Mais
 - Demonstrationen in Leitbetrieben auf Basis von Versuchen

Schon im ersten Jahr wurde deutlich: Versuche als Basis für reine Demonstrationen gab es kaum. Und wo es sie gab, waren sie nicht immer systemkonform: Ein Beispiel: Es gab einen 11-jährigen Mischungsvergleich bei Klee gras (mehrmals auf neuen Flächen angelegt). Dieser wurde aber immer auf ehemaligem Grünland angelegt, einer Konstellation, die eher einer Sonder- als Normalsituation im Öko-Landbau entspricht. Ertrag und Qualität wurden dadurch maßgeblich beeinflusst. Als Basis für die Beratung waren sie damit nicht geeignet.

Schlussfolgerung:

- Reine Demonstrationen waren nicht empfehlenswert, da systemkonforme Versuchsergebnisse fehlen.
- Für übliche Versuche (voll randomisiert, 4 Wiederholungen) fehlen auch bei langjähriger Projektdauer die Kapazitäten, wenn die Vielfalt der Fragestellungen und einzelbetrieblichen Bedingungen auch nur im Ansatz berücksichtigt werden soll.
- Ein neuer Ansatz für Versuche und Untersuchungen war erforderlich.

Versuche und Untersuchungen in den letzten 23 Jahren im Bereich Futterbau, Grünland und Milchvieh

Bereich Pflanzenbau:

- Sortenversuche mit Gräsern und Kleearten: Prüfung in konventionellen Betrieben
- Sortenversuche Mais: nur vorübergehende Prüfung in ökologischen Betrieben
- Praxiserhebungen in Öko-Betrieben:
 - 83 Grünlandflächen (U. v. BORSTEL), 439 Klee grasflächen (E. LEISEN)

- Versuche, wo deutliche Unterschiede zu erwarten sind, 2 – 4 Wiederholungen, nicht randomisiert, Anlage durch Techniker oder Landwirt, Beerntung durch Techniker
 - Fruchtfolge, UFD
 - Schwefeldüngung
 - Klee gras- und Grünlandmischung (v. BORSTEL, mehrere Institutionen)

Bereich Milchviehhaltung

- Praxiserhebungen zu:
 - Futterqualität, Mineralstoff-, Spurenelementversorgung, Fütterung: ab 1996
 - Milch- und Käsequalität (neben Milchvieh auch Ziege und Schaf): ab 1999
 - Leistung und Gesundheit: ab 2000
 - Züchtung, u.a. Genetik für Weidebetriebe (Vergleich D/ NZ-Bullen): ab 2004
 - Wirtschaftlichkeit: ab 2004
 - Weidesysteme: ab 2004
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen (BERATER, LEISEN, UHLIG)
- Test von Weidegenetik: Vergleich Bullen unterschiedlicher Herkunft (D, NZ) (BRÜGEMANN, KÖNIG, LEISEN)

Erfahrungsaustausch

Der Erfahrungsaustausch zwischen Forschung, Beratung und Praxis ist ein wesentlicher Teil des Projektes, **bei dem alle Beteiligten sich weiter entwickeln**. Versuche und Untersuchungen aus dem Projekt, aus anderen Untersuchungen vor allem aber auch die Erfahrungen aus der Praxis bilden dafür die Grundlage. Die Weitergabe von Informationen und der Erfahrungsaustausch erfolgen durch:

- Betriebsbesuche (40 – 60 jährlich)
- Rundschreiben (etwa 40 x jährlich, 750 Adressaten), Vorträge
- Regionaltreffen (1 x jährlich in 6 Regionen)
- Lehrfahrten (etwa 4 jährlich)
- Tagungen: Milchviehtagung (1 x jährlich), AGGF-Tagung, Öko-Wissenschaftstagung

Ausgewählte Themen der letzten 11 Jahre

Im Folgenden werden einige Ergebnisse basierend auf Erhebungen und Versuchen sowie kombiniert mit Beobachtungen und Erfahrungsaustausch vorgestellt.

Vergleich Milchleistung, Kraftfuttermenge und Futterwertzahl

Hypothese: Bei viel Weide hat die Futterwertzahl (FWZ) nur eine geringe Bedeutung für Milchleistung und Flächenproduktivität. Anstoß zu dieser Hypothese gaben die Arbeiten von Thomet auf dem Waldhof in der Schweiz (THOMET 2004). Auf konventionell bewirtschafteten Flächen wurden 14.000 kg ECM/ha erzielt, obwohl 38 % der Fläche nur 20 % Deutsches Weidelgras und 13 % Weißklee enthielt und bei einem Besuch dieser Fläche (v. BORSTEL, BERENDONK, LEISEN) im Frühjahr 2005 aufgrund des hohen Anteils an Flechtstraußgras und Gemeiner Risppe eher als verbesserungswürdig anzusprechen war.

Bonituren in Öko-Betrieben: Zwischen 2005 und 2007 wurden in 83 Betrieben, davon 30 reinen Grünlandbetrieben, die Futterwertzahlen auf den Kuhweiden durch Herrn Dr. v. Borstel erhoben. Für jeden Betrieb wurde eine mittlere Futterwertzahl aus den Einzelbonituren berechnet.

Ergebnisse und Diskussion: Die in Abb. 1 dargestellte Grafik zeigt die FWZ von Kuhweiden in 30 Grünlandbetrieben (jedes Zeichen: Mittelwert eines Betriebes). Der Trend deutet darauf: In Betrieben mit wenig Kraftfutter (fast deckungsgleich mit viel Weide) hat die FWZ nur geringen Einfluss auf die Jahresmilchleistung (VORMANN *et al.*, 2008). Wenig Einfluss hat die FWZ aber auch auf die Flächenproduktivität (übereinstimmend mit den Untersuchungen von Thomet): So wurden über die Weideperiode hinweg bei meist optimalen Wachstumsbedingungen in Niederungslagen 2014 zwischen 10.059 und 10.978 kg ECM/ha erzielt und das bei FWZ zwischen 6,5 und 7,2 (in Jahren mit Trockenheit kann dieser Effekt durch die Bodengüte überdeckt werden).

Fazit: Vorsicht vor Grünlanderneuerung besonders von Weideflächen. Hungerjahre und Ertragseinbußen statt Ertragssteigerungen können die Folge sein. Im Öko-Landbau kommt hinzu, dass durch Verluste entgangener Stickstoff nicht durch Mineraldünger ersetzt werden kann und Hungerjahre viele Jahre andauern können.

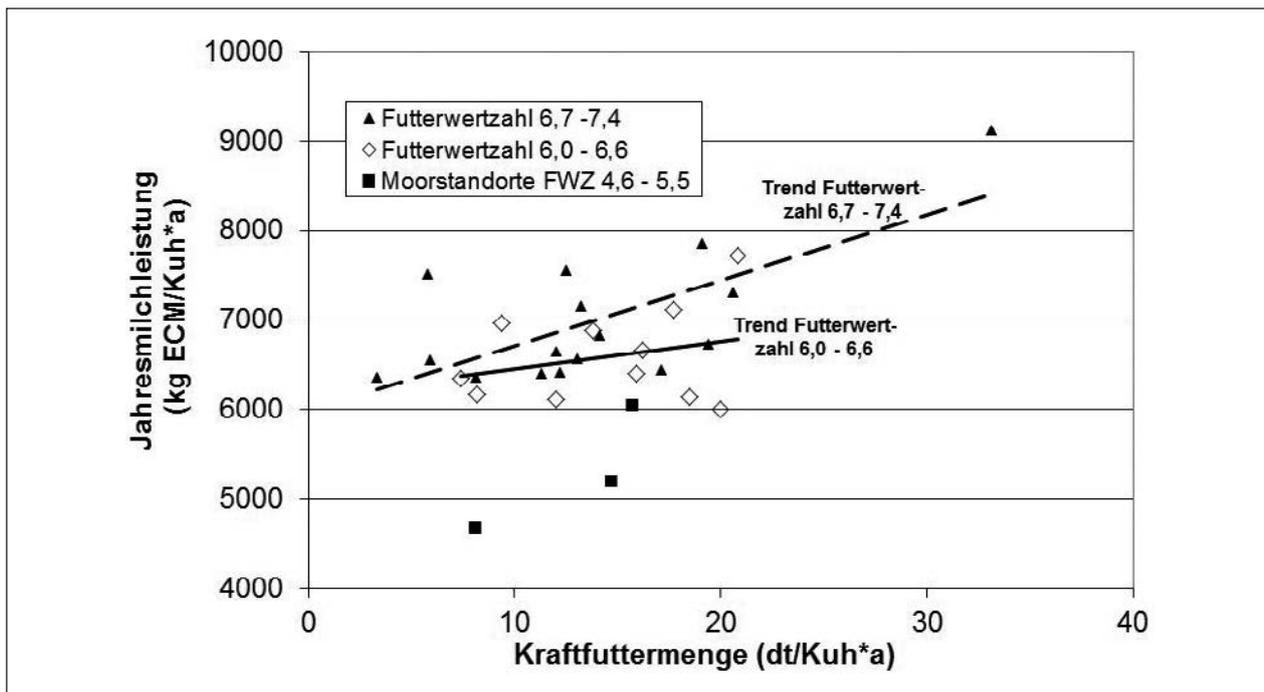


Abb. 1: Milchmenge, Kraftfuttermenge und Futterwertzahl in 30 Grünlandbetrieben

Welches Weidelgras im Ökologischen Landbau

Hypothese: Im Ökologischen Landbau kann Welsches Weidelgras bei begrenzter Stickstoffdüngung seine Ertragsvorteile nicht ausschöpfen.

Versuche und Futteranalysen in Öko-Betrieben: Zwischen 1996 und 2005 wurden 7 Versuche zum Vergleich von Mischungen mit und ohne Welsches Weidelgras durchgeführt. Bei letzterem dominierte als Gras Deutsches Weidelgras, auf Sandboden auch Knaulgras.

Ergebnisse und Diskussion: Tab. 1 zeigt: Mischungen ohne Welsches Weidelgras sind meist proteinreicher und liefern meist auch die höheren Proteinmengen (einzelne Ausnahmen: bei 3- statt 4-Schnittnutzung). (LEISEN, 2005). Für die Mehrzahl der Betriebe wurden deshalb Mischungen ohne Welsches Weidelgras empfohlen. Ausnahme: Auf sehr rotkleewüchsigen Standorten wird zur Sicherung eines gewissen Grasanteils Welsches Weidelgras empfohlen.

Tab. 1: Rohproteingehalt im Grünaufwuchs von Klee gras im 1. Hauptnutzungsjahr in Klammern: Spannweite der Rohproteingehalte (% in T)

Anzahl Versuche	Anmerkung	1. Schnitt	2. Schnitt	letzter Schnitt
Blanksaaten: 4 Versuche	ohne Welsches Weidelgras	14,8 (14,3 – 15,6)	18,2 (16,3 – 19,4)	23,7 (19,6 – 29,1)
	mit Welschem Weidelgras	12,2 (8,7 – 16,7)	13,8 (8,7 – 16,5)	22,8 (19,6 – 25,2)
Untersaaten: 3 Versuche	ohne Welsches Weidelgras	18,4 (15,3 – 21,9)	19,2 (16,9 – 20,7)	19,5 (15,5 – 23,6)
	mit Welschem Weidelgras	16,5 (13,4 – 18,8)	15,2 (11,5 – 18,1)	20,1 (17,3 – 23,9)

2004 wurden diese Empfehlungen das erste Mal in Rundschreiben verbreitet. Die Praxis reagierte umgehend: Bis 2004 enthielten 65 % der Mischungen Welsches Weidelgras, in den Jahren danach nur etwa 35 % (LEISEN, 2015a). Dies zeigte sich in den Futteranalysen (Abb. 2): Vor 2005 wurden in den Klee grasslagen aus Öko-Landbau 1. Schnitt im Jahresmittel durchweg Rohfasergehalte von über 25,2 % gemessen (17-jähriges Mittel), in den nachfolgenden 11 Jahren wurde dieser Wert nur in 3 Jahren erreicht.

Fazit: Mischungen mit Welschem Weidelgras liefern meist weniger Protein. Die Praxis hat die 2004 herausgegebenen Empfehlungen schnell umgesetzt.

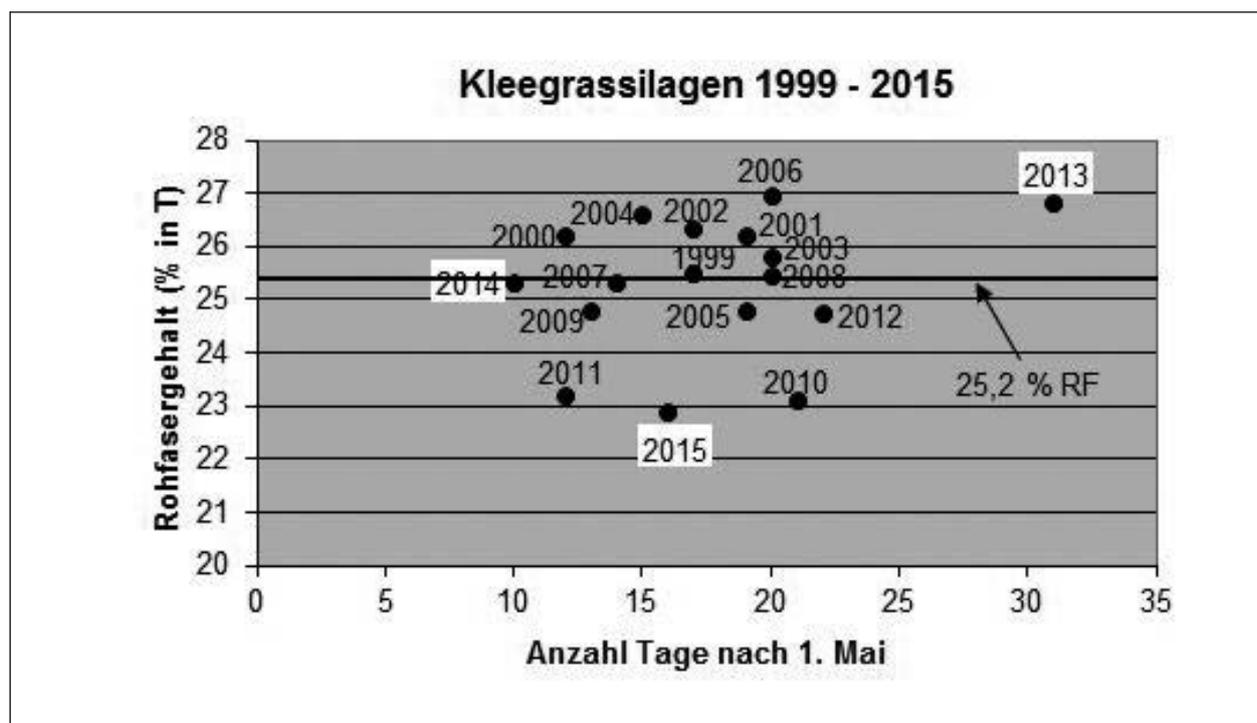


Abb. 2: Schnitttermin und Rohfasergehalt 1. Aufwuchs im Jahresvergleich bei Kleegrassilagen, Rohfasergehalt: in T bei 10 % Aschegehalt

Wirtschaftlichkeit der Weidehaltung im Ökologischen Landbau

Hypothese: Für den konventionellen Landbau zeigen Untersuchungsergebnisse aus den Niederlanden und den USA, dass viel Weide überdurchschnittlich wirtschaftlich ist (PFLIMLIN A., 2008, EVERS A. et al., 2008, HOLSHOF, G. et al. 2010). Dies gilt auch für den Ökologischen Landbau.

Untersuchungen: Der enge Kontakt zur Praxis ermöglichte den Zugang zu betriebswirtschaftlichen Zahlen der Wirtschaftsjahre 2004/05 bis 2012/13, die in geschlossenen Regionaltreffen diskutiert und anonym publiziert werden (LEISEN, 2015b).

Ergebnisse und Diskussion: Abb. 3 zeigt: In Betrieben mit viel Weide liegen die Leistungen in 7 von 9 Jahren über den Produktionskosten, bei mittlerem Weideumfang und bei wenig Weide dagegen nur in 2 bzw. 3 von 9 Jahren. Bei wenig Weide konnte die Jahresmilchleistung in den 9 Jahren zwar um 600 kg ECM/Kuh gesteigert werden. Trotzdem wurden die Produktionskosten meist nicht gedeckt. Die positive Bewertung (wirtschaftlich wie gesellschaftlich) führte in den letzten Jahren zu einer Trendwende: Der Weideumfang wurde wieder ausgedehnt, trotz Aufstockung (LEISEN, 2015 c).

Fazit: Betriebe mit viel Weide sind überdurchschnittlich wirtschaftlich. Die Praxis reagierte auf die Ergebnisse und hat den Weideumfang ausgedehnt.

Erfahrungsaustausch auf breiter Datenbasis

Die Weiterentwicklung der Öko-Milchviehbetriebe wurde in den letzten Jahren begleitet durch einen intensiven Erfahrungsaustausch. Wesentliche Basis hierfür bildeten (neben den betriebswirtschaftlichen Daten) seit 12 Jahren jährlich durchgeführte Datenaufnahmen in derzeit 170 Betrieben (zu Beginn 160 Betriebe) aus Norddeutschland, den Niederlanden, Belgien und Luxemburg. Die breite Datenbasis erlaubte die Bildung sowohl von regionalen als auch themenspezifischen Gruppen. Herausgearbeitet wurde die Wirkung unterschiedlicher Managementmaßnahmen, so die Rücknahme der Kraftfuttermenge bei gleichzeitiger Ausdehnung des Weideumfangs.

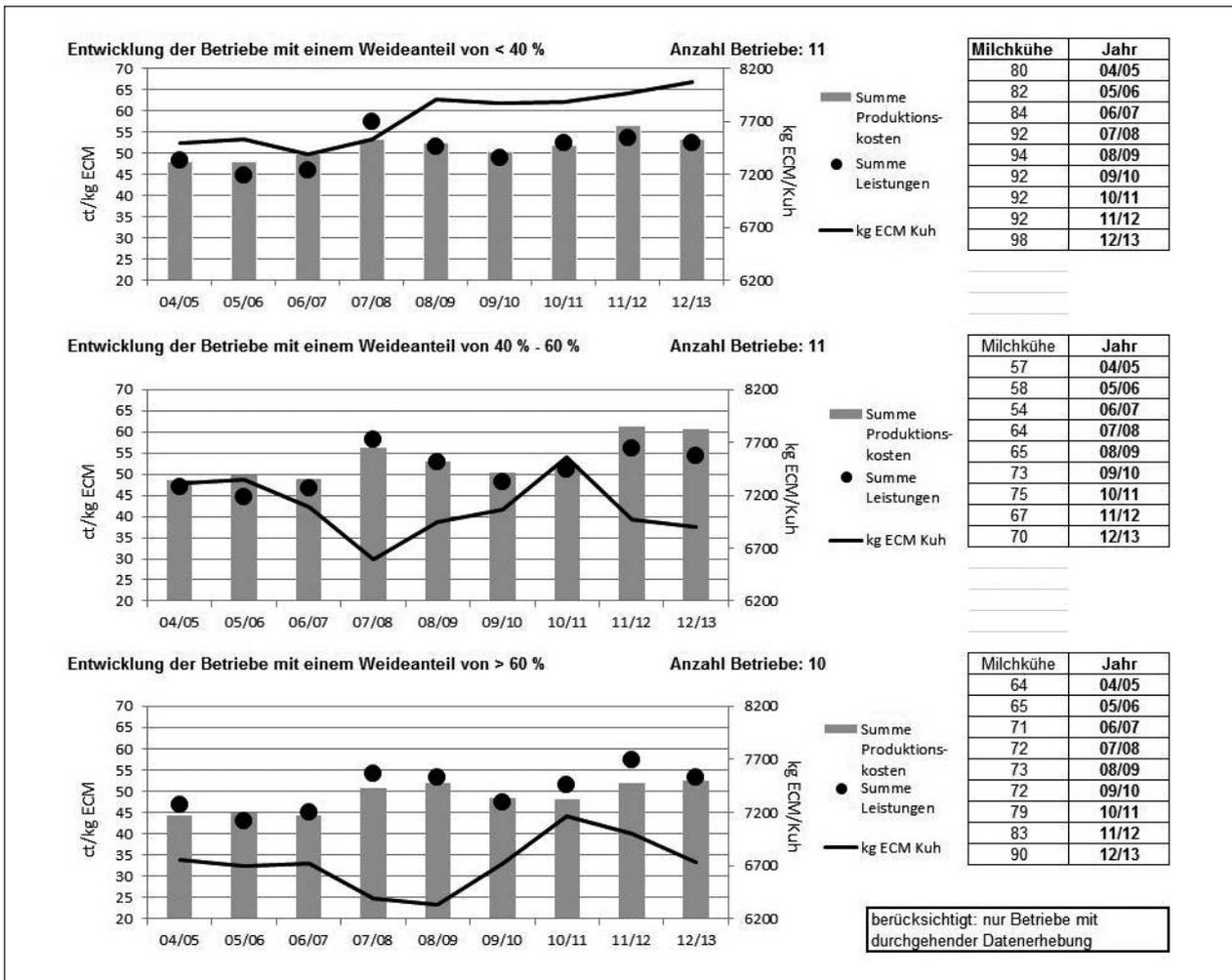


Abb. 3: Entwicklung der Betriebe in den letzten 9 Jahren

Produktivität von Milchviehweiden – laufende Untersuchungen

Problematik: Die Datenbasis für die Bewertung unterschiedlicher Weidesysteme ist bisher noch gering und erlaubt noch keine Differenzierung nach Standort, Klima, Pflanzenbestand und Herdenmanagement.

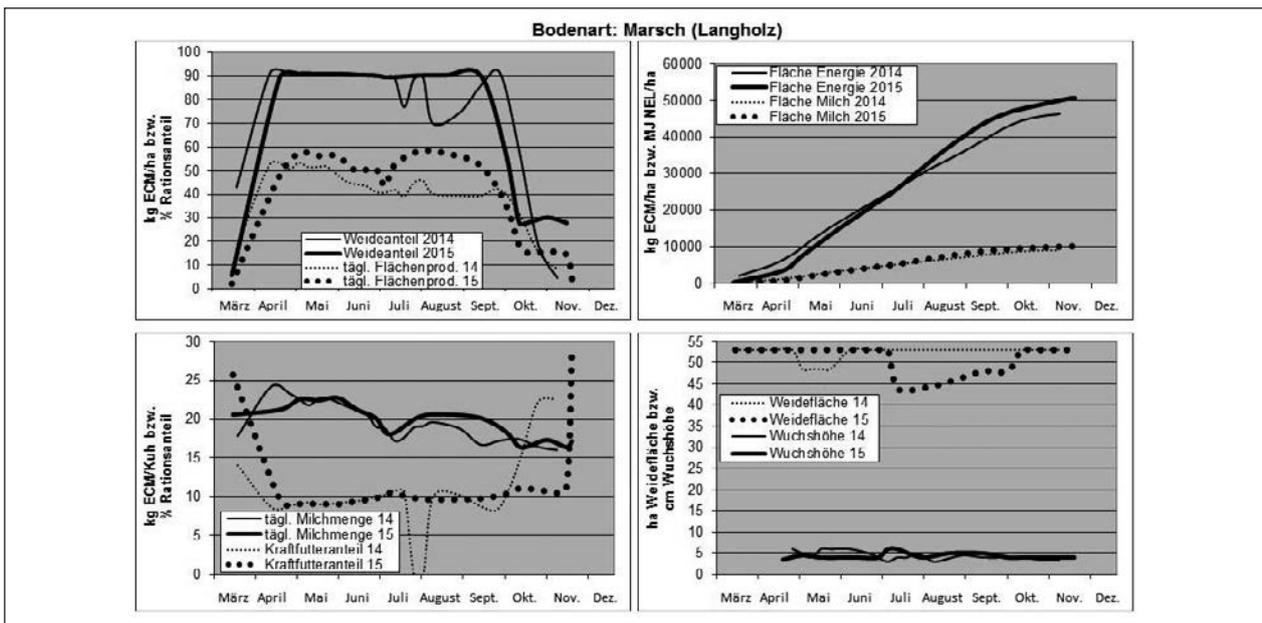


Abb. 4: Weidesaison 2014 und 2015 auf einem Betrieb mit 128 Milchkühen auf der Marsch

Untersuchungen: Seit 2011 werden in ausgewählten Betrieben, seit 2014 in 24 Betrieben und seit 2016 in 55 Öko-Milchviehbetrieben Weidedaten in wöchentlichem Abstand festgehalten.

Ergebnisse und Diskussion: Der Landwirt erhält nach Eingang der Daten einen Rücklauf, aus dem er die aktuelle Entwicklung mit der der Vorjahre vergleichen kann (Abb. 4). Einflüsse von Fütterung, Wuchshöhe, Witterung zeigen sich im einzelbetrieblichen Vergleich aber auch im Vergleich verschiedener Standorte. 1 x monatlich und für das ganze Jahr werden in einem ausführlichen Bericht die Ergebnisse zusammengefasst und in Regionaltreffen diskutiert (LEISEN, 2016).

Fazit nach 23 Projektjahren: Ein Netzwerk für Untersuchungen und Erfahrungsaustausch konnte gebildet werden. Kostengünstig konnte in enger Zusammenarbeit aller Beteiligten die Öko-Milchviehhaltung in unterschiedlichen Bereichen (Mischungswahl, Düngung, Fütterung, Weidehaltung, Auswahl von Zuchtbullen) weiter optimiert werden.

Praxisnahes Versuchswesen nicht nur im Öko-Landbau: Die Praxis muss stärker in die Untersuchungen eingebunden werden. Das verbessert die Datenbasis, die Übertragbarkeit und letztendlich die Akzeptanz des Versuchswesens in Praxis und Gesellschaft.

Zum Nachlesen: Unter www.oekolandbau.nrw.de/forschung/leitbetriebe/ergebnisse/jahre/index.php stehen alle Versuchsberichte ab 1997.

Literatur

DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTSGESELLSCHAFT (2011): Die neue Betriebszweigabrechnung.. Arbeiten der DLG Band 197, 3. Auflage.

EVERS A., HAAN M. DE, POL-VAN DASSELAR A.V.D., PHILIPSEN B. (2008): Weiden onder moeilijke omstedigheden. Rapport 147, Animal Sciences Group van Wageningen UR.

HOLFSHOF G., HAAN M.H.A. DE (2010): Grassland management on the `Low Cost Farm`: an overview of an eight -year period. In: Grassland in a changing world. 23rd General Meeting of the European Grassland Federation, Kiel, 112-114.

KIEFER, L., BAHRS, E., OVER, R. (2013): Vorzüglichkeit der ökologischen Weidemilchproduktion im Kontext steigender Kraftfutterpreise. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 500 – 503.

LEISEN, E. (2005): Einfluss der Ansaatmischung auf Ertrag und Qualität bei Blanksaat und Untersaat – Zusammenstellung von 13 Versuchen auf Ökobetrieben in NRW. Versuchsbericht Öko-Leitbetriebe 2005, 105- 111.

LEISEN, E. (2015A): Klee gras: Deutliche Veränderungen bei Mischungswahl und Rohfasergehalt: Auswertung der letzten 17 Jahre. Versuchsbericht Öko-Leitbetriebe 2015, im Druck.

LEISEN, E. (2015B): Wirtschaftlichkeitsentwicklung in Öko-Milchviehbetrieben bei unterschiedlichem Weideumfang in verschiedenen Regionen Norddeutschlands zwischen 2004/05 und 2012/13. Versuchsbericht Öko-Leitbetriebe 2015, im Druck.

LEISEN, E. (2015c): Entwicklung von Milchleistung und Gesundheit bei unterschiedlichem Weideumfang in den letzten 11 Jahren in Betrieben mit HF-Kühen. Versuchsbericht Öko-Leitbetriebe 2015, im Druck.

LEISEN, E. (2016): Weideperiode 2014 und 2015 in Öko-Milchviehbetrieben Mitteleuropas. Versuchsbericht Öko-Leitbetriebe 2016, in Vorbereitung.

PFLIMLIN A. (2008): La filière latière aux États Unis. Dossier Économie de l'Élevage No378b. Institut de l'Élevage, Paris.

THOMET, P. (2004): Milchproduktionspotential des Vollweidesystems. Mitteilungen der AG Grünland und Futterbau, Band 6, 93 – 100.

VORMANN, M., BORSTEL, U. v., LEISEN, E. (2008): Futterwertzahlen von Grünlandbeständen und produktionstechnische Kennwerte der Milchproduktion in Ökobetrieben Nordwestdeutschlands. Versuchsbericht Öko-Leitbetriebe 2008, 92 – 93.

Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe ökologischer Landbau in NRW“ mit finanzieller Unterstützung des Landes NRW durchgeführt.

Warum „Ökoeffiziente Weidemilcherzeugung - Lindhof“?

F. TAUBE¹, R. LOGES¹, T. REINSCH¹, C. KLUSS¹ UND M. HAMACHER¹

¹ Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,
Abteilung Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau, CAU-Kiel

Kontakt: ftaube@gfo.uni-kiel.de

Ausgangssituation und Begründung

Die Milcherzeugung in Schleswig-Holstein stellt die wirtschaftliche Basis für mehr als 4000 landwirtschaftliche Betriebe dar. Nach dem Ende der Milchquotenregelung im Jahr 2015 und der damit verbundenen Ausdehnung der Milchproduktionskapazitäten ist die Entwicklung im Milchproduktionssektor durch eine steigende Intensivierung der Produktion geprägt, die sich maßgeblich auf die Steigerung der Milchleistung je Kuh in Verbindung mit steigenden Herdengrößen ausrichtet (economies of scale). Die derzeitigen Milchproduktionssysteme in Deutschland sind durch eine Entwicklung in Richtung einer genetischen Spezialisierung auf Milchproduktion („Einnutzungs-rind“ Holstein Friesian (HF)) mit dem Ziel der Maximierung des Milchertrages je Kuh gekennzeichnet. Dies hat im Extrem dazu geführt, dass Grobfutter vom Grünland die primäre Funktion der Strukturlieferung wahrnimmt, während das bereitgestellte Eiweiß mit hoher Abbaubarkeit im Pansen (EDMUNDS *et al.*, 2012) durch zusätzliches by-pass Protein in erheblichem Umfang ergänzt werden muss (Raps- bzw. Sojaextraktionsschrote), um eine ausreichende Eiweißversorgung am Dünndarm sicher zu stellen (Schuba und Südekum, 2012). Dieser zusätzliche Eiweißanspruch vom Ackerland ist ab Milchleistungen von mehr als ~7000 kg/Kuh/Jahr überproportional ansteigend, ebenso wie die Bereitstellung von zusätzlicher Futterenergie vom Acker (Maissilage). Und schließlich bedeutet diese Entwicklung eine Abkehr von der Weidenutzung, da zum einen mit steigender Herdengröße nicht mehr ausreichende hofnahe Weideflächen zur Verfügung stehen und zum anderen, der Energiebedarf von Hochleistungskühen nur begrenzt aus Weidefutter zu decken ist. In der Konsequenz resultieren daraus kapital- und energieintensive Milchproduktionssysteme mit zunehmend ganzjähriger Stallhaltung, was wiederum die Frage nach der Tiergerechtigkeit der Haltungsverfahren, der Tiergesundheit und der Nutzungsdauer aufwirft (DGFZ, 2013).

Daraus ist abzuleiten, dass angewandte Systemforschungen zur Grünlandnutzung zum Zwecke der Milcherzeugung bisherige Milchproduktionssysteme in Frage stellen müssen. Die Kieler Gruppe hat dazu in den vergangenen Jahren einen Systemvergleich zur Milcherzeugung durchgeführt, wobei zwei landwirtschaftliche Betriebe, die unterschiedliche Milchproduktionssysteme repräsentieren, untersucht wurden (SCHÖNBACH *et al.*, 2012). Betrieb A (low input, Weißklee/Deutsch'Weidelgras-Weide ohne mineralische N-Düngung) erzeugt Milch in Anlehnung an irische Milchproduktionssysteme (Milcherzeugung nahezu ausschließlich von der Weide, marginaler Konzentratfuttoreinsatz, Kreuzungstiere HF x Jersey, Milchleistung je Kuh von ca. 6000 kg ECM; Milchleistung je ha Weide ca. 11.200 kg ECM). Betrieb B (high input) repräsentiert einen potentiell typischen high input Betrieb der Zukunft (ganzjährige Stallhaltung, Grobfutterbasis Gras- und Maissilage, HF-Genetik, Konzentratfuttoreinsatz von ca 3 t/Kuh/Jahr (davon ca. 1/3 Sojaextraktionsschrot), Milchleistung je Kuh von ca. 11.000 kg ECM. Auf beiden Betrieben im gleichen Landschaftsraum Schleswig-Holsteins wurden die Stoffströme im Produktionssystem dezidiert erfasst (Futtererträge, Energiebilanz, Treibhausgasemissionen, Nährstoffausträge über Sickerwasser) und die Ökoeffizienz ermittelt. Beispielhaft ist in der Abbildung 1 der „Product Carbon Footprint (PCF)“, also die CO₂ Äquivalent-Emission je kg erzeugter Milch erfasst und in Abhängigkeit verschiedener Kalkulationsszenarien ausgewiesen. Werden LUC (Landnutzungswandel)-Effekte und Effekte der Bodennutzung auf den Bodenkohlenstoffhaushalt nicht berücksichtigt, erscheint das high input System leicht überlegen (linke Säulen Abbildung 1).

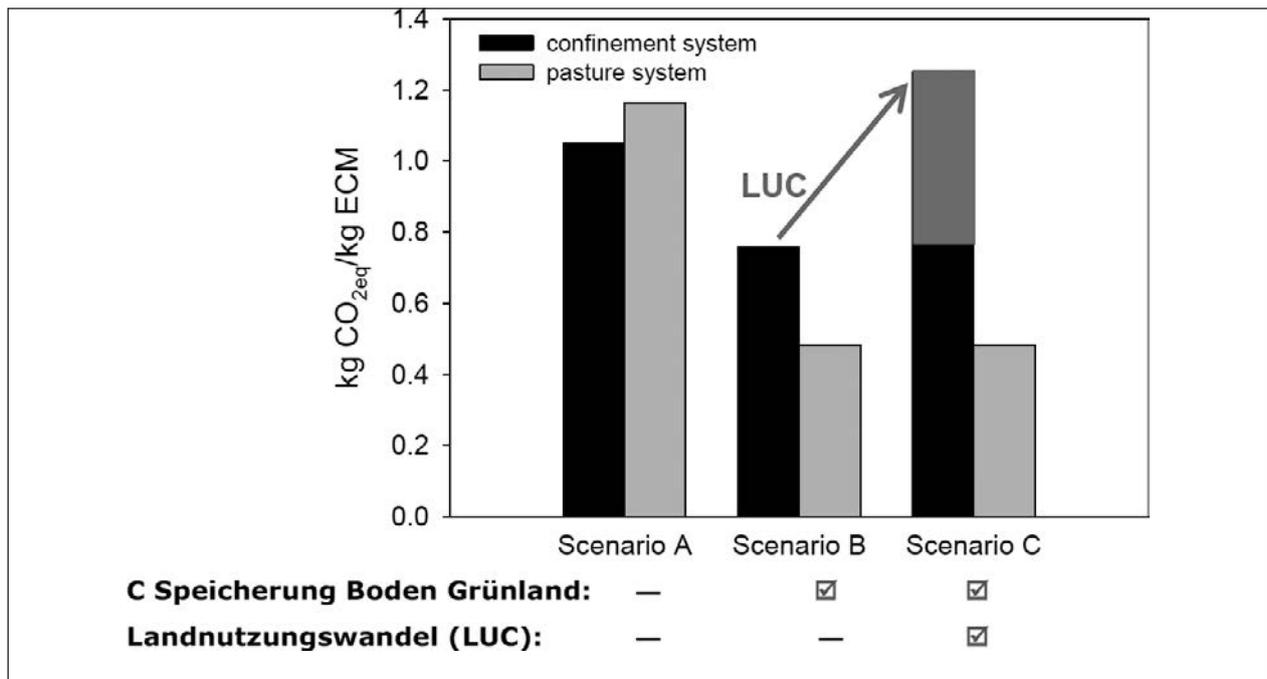


Abb 1: „Carbon footprint Milch“ (kg CO₂eq/kg ECM) in Abhängigkeit des Milcherzeugungssystems (confinement system: Ganzjährige Stallhaltung; pasture system: Vollweide) und verschiedener Kalkulationsszenarien (A: Standardverfahren; B: Berücksichtigung CO₂-Speicherung Boden unter Grünlandnutzung, C: Berücksichtigung B plus Landnutzungswandeleffekte für Soja in Südamerika (SCHÖNBACH *et al.*, 2012)

Werden jedoch die Kohlenstoffsequestrierungspotentiale der ausschließlichen Grünlandnutzung (Weidesystem) dem low input System gutgeschrieben, verringert sich der PCF des low input Systems maßgeblich und werden zusätzlich LUC-Effekte für den Sojaanbau (high input System) berücksichtigt, ist das low input System deutlich günstiger einzustufen. Abschließend wurde der Flächenverbrauch je kg ECM für beide Systeme kalkuliert, wobei Durchschnittserträge für die Konzentratfüttermittelkomponenten inklusive der Allokationsfaktoren in Ansatz gebracht wurden, mit dem Ergebnis, dass der „globale Flächenbedarf“ beider Systeme nahezu identisch ist (ca. 2 m² je kg ECM). Dieses Beispiel macht für das System Milcherzeugung deutlich, dass nur umfassende angewandte Systemforschung mit dem Infragestellen bestehender Systeme neue Wege einer ökoefizienten Produktion von agrarischen Rohstoffen aufzeigen kann.

Angewandte Systemforschung im Agrarbereich hat vor dem Hintergrund des neuen Paradigmas der nachhaltigen Intensivierung bisher eingeschlagene Pfade zu hinterfragen, um stabile Pfadabhängigkeiten aufzubrechen. Pfadabhängigkeit ist ursprünglich ein analytisches Konzept in den Sozialwissenschaften, das Prozessmodelle beschreibt, deren zeitlicher Verlauf strukturell einem Pfad ähnelt. Es gibt Anfänge und Kreuzungen, an denen mehrere Alternativen zur Auswahl stehen. Bei Entscheidung für eine bestimmte Alternative (Maximierung Einzeltierleistung) folgt eine stabile Phase, in der die Entwicklung durch positive Feedback-Effekte (Reduktion Arbeitskosten, Entwicklung spezieller Beratungsstrukturen, Entwicklung technischer Lösungen) auf dem eingeschlagenen Weg gehalten und weiterentwickelt wird (ganzjährige Stallhaltung, Optimierung Rationsgestaltung der Hochleistungskuh (Totale Mischrationen). Dies bewirkt, dass in einer solchen stabilen Phase Richtungsabweichungen kaum noch möglich sind, da diese zunehmend aufwändig werden (Wechsel der Milchviehrasse, Weidegang, Mangel an alternativer Beratungsexpertise). Das Besondere an stabilen, pfadabhängigen Prozessen ist, dass Entscheidungen tendenziell nicht mehr in Abhängigkeit weiterer Qualitätsmerkmale (Ökoefizienz, Tierwohl, Verbraucherakzeptanz) getroffen werden und somit nicht selbstkorrigierend sind, sondern dazu prädestiniert sind, Fehler zu verfestigen (Umweltwirkungen, Tiergesundheitsprobleme, mangelnde Akzeptanz der Verbraucher). Der angewandten Systemforschung im Agrarbereich kommt somit die Aufgabe zu, Pfadabhängigkeiten in frühen Entwicklungsstadien zu hinterfragen und Kreuzungen zu erkennen, an denen ein Umsteuern ohne negative Rückkopplungseffekte möglich ist. Das heißt in diesem konkreten Fall, auf Basis dieser dargestellten Erkenntnisse der Ökoefizienzanalyse der Milcherzeugung, die durch weitere Arbeiten in der Aussage unterstützt wird (FLACHOWSKY *et al.*, 2011, FLYSJO *et al.*, 2011, FLYSJO *et al.*, 2012, NEMECEK *et al.*, 2011, BASSET-MENS *et al.*, 2009), alternative Pfade aufzuzeigen, konzeptionell weiter zu entwickeln und so einen Beitrag zur Diversifizierung von landwirtschaftlichen Produktionssystemen zu leisten. Entspre-

chend der Analysen und Kalkulationen basierend auf unseren Vorarbeiten (Abb. 1) ist abzuleiten, dass ein System „ökoeffiziente Weidemilcherzeugung“ in Schleswig-Holstein ein überzeugendes Alternativmodell zu den bisherigen Entwicklungspfaden in der Milcherzeugung darstellen kann. Dies gilt insbesondere für die Landschaftsräume Östliches Hügelland und Hohe Geest sowie für gut drainierte Marschstandorte, weil auf diesen Standortkategorien die Wasserverfügbarkeit für gutes Graswachstum in höherem Maße gegeben ist als auf den Standorten der Vorgeest (vgl. TAUBE et al., 2012). Der Standort Lindhof bietet damit exzellente Voraussetzungen zur Umsetzung dieses Ansatzes.

Eine wesentliche Säule für einen Systemwechsel ist die Integration der landwirtschaftlichen Beratung und landwirtschaftlicher Betriebe in ein Netzwerk von innovativen Partnern mit einer Kernorganisation, die dieses Netzwerk zusammenhält, innovative Ideen bündelt und an einem Zentralstandort auf Machbarkeit überprüft. Dies ist durch das inzwischen laufende EIP-Projekt ‚smart grazing‘ gesichert, <http://www.eip-agrar-sh.de/eip-innovationsprojekte/uebersicht-der-ausgewaehlten-projekte/>.

Rahmenbedingungen und Vorarbeiten des Versuchsguts Lindhof

Das Versuchsgut Lindhof der Universität Kiel mit einer landwirtschaftlichen Nutzfläche von derzeit ca. 160 ha wurde in den Jahren 1994 bis 2001 komplett auf ökologischen Landbau umgestellt. Ausgehend von einer zunächst weitgehend auf Marktfruchtbau ausgerichteten Betriebsorganisation bzw. einer zwi-schenzeitlichen Sauenhaltung mit Ferkelerzeugung (2006 – 2015) wurde in den vergangenen 3 Jahren mit dem absehbaren Ende der Milchquote konsequent auf eine Rückkehr der Milchviehhaltung hingewirkt, die diesen Betrieb bis 1965 geprägt hatte. Der Hauptgrund hierfür ist die Tatsache, dass die Resilienz des Anbausystems Ökologischer Landbau ohne den Einsatz des zweijährigen Klee-grasanbaus und der damit verbundenen Milcherzeugung in Frage zu stellen ist. Weder gelingt es langfristig ohne Klee-gras die Bodenfruchtbarkeit aufrecht zu erhalten noch die unerwünschten Unkräuter ausreichend zu unterdrücken.

Konzept des Projekts „Ökoeffiziente Weidemilcherzeugung - Lindhof“

Ausgehend von der oben beschriebenen Ausgangssituation wird versucht, die Erkenntnisse aus Milch-erzeugungsregionen der Welt, die vornehmlich weidebasiert und ökonomisch erfolgreich sind, auf den Ökologischen Landbau zu übertragen. Konkret bedeutet dies, ein low input System mit geringstem Konzentratfuttereinsatz zu entwickeln, da Konzentratfutter vom Acker teuer sind und knappe Ackerflä-chen beanspruchen. Das zweijährige Klee-gras auf dem Acker liefert dagegen ein kostengünstiges Hoch-leistungsfutter und zusätzlich die Voraussetzung für ein resilientes Anbausystem im Sinne eines ‚mixed farming system‘-Ansatzes im Ökologischen Landbau. So werden der 80köpfigen Milchviehherde 22 Kop-peln (20 Ackerklee-gras; 2 Dauergrünland) im intensiven Rotationsverfahren mit eintägigen Fresszeiten und entsprechenden Ruhezeiten angeboten (geplant sind 7-9 Umtriebe/Jahr). Als Genetik wird als Aus-gangsrasse Jersey eingesetzt, die aufgrund des geringen Körpergewichts sehr gut für den Weidegang geeignet ist und aufgrund der hohen Inhaltsstoffgehalte (Fett; Eiweiß) den Anspruch an hochwertige Weidemilchprodukte aus der ökologischen Erzeugung deckt. Die nahezu ausschließliche Basis Weidefut-ter bedingt, dass eine Blockabkalbung im Frühjahr organisiert wird, um die Herde in der Phase höchster Milchleistungen zu Beginn der Laktation nach der Kalbung mit hoch energetischem Klee-gras/Gras zu ver-sorgen. Dieser Ansatz wiederum bedingt den Einstieg in Mehr-rassenkreuzungen nach irischem Vorbild, um über den dadurch induzierten Heterosis-Effekt die Fruchtbarkeit der Tiere positiv zu beeinflussen und so 4-5 Laktationen/Kuh im zeitlichen Korridor der Blockabkalbung zu ermöglichen. Die teure Winter-futterbergung wird damit massiv reduziert und als Koppeleffekt der gleichzeitigen Trockenstellung der ganzen Herde ab Anfang Januar ergeben sich erhebliche arbeitswirtschaftliche Vorteile. Als Zielgröße werden Weideleistungen von mehr als 50 GJ NEL/ha/Jahr angestrebt, das entspricht Größenordnungen von mehr als 12.000 kg ECM/ha und Jahr. Die Jahresmilchleistung je Tier wird mit ca. 5.500 kg ECM eher moderat sein, jedoch werden über eine erhöhte Laktationszahl von möglichst 5 Laktationen je Kuh (zum Vergleich im konventionellen Bereich: 2,2 Laktationen/Kuh) Lebensleistungen von über 25.000 kg je Milchkuh angestrebt. Die Nutzung von Ackerfutter erlaubt die Nutzung von unterschiedlichsten Arten und Artengemengen sowohl im Hauptfrucht- wie im Zwischenfruchtanbau nicht nur mit dem Ziel der Ma-ximierung der verfügbaren Futtererträge, sondern auch mit dem Ziel der Beeinflussung von pflanzlichen Inhaltsstoffen in der Ration mit positiven Effekten für die Futterqualität und die Nährstoffnutzungseffizi-enz. Ziel der Forschungsansätze wird es daher sein, eine Lebenszyklusanalyse der Weidemilcherzeugung unter Berücksichtigung der biotischen und abiotischen Effekte durchzuführen und Optimierungsstrategien zu entwickeln. Die Gesamtkonzeption ist somit darauf ausgerichtet, ein ergänzendes Modell der Landwirtschaft im Sinne von Diversifizierung und Ökoeffizienz (anstatt Spezialisierung und ausschließlich

ökonomischer Effizienz) am Beispiel der Milcherzeugung eingebettet in einen Gemischtbetrieb zu formulieren und den Betrieben und der Beratung somit auch ein Demonstrationsvorhaben zu offerieren, welches partiell oder in Gänze für andere Betriebe abgewandelt werden kann.

Literatur

BASSET-MENS C., LEDGARD S. UND BOYES M. (2009): Eco-efficiency of intensification scenarios for milk production in New Zealand. *Ecological Economics*, 68, 1615-1625, [10.1016/j.ecolecon.2007.11.017](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.11.017)

DGFZ (2013): Die Tierzucht im Spannungsfeld von Leistung und Tiergesundheit – interdisziplinäre Betrachtungen am Beispiel der Rinderzucht. Stellungnahme der DGFZ Projektgruppe „Ökonomie und Tiergesundheit“, www.dgfz-bonn.de/stellungnahmen/stellungnahme-nutzungsdauer-rind.html

EDMUNDS B., SÜDEKUM K.-H., SPIEKERS H. UND SCHWARZ F.J. (2012): Estimating ruminal crude protein degradation of forages using in situ and in vitro techniques. *Animal Feed Science and Technology*, 175, 95-105, [10.1016/j.anifeeds.2012.04.003](https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2012.04.003)

FLACHOWSKY G., BRADE W., FEIL A., KAMPHUES J., MEYER U. UND ZEHETMEIER M. (2011): Carbon (CO₂)-Footprints bei der Primärerzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft: Datenbasis und Reduzierungspotenziale. *Übersicht Tierernährung*, 39, 1-45.

FLYSJO A., CEDERBERG C., HENRIKSSON M. UND LEDGARD S. (2011): How does co-product handling affect the carbon footprint of milk? Case study of milk production in New Zealand and Sweden. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16, 420-430, [10.1007/s11367-011-0283-9](https://doi.org/10.1007/s11367-011-0283-9)

FLYSJO A., CEDERBERG C., HENRIKSSON M. UND LEDGARD S. (2012): The interaction between milk and beef production and emissions from land use change - critical considerations in life cycle assessment and carbon footprint studies of milk. *Journal of Cleaner Production*, 28, 134–142, [10.1016/j.jclepro.2011.11.046](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.11.046)

NEMECEK T., FRICK C., DUBOIS D. UND GAILLARD G. (2011): Comparing farming systems at crop rotation level by LCA. In: Geerken, T., Mattson, B., Olsson, P. & Johansson, E., (eds.), *Proceedings of the International Conference on LCA in Foods*, Gothenburg. SIK, VITO, Gothenburg, 65-69.

SCHUBA J. UND SÜDEKUM K.-H. (2012): Pansengeschützte Aminosäuren in der Milchkuhfütterung unter der besonderen Berücksichtigung von Methionin und Lysin. *Übersichten zur Tierernährung*, 40, 113 -149.

SCHÖNBACH P., BIEGEMANN T., KÄMPER M., LOGES R. UND TAUBE F. (2012): Product carbon footprint milk from pasture and from confinement-based dairy farming. In: Golinski P., Warda M. und Stypinski P. (eds.) *Grassland Science in Europe*, 17, 571 – 573, www.europeangrassland.org/fileadmin/media/EGF2012.pdf

TAUBE F., NEUMANN H. UND HAGEMANN M.F. (2012): Potenzialanalyse der Einführung eines Low-Input-Systems „Kurzrasenweide“ in Schleswig-Holstein. *Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MELUR)*

Kurzrasenweide im direkten Systemvergleich

M. WOLF und H. LASER

Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft, Lübecker Ring 2, 59494 Soest

wolf.marcjoerg@fh-swf.de

Einleitung und Problemstellung

Das System Kurzrasenweide hat sich in zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen als wirtschaftliche, futterbaulich sinnvolle und tiergerechte Haltungsform für Milchviehbetriebe erwiesen (BERENDONK und VERHOEVEN, 2010, STARZ *et al.*, 2011, THOMET *et al.* 2014, LÜTKE ENTRUP *et al.*, 2016). Besonders aus dem Alpenraum und angrenzenden Regionen liegen umfangreiche, mehrjährige, überwiegend positive Erfahrungen aus der Praxis vor, während Kurzrasenweide in Grünlandbetrieben der nördlicheren Bundesländer noch vergleichsweise selten zu finden ist. Um generell die Verbreitung dieser Form der Grünlandbewirtschaftung zu beschleunigen, sind unmittelbare Vergleiche der Leistungen der Kurzrasenweide mit anderen Nutzungssystemen nötig, um die Vorteile der Beweidung besser zu verdeutlichen.

Direkte Vergleiche der Kurzrasenweide mit der Schnittnutzung (STARZ *et al.*, 2011) bzw. Vergleiche zwischen Kurzrasenweidebetrieben und Grünlandbetrieben mit vorwiegend stallbasierter Fütterung (LÜTKE ENTRUP *et al.*, 2016) belegen, dass intensive Weidehaltung in der Praxis erhebliche Vorteile bieten kann. Jedoch haben bisherige Systemvergleiche die Nachteile, dass sie aufgrund der hohen Umtriebslogistik in randomisierten Weideversuchen entweder nur in stark begrenzter Variantenzahl und nicht mit langjähriger Versuchsdauer durchgeführt werden können, oder dass Vergleiche in Praxisbetrieben durchgeführt wurden, die sich naturräumlich, betriebswirtschaftlich und hinsichtlich der Ausbildung und Persönlichkeit des Landwirtes, sowie der Genetik der Weidetiere signifikant unterscheiden. Erschwerend kommt hinzu, dass die quantitative und qualitative Untersuchung der Aufwüchse in der Regel mit Hilfe von Weidekörben erfolgt. Diese liefern nur kleine Weideausschnitten, die vor Probennahmen nicht die weidetypischen Trittbelastungen und Nährstoffrückführungen erfahren haben. Die so erzeugten Ergebnisse sind trotz praxisnaher Bedingungen nur eingeschränkt interpretierbar.

Eine Simulation des Weidetiertrittes, in Anlehnung an die Nutzung einer Stollenwalze bei Belastbarkeitstest für Strapazierrasen, kombiniert mit einer Simulation des Fressverhaltens und der Kotablage der Kühe, bietet die Möglichkeit kontrollierbare und gut wiederholbare Versuchsbedingungen zu schaffen. Zufallseffekte durch individuelles Weideverhalten werden so minimiert, und der Aufwand für Versuchsmanagement und Probennahme reduziert. Dadurch können auch mehrere Nutzungssysteme, mehrere Ausgangspflanzenbestände und eine höhere Zahl von Versuchsjahren vergleichend gegenübergestellt werden. Ziel des Versuches der Fachhochschule Südwestfalen ist es deshalb sämtliche Nutzungen im Detail zu simulieren, und lückenlos Ertragsfaktoren zu erfassen, um konkrete Aussagen über die futterbaulichen Leistungen und Potenziale verschiedener Grünlandnutzungssysteme im Mittelgebirge treffen zu können.

Material und Methoden

Der Versuch ist als Spaltanlage mit randomisierten Parzellen (1,25 x 8 m) in drei Wiederholungen angelegt auf der Grünlandversuchsstation in Meschede-Remblinghausen. Eingesät wurde er im Jahr 2011. Das Jahr 2012 wird entsprechend nicht voll in die Auswertung aufgenommen. Bei dem Vergleich der Nutzungsintensität (Tab. 1) werden die Faktoren der Nährstoffverteilung, Trittbelastung und Beerntung berücksichtigt. Die Simulation der Kurzrasen-Vollweide findet bei Aufwuchshöhen von sieben bis 10 cm statt. Während die Ernten der vierfachen Nutzungen mit einem Haldrup-Vollernter durchgeführt werden (6 cm), werden die Kurzrasenweiden mit einem Aufsitzrasenmäher geschnitten (4 cm). Dies kommt dem gleichmäßigen und tiefen Verbiss in einer intensiven Weide näher. Die Trittbelastung wird über eine Rasenwalze simuliert, auf die Klauenprofile geschweißt sind, und das Gewicht einer Großvieheinheit aufweist. In der Summe werden 230 kg N ha⁻¹ a⁻¹ gedüngt. Alle Varianten erhalten eine Frühjahrsgabe Kaliumsalpeter in der Höhe von 60 kg N ha⁻¹. Der Rest des Stickstoffs wird über Biogas-Gülle appliziert. Die Schnittnutzungsparzellen erhalten diese flächig im Frühjahr nach dem ersten und nach dem dritten Schnitt. Auch die Variante mit einem Siloschnitt im Frühjahr, dem dann intensive Beweidung folgt, erhält diese Frühjahrsgabe, bevor die Kurzrasennutzung simuliert wird. Auf den Parzellen der Kurzrasenvarianten werden nach jeder Weidesimulation punktuell jeweils 1,5 l Biogasgülle aufgebracht. Die Höhen der Einzelgaben und die Zahl der Überfahrten mit der Walze, richten sich nach den Besatzempfehlungen für

Kurzrasenweiden im Mittelgebirge (BERENDONK, 2014). Die Simulation der Exkretion und der Trittbelastung in den „beweideten“ Parzellen erfolgte am folgenden Tag, oder witterungsbedingt spätestens im Laufe von drei Tagen.

Von den Aufwüchsen werden Proben bei 60°C getrocknet und mittels NIRSTM5000 (FOSS, HILLERØD, Dänemark) analysiert. Die Erträge werden über die absoluten Trockenmassegehalte (TMG 60°C + NIRS-TMG) der einzelnen Frischmasseerträge der Parzellen bestimmt. Über Verbrennung im Muffelofen werden die Rohaschegehalte von Teilproben ermittelt. Die Energiegehalte in Nettoenergie für Laktation (NEL) werden nach SPIEKERS *et al.* (2013) berechnet. Statistische Auswertungen erfolgten mit Excel 2010 und R (Version 3.0.1, R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2008; LOGAN, 2010).

Tab. 1: Übersicht der Prüfglieder des Weidesimulationsversuchs mit den Nutzungsintensitäten.

Nutzungsintensität	
Kurzrasen-Vollweide	3. Schnitt dann KRW
Weide konventionell (4x)	4. 4-Schnitt-Nutzung

In dem Versuch werden acht verschiedene Sorten von *Lolium perenne* und verschiedene Sortenmischungen auf ihre Eignung zur intensiven Beweidung getestet. Sie werden in diesem Tagungsband an anderer Stelle vorgestellt. Zum Zwecke des unmittelbaren Grünlandssystemvergleiches werden Ergebnisse der Standardmischung GII (DSV, Lippstadt, BRD), mit und ohne Klee, herangezogen. Zur besseren Übersichtlichkeit wird zudem nicht näher auf die Variante mit vierfacher Beweidung eingegangen, da sich die Ergebnisse nicht kontrastreich von der viermaligen Schnittnutzung unterscheiden.

Tab. 2: Übersicht über die Schnitt- und Weidesimulationstermine der Nutzungsvarianten Kurzrasen-Vollweide (KRV), einmaliger Siloschnitt mit folgender Kurzrasenweide (Silo & Weide), und viermalige Silo-Schnittnutzung (Silo).

Varianten	Schnitttermine											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
2013	KRV	06.05.	28.05.	26.06.	15.07.	14.08.	24.09.	22.10.				
	Silo & Weide	28.05.	26.06.	15.07.	14.08.	24.09.	22.10.					
	Silo	03.06.	08.07.	27.08.	22.10.							
2014	KRV	16.04.	05.05.	19.05.	03.06.	18.06.	01.07.	20.07.	31.07.	22.08.	04.09.	01.10.
	Silo & Weide	19.05.	03.06.	18.06.	01.07.	20.07.	31.07.	22.08.	04.09.	01.10.		
	Silo	19.05.	25.06.	05.08.	30.09.							
2015	KRV	23.04.	11.05.	03.06.	25.06.	16.07.	03.08.	13.08.	10.09.	05.10.		
	Silo & Weide	20.05.	03.06.	25.06.	16.07.	03.08.	13.08.	10.09.	05.10.			
	Silo	20.05.	17.06.	23.07.	29.09.							

Ergebnisse und Diskussion

Während sich die Anzahl der witterungsbedingt möglichen Weidesimulationen von Jahr zu Jahr deutlich unterscheiden konnte (Tab. 2), elf in 2014 im Vergleich zu sieben in 2013, blieben die Erträge dennoch auf einem ähnlich hohen Niveau (Abb. 1). Während sich aber die Kurzrasenbestände ertraglich schon im zweiten Jahr verbesserten, schwankten die Erträge der Vierschnittnutzung in den drei Versuchsjahren recht stark. Lagen sie in 2013 im Vergleich zu den Kurzrasenbeständen auf einem signifikant höheren Niveau, gab es in 2014 keine Unterschiede zu den Weideerträgen. Im letzten, auch durch längere Trockenperioden beeinflussten Jahr verhielt es sich gar so, dass die Weidevarianten mit GII, mit einer Ausnahme, signifikant höhere Trockenmasseerträge erzielten, als die reine Schnittnutzung.

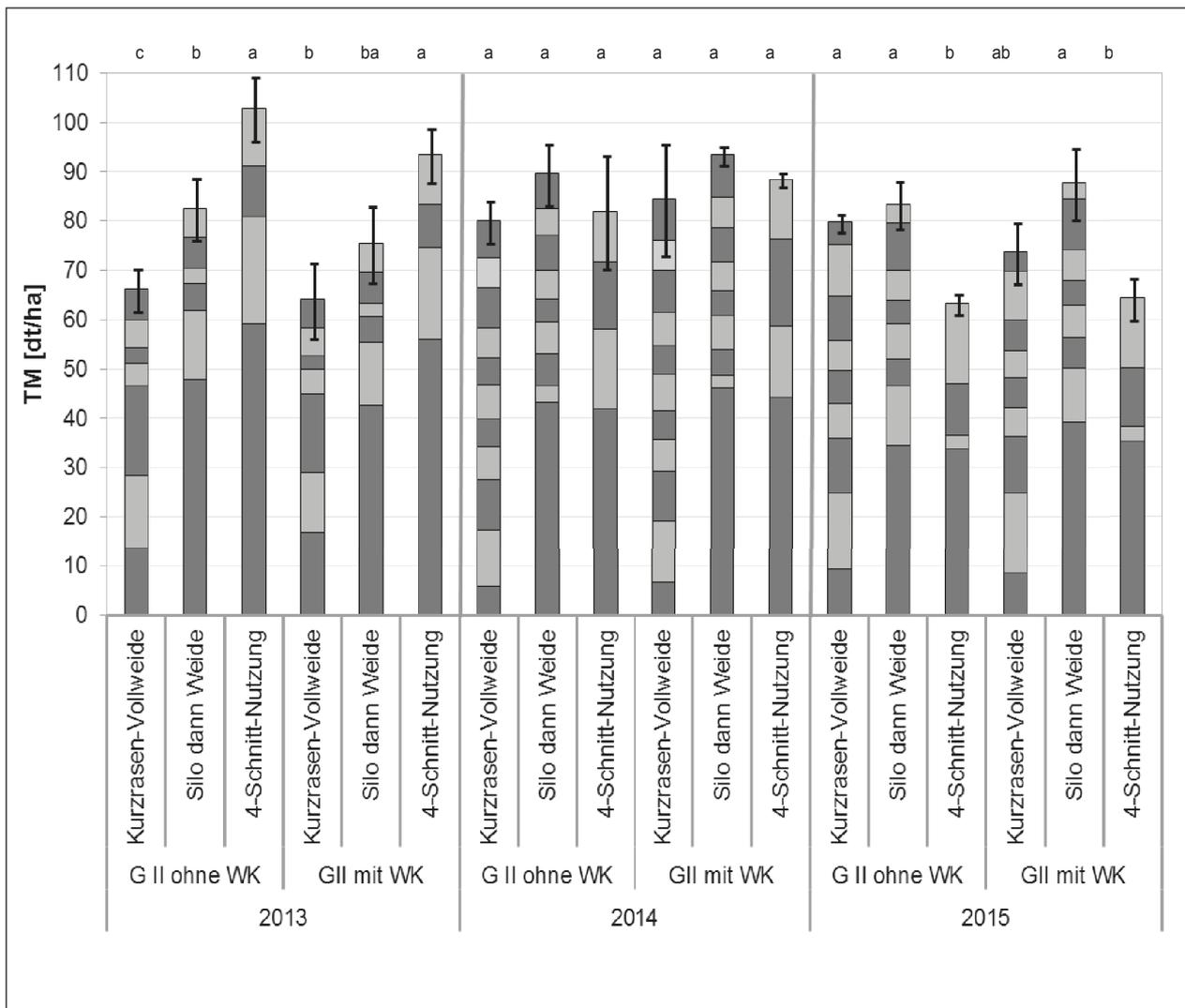


Abb. 1: Durchschnittliche Trockenmasseerträge der Einzelschnitte für die Nutzungen Kurzrasen-Vollweide, Silo dann Weide und 4-Schnitt-Nutzung über die Standardmischung GII mit und ohne Weißklee (WK). Die Balken zeigen die Standardabweichungen der Grundgesamtheiten (n = 3). Unterschiedliche Buchstaben über den Stapeldiagrammen zeigen statistische Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Nutzungsvarianten bei einer Sorte.

Dabei erzielten die Jahre 2014 und 2015 für den Standort Rekordtemperaturen. Besonders im Winter und Frühjahr lagen die Temperaturen an der Grünlandversuchsstation oft deutlich über den langjährigen Referenzmittelwerten. Im Sommer kam es immer wieder zu heißen Phasen mit ausgeprägten Trockenheitsperioden. In 2015 gingen deshalb bei vierfacher Nutzung die Gräser nur kurze Zeit nach der Nutzung in Blüte. Entsprechend waren die Zuwüchse an Blattmasse hier durch die verkürzte vegetative Wachstumsphase limitiert. Die Blattmasse des Kurzrasens bildete hingegen eine niedrige, aber dichte Narbe.

Neben diesen Faktoren müssen auch die zwischen Kurzrasen- und vierfacher Nutzung auftretenden Unterschiede in Ampfer- und Mäusebefall erwähnt werden. Wie in der Praxis häufig beobachtet, konnten jeweils deutlich geringere Schäden bei intensiver Beweidung als bei reiner Schnittnutzung dokumentiert werden.

Es waren nicht nur signifikante Unterschiede in den Trockenmasseerträgen der Nutzungsvarianten zu finden. Noch deutlicher unterschieden sich die Nutzungssysteme in Bezug auf die Futterqualität, die sie bereitstellten. Nicht nur die Rohproteingehalte lagen in dem jungen Blattmaterial der Kurzrasenweiden kontinuierlich signifikant über denen der vierfachen Nutzung (Abb. 2). Zeitweise im Jahr 2013, und jederzeit im niederschlagsreichen Jahr 2014, konnte der Kurzrasen höhere Energiedichten, und damit einer bessere Verdaulichkeit erzielen. Ausnahmen bildeten wetterbedingt auch für den Kurzrasen schwierige Phasen in den Frühjahren 2013 und 2015. Weder Trockenmasse-, noch Energieerträge brachen jedoch im Kurzrasen vollständig ein.

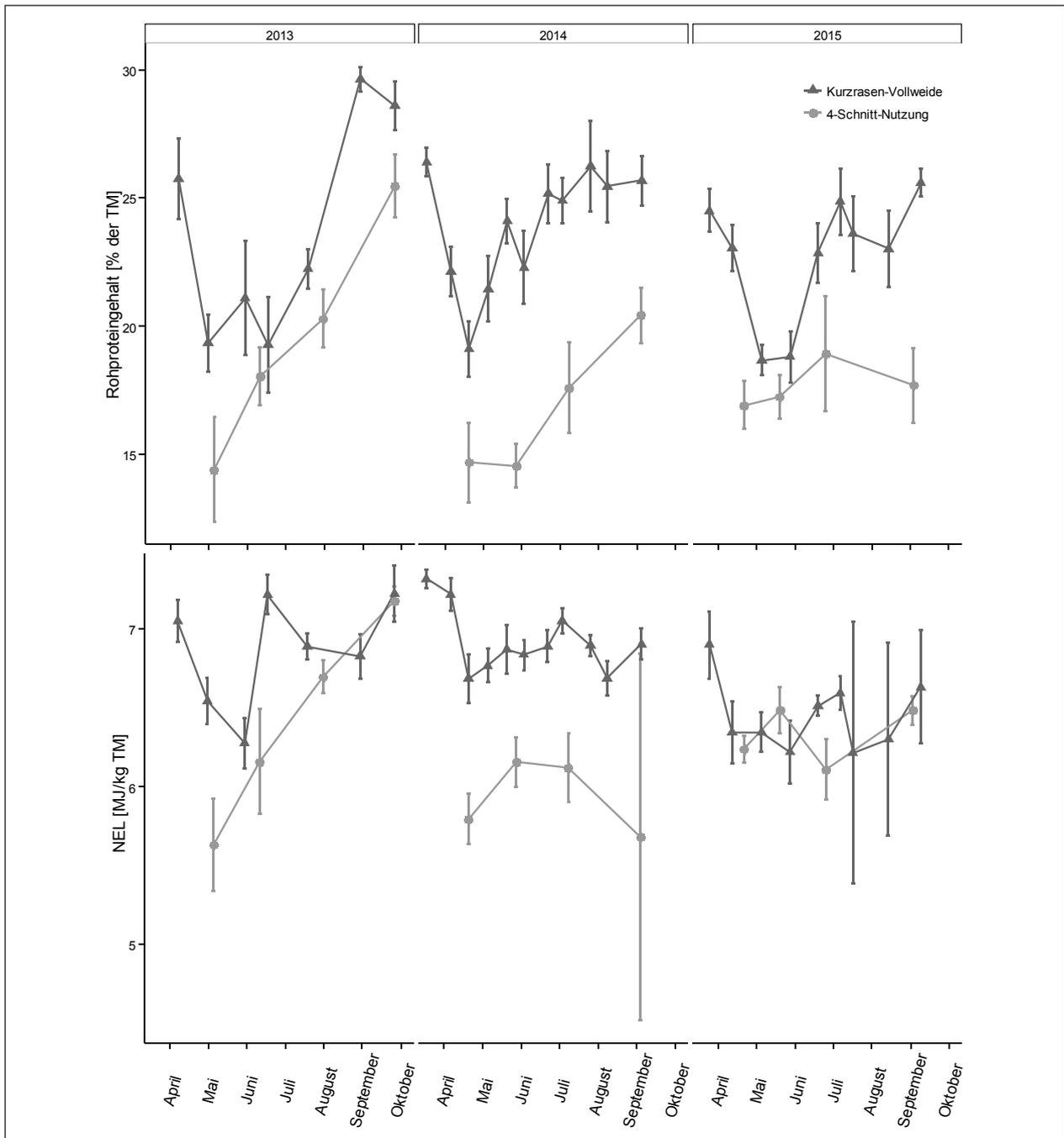


Abb. 2: Mittels NIRS ermittelte Rohproteingehalte in Prozent der Trockenmasse aller Wiederholungen der Mischungsvarianten Standardmischung GII mit und ohne Klee in den Nutzungen Kurzrasen-Vollweide und 4-Schnitt-Nutzung im Vegetationszeitraum. Die Datenpunkte zeigen die Mittelwerte, die Balken das Konfidenzintervall (95 %) für die Datenverteilung.

Die in der Abbildung 2 nicht berücksichtigte Variante mit einer Silonutzung im Frühjahr und nachfolgender Kurzrasenbeweidung hatte ertraglich gewisse Vorteile (Abb. 1). In Bezug auf Proteinertrag und Energiedichte unterschied sie sich zum ersten Schnitt nicht von der ausschließlichen Silonutzung. Gleich darauf erreichte sie mit der Weidesimulation das Niveau der Kurzrasenvariante. Lediglich in 2015 fiel diese Variante mit dem Beginn der Beweidung qualitativ hinter die kontinuierliche Beweidung zurück, und konnte sich nur langsam an die Belastung durch die Weidesimulation anpassen. So dominierten hier im Juni vorerst, lückig stehende und vergilbte Stoppel, während der Kurzrasen mit seiner Grasnarbe einen grünen Teppich bildete, der eventuell Evaporation reduzierte. Kaum dass sich aber einige Tropfen Regenfälle einstellen, hatte sich diese Variante aber zügig dem Kurzrasen angenähert. Insgesamt hatte also der spätere Beginn der Beweidung nach vorausgegangener Silo-Schnittnutzung geringere Negativeffekte auf die Narbenqualität als erwartet.

Tab. 3: Mittlere Rohproteinерträge und Netto-Energie-Laktation (NEL) in Gigajoule (GJ) je Hektar (ha) der Nutzungsvarianten bei Standardmischung GII mit und ohne Weißklee (WK).

Jahr	Sorten	Nutzung	dt XP/ha	GJ NEL/ha
2013	G II ohne WK	Kurzrasen-Vollweide	14,9 ^a	44,3 ^b
		Silo dann Weide	16,0 ^a	53,1 ^{ab}
		4-Schnitt-Nutzung	16,8 ^a	62,0 ^a
	GII mit WK	Kurzrasen-Vollweide	15,2 ^a	43,6 ^a
		Silo dann Weide	14,9 ^a	48,1 ^a
		4-Schnitt-Nutzung	16,4 ^a	56,2 ^a
2014	G II ohne WK	Kurzrasen-Vollweide	18,4 ^a	55,3 ^a
		Silo dann Weide	17,7 ^a	58,9 ^a
		4-Schnitt-Nutzung	13,1 ^a	47,2 ^a
	GII mit WK	Kurzrasen-Vollweide	20,5 ^a	58,6 ^a
		Silo dann Weide	18,9 ^a	60,2 ^a
		4-Schnitt-Nutzung	14,2 ^a	52,9 ^a
2015	G II ohne WK	Kurzrasen-Vollweide	17,7 ^a	50,7 ^a
		Silo dann Weide	15,6 ^b	53,0 ^a
		4-Schnitt-Nutzung	10,9 ^c	39,9 ^b
	GII mit WK	Kurzrasen-Vollweide	16,8 ^a	47,7 ^{ab}
		Silo dann Weide	16,6 ^a	55,0 ^a
		4-Schnitt-Nutzung	11,4 ^b	40,3 ^b

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb der Sortenvarianten: signifikante Unterschiede bei $p < 0,05$

Trotz zunächst niedrigerer Trockenmasseerträge unterschieden sich die Erträge an Rohprotein und Nettoenergie für die Laktation zwischen Weidevarianten und Silonutzung kaum oder gar nicht (Tab. 3). In 2015 konnte die Kurzrasenbeweidung bei beiden Sortenmischungsvarianten signifikant höhere Gesamterträge erzielen. Dabei erreichte sie fast das Niveau des in den drei Versuchsjahren besten Energieertrages der intensiven Schnittnutzung. Auch wenn tendenziell nie das Trockenmasseertragspotenzial der Silonutzung erreicht werden konnte, lagen die Proteinausbeuten der intensiven Weide regelmäßig über dem Niveau des Silageertrages.

Schlussfolgerungen

Insgesamt zeigt sich im Vergleich mehrerer Jahre, dass die Erträge, mit Ausnahme von durch Trockenheit geprägten Jahren, vergleichsweise konstant sind. Im Vergleich der Weidetermine innerhalb einer Saison ergeben sich ähnliche Energie- und Rohproteinkonzentrationen, die durch ein durchgängig hohes Niveau gekennzeichnet sind.

Unter Berücksichtigung von Weideeinflüssen, die in diesem Versuch nicht berücksichtigt wurden, ist der modellhafte Simulationsversuch bislang geeignet gewesen, Annahmen über niedrigere Flächenertragspotenziale von Weide- gegenüber Schnittnutzung (OPITZ VON BOBERFELD, 1994), und geringere Nährstoffeffizienzen (JARVIS, et al. 1987) in Frage zu stellen. Der Simulationsversuch eignet sich somit das ganze Potenzial intensiver Kurzrasenbeweidung aufzeigen zu können. Der Nachteil der Simulationsunschärfe gegenüber Versuchen mit realer Beweidung wird durch die Tatsache relativiert, dass Simulationsversuche statistisch mehr Freiheitsgrade und längere Versuchsdauer ermöglichen, und dass die Futteruntersuchungen an Proben erfolgen können, die dem Weidefutter näher kommen, als durch Weidekörbe von der Beweidung ausgeschlossene Aufwüchse. Weitere Analysen müssen detaillierter auf die Einflussfaktoren in den Nutzungssystemen des Modellversuches eingehen. Besondere Rücksicht muss auf Ergebnisse gelegt werden, die Lücken schließen können, wo das Sammeln von Erkenntnissen über Ertragsfaktoren auf Praxisweiden mit zum Teil großer Standortvariabilität eingeschränkt ist.

Literatur

BERENDONK, C. (2014): Planvoll weiden mit dem „Riswicker Weideplaner“. LWK NRW, https://www.landwirtschaftskammer.de/riswick/versuche/pflanzenbau/gruenland/veroeffentlichungen/planvoll_weiden.htm

BERENDONK, C. UND A. VERHOEVEN (2010): Milch aus Weidegras erzeugen – Kurzrasenweide im Ökobetrieb Haus Riswick. Internationaler Weideworkshop 5.-6. Mai 2010 in Aachen.

JARVIS, S. C., SHERWOOD, M. UND J. H. A. M. STEENVOORDEN (1987): Nitrogen losses from animal manures: from grazes pastures and from applied slurry. *Developments in Plant and Soil Sciences* Vol. 30: 195-212.

LOGAN, M. (2010): *Biostatistical design and analysis using R: A practical guide*. Wiley-Blackwell, Chichester.

LÜTKE ENTRUP, N., H. LASER UND W. ISING (2016): Grünlandbewirtschaftung und Landschaftspflege durch das Vollweidesystem mit Milchkühen. *Forschungsberichte des Fachbereichs Agrarwirtschaft* Band 38, ISBN 978-3-940956-52-1.

OPITZ VON BOBERFELD, W. (1994): *Grünlandlehre. Biologische und ökologische Grundlagen*. UTB Taschenbuch 1770, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 336 S.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2008): *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

SPIEKERS, H.; POHL, C. UND STAUDACHER, W. (2013): Leitfaden zur Berechnung des Energiegehaltes bei Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Rinderfütterung. Stellungnahme des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung; 2011, aktualisiert 09/2013.

STARZ, W., STEINWIDDER, A., PFISTER, R. UND ROHERER, H. (2011): Auswirkungen der Grünlandnachsaat in einer Kurzrasenweide bei Biologischer Bewirtschaftung. Abschlussbericht Bio Kuwei Nachsaat, Forschungsprojekt Nr. 100230/1.

THOMET, P., M. HADORN UND A. WYSS (2014): Langjährige Erfahrung mit dem Kurzrasen-Weidesystem für Milchkühe. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* Band 16, 85-90.

Beratung auf Basis von Nachhaltigkeitsparametern auf Milchviehbetrieben in Luxemburg

R. LIOY¹, T. DUSSELDORF¹, D. KLÖCKER¹, A. MEIER¹, R. REDING¹, C. THIRIFAY¹

¹CONVIS s.c., Ettelbrück, Luxemburg

rocco.lioy@convis.lu

Einleitung

Die luxemburgische Tierhaltungsgenossenschaft CONVIS s.c. erstellt im Rahmen verschiedener Programme Nachhaltigkeitsberichte für landwirtschaftliche Betriebe. Die darauf aufbauende Beratung setzt sich dafür ein, die ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit der Betriebe zu verbessern. Ein wesentlicher Teil der Anstrengungen richtet sich an die Adresse der Milchviehhaltung als wichtigste Produktionssparte in der luxemburgischen Landwirtschaft. Der Beitrag stellt die wesentlichen Merkmale des Nachhaltigkeitsberichtes von CONVIS mit Fokus auf die Milchproduktion dar und erläutert auch einige bedeutende Ergebnisse langjähriger Beratungspraxis.

Der CONVIS-Beratungsdienst

Die wichtigste Aufgabe der Abteilung Beratung von CONVIS ist einen Wissenstransfer von der Ebene der Forschung hin zur landwirtschaftlichen Praxis zu bewerkstelligen (Abb.1).

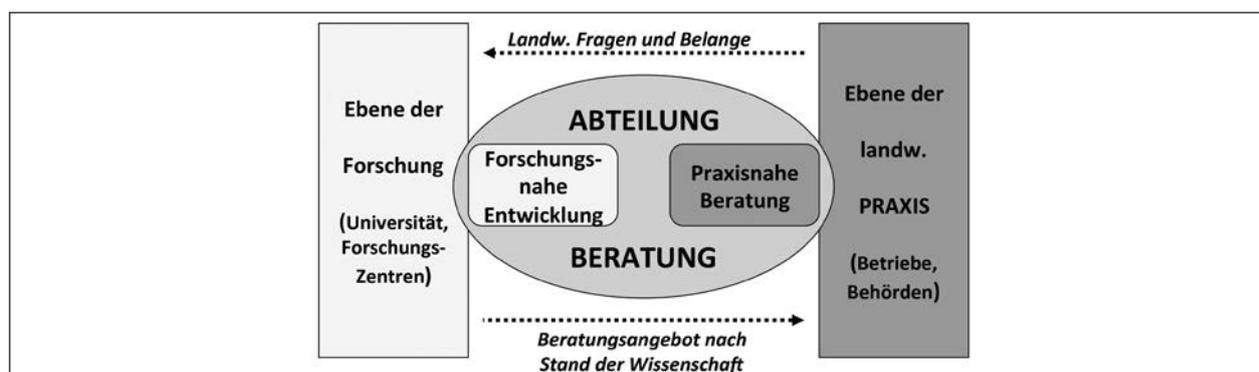


Abb.1: Rolle der Beratungsabteilung von CONVIS

Hierfür hat CONVIS verschiedene Beratungsinstrumente zur Verfügung, die Pflanzenbau, Tierhaltung und Nachhaltigkeitsbewertung umfassen. Für die Nachhaltigkeitsbewertung von CONVIS werden Daten direkt auf den Betrieben (Buchführung) erfasst, gleichzeitig werden Daten, die aus anderen Beratungsbranchen (z.B. Futter- und Düngeberatung) stammen, hinzugezogen. Alle Daten werden zentral verwaltet und können miteinander vernetzt werden.

Die Nachhaltigkeitsbewertung und der Nachhaltigkeitsbericht

Spezifisch für die Nachhaltigkeitsbewertung der Betriebe hat CONVIS in langjähriger Forschungs- und Entwicklungsarbeit eine performante Software entwickelt, die es in kürzester Zeit erlaubt, wichtige Nachhaltigkeitsparameter des Betriebes zu berechnen und in einem Bericht zusammenzufassen. Die Aufnahmezeit der Daten auf den Betrieben schwankt zwischen 1,5 und 2 Stunden, und ist stark abhängig von der Betriebsgröße. Die Eingabemaske der Software wurde an die Datenstruktur der in Luxemburg erstellten Buchführungsunterlagen angepasst, um den Zeitaufwand für die Datenaufnahme auf ein Minimum zu reduzieren. Das Ergebnis ist ein fünfseitiger Bericht, von welchem zwei Seiten exemplarisch im Anhang beigefügt sind. Der Bericht umfasst jeweils eine Seite für Pflanzenbau (Marktfruchtproduktion, Grünland und Futterbau), Milchproduktion und Milchviehhaltung, Fleischrinderhaltung und Bullenmast, sowie zwei Seiten betriebsökonomischer Auswertungen.

Material und Methoden

Die von CONVIS betreuten Milchviehbetriebe.

Die Kennzahlen der erfassten Beratungsbetriebe im Durchschnitt der Jahre 2011-2013 befinden sich im Anhang 1, Blatt Milchviehhaltung und Milchviehproduktion, erste Tabelle oben links. Die Betriebe wei-

sen eine Milchquote von rund 500.000 kg bei einer Leistung pro Kuh von 7460kg und bei 67 Kühen pro Betrieb auf. Im Vergleich zu Deutschland sind es bei vergleichbarer Milchleistung ca. 20% höhere Quote und etwas mehr als 10% Kühe pro Betrieb (Deutschland-Daten aus de.statista.com). Insgesamt werden pro Milchviehbetrieb in der genannten Zeit 77 ha Futterfläche, davon 56 ha Grünland und Feldfutter, 15 ha Mais und 5 ha Eigengetreide bewirtschaftet. Weitere wesentliche Merkmale der ausgewerteten Milchviehbetriebe sind Anhang 1 zu entnehmen.

Bilanzierungsmethodik.

Für die Bilanzierung ist es wichtig zwischen Bilanzen auf betrieblicher Ebene und auf Spartenebene zu unterscheiden. Die Nährstoffbilanzen (Stickstoff, Phosphor und Kalium) werden auf Hof- oder Betriebsebene für den gesamten Betrieb erstellt und befinden sich auf dem Blatt Pflanzenbau und Marktfruchtproduktion (Anhang 2). Diese Bilanzen sind reine Input-Output-Bilanzen und berücksichtigen lediglich Mengen an Betriebsmitteln und Produkten, die in den Betrieb importiert werden bzw. exportiert werden.

Daten aus dem Düngeplan der Betriebe erlauben, die Humusbilanz (Methode nach LEITHOLD et al. 1997) der Ackerflächen des Betriebes sowie der Düngeeffizienz für die Bereiche Getreide, Mais und Grünland zu berechnen. Das Datenblatt für den Pflanzenbau und die Marktfruchtproduktion wird durch Zahlen des CO₂-Austoßes und des Energieverbrauchs speziell für die Marktfrucht-Produktionsbetriebe ergänzt.

Dies leitet den methodischen Teil über die Bewertung der Bilanzen auf Spartenebene ein. Die meisten von CONVIS bilanzierten Betriebe sind Gemischtbetriebe mit Tierhaltung und Marktfruchtproduktion. In der Tierhaltung haben viele Betriebe neben Milchvieh auch Fleischerinder, so dass spezialisierte Betriebe eher die Ausnahme sind. Somit müssen die Stoffflüsse für das auszuwertende Standbein von denjenigen bereinigt werden, die anderen Produktionsrichtungen zuzuordnen sind. Dazu dienen Allokationsverfahren, die ausführlich unter (LIOY 2012) beschrieben sind. Dies erlaubt die Durchführung der Nachhaltigkeitsanalyse auf Milchviehbetrieben unabhängig von der Tatsache, ob sie spezialisiert sind oder nicht. Die Zahlen des Datenblattes Milchviehhaltung und Milchproduktion (Anhang 1) beziehen sich daher nur auf die Sparte Milch der Betriebe. Lediglich 20% der Milchviehbetriebe in Luxemburg sind auf Milch spezialisiert.

Ertragsschätzung

Neben der Bilanzierung der unterschiedlichen Stoffflüsse sind auch Kenntnisse über die erzielten Erträge der Futterflächen (Mais, Feldfutterbau und Grünland) nötig. Um den Maisertrag zu schätzen, wurden Angaben aus der Futterberechnung der Milchviehherde (verfütterte Menge an Maisfrischmasse pro Tag) verwendet und mit dem TS-Gehalt vom Mais aus der Futteranalyse des Betriebes multipliziert. In Formel:

Mais-Ertrag (in dt TS/ha) = [Tägl. Maismenge (FM) in Tierration x Anzahl Tiere x 365 x TS-Gehalt Mais] / ha Anbaufläche

Die Grasmengen in Trockensubstanz (TS) errechnen sich nach folgendem Schema:

Menge Gras (TS) = Bedarf der Tiere (TS) – zugekauftes Kraftfutter (TS) – verfüttertes Eigengetreide (TS) – Mais-Menge (TS) – Ertrag sonstige Futterpflanzen (TS)

Diese Daten werden neben den gemessenen Erträgen aus der Marktfruchtproduktion auf dem Datenblatt Pflanzenproduktion als dreijähriges Mittel angegeben.

Autarkieberechnung

Das Datenblatt Milchviehhaltung und Milchproduktion weist auch die Werte der Futterautarkie auf. Die Futterautarkie stellt ein Maß für die Unabhängigkeit der Betriebe von Futterimporten dar. Je höher die Futterautarkie, umso geringer sind die importierten Futtermengen und entsprechend hoch ist die Verwertung des eigenen Futters. Die Futterautarkie betrachtet drei Bereiche: Trockensubstanz, Energie (VEM = NEL * Koeffizienten) und Eiweiß (Rohprotein). Neben diesen Parametern wird die Grundfutterleistung der Betriebe geschätzt (theoretischer Ansatz: 2kg ECM/kg Kraftfutter). Es folgen Verbrauchszahlen für verschiedene Betriebsmittel, die alle auf dt Milch bezogen sind. Wichtig dabei ist, dass alle diese Zahlen einen Vergleich mit dem Mittel aller Betriebe ermöglichen.

CO₂-Bilanz und Energieverbrauch

Eine weitere Nachhaltigkeitsbewertung der Milchviehbetriebe erfolgt über die CO₂-Bilanz und den Energieverbrauch pro t Milch. Bei der CO₂-Bilanz werden sämtliche Emissionen an Treibhausgasen aller in den Betrieb importierten Betriebsmittel, aus der Tierhaltung und den organischen Düngern sowie aus

dem Boden und dem Pflanzenbau betrachtet. Dem gegenüber stehen die Mengen an Kohlenstoff, die im Boden oder über Erzeugung regenerativer Energien gebunden werden. Die Emissionen abzüglich Kohlenstoffbindung geben die Bilanz wider. Die CO₂-Bilanz wird sowohl produkt- (kg CO₂-Äq./kg Milch) als auch flächenbezogen (kg CO₂-Äq./ha) ausgedrückt. Der Schnitt beider Werte als Mittel aller Betriebe ermöglicht es, die Betriebe in vier Intensitätsgruppen einzuteilen. Es hat sich herausgestellt (LLOY 2013), dass die Betriebe mit nur einem Wert besser als der Schnitt als intensiv (guter produktbezogener CO₂-Wert) bzw. extensiv (guter flächenbezogener CO₂-Wert) eingestuft werden können. Die Betriebe mit CO₂-Werten entweder in beiden Bereichen besser bzw. schlechter als der Schnitt sind meistens mittelintensiv (die Intensität mißt sich vor allem an der erzeugten Milch pro ha). Da bei den mittelintensiven Betrieben die Intensität vergleichbar ist, liegt der Unterschied im Ergebnis zwischen den beiden Gruppen vor allem am Management. Dies ist besonders wichtig, um die Beratungsstrategie bei den jeweiligen Betriebsgruppen festzulegen.

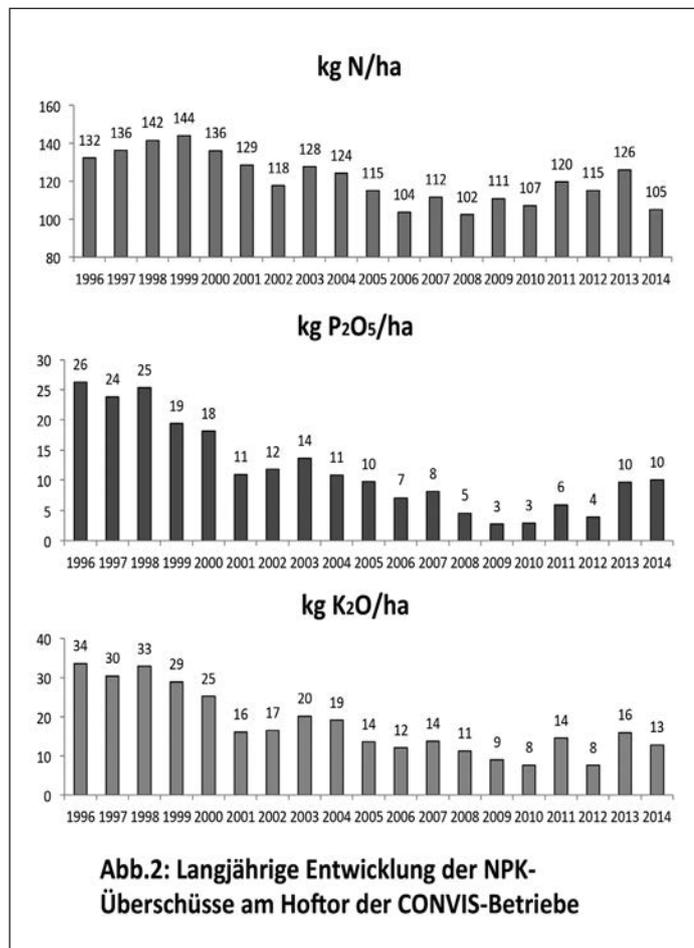
Ökonomie

Das letzte Nachhaltigkeitskriterium ist die Ökonomie. Verdient ein Betrieb kein Geld mehr, ist auch die nachhaltige Bewirtschaftung in Frage gestellt. Ebenso kann durch eine effiziente Nutzung der Betriebsmittel Geld eingespart werden. Die genannten Allokationen (LLOY 2012) wurden auch auf die ökonomischen Zahlen ausgeweitet und dies erlaubt, neben dem Umweltbereich auch die Ökonomie auf Betriebszweigebene zu beschreiben. In Anhang 3 sind die wichtigsten ökonomischen Daten der Betriebe für die Sparten Milch, Fleischrinder und Marktfrüchte zu finden. Die ökonomischen Resultate werden je dt ECM (Sparte Milch), dt Lebendgewicht Fleisch (Sparte Fleischrinder) und dt Getreideeinheit (Sparte Marktfrucht) ausgedrückt. Werden die Arbeitsstunden des Betriebes für die jeweilige Sparte angegeben, so kann der Netto-Erlös der Betriebe auf die geleisteten Stunden umgerechnet, und somit der theoretische Stundenlohn der betrieblichen Arbeitskraft berechnet werden.

Ergebnisse

Langjährige Bilanzergebnisse

Als Beispiel für die langjährige Wirkung der CONVIS-Beratung in der Praxis wird die Entwicklung der Nährstoffsalden am Hoftor für N, P und K aufgeführt (Abb.2). Besonders zwischen den Jahren 1999 und 2010 konnten in allen Nährstoffbereichen ein deutlicher Rückgang der Nährstoffüberschüsse verzeichnet werden. Starke Einbrüche im Nährstoffüberschuss brachte die BSE-Krise in den Jahren 2001-2002. Auch wenn Preisschwankungen bei Produktionsmitteln (z.B. hohe Preise bei Düngern) und Produkten (niedrige Fleischpreise durch BSE 2001 oder die erste Milchkrise 2009) einen Einfluß auf die Ergebnisse der Bilanzen haben, zeigt der Verlauf der Überschüsse, dass die Betriebe heute deutlich effizienter wirtschaften als in der Vergangenheit. Die Struktur (z.B. Viehbesatz) der bilanzierten CONVIS-Betriebe ist nahezu unverändert geblieben. Daher müssen diese Ergebnisse auch als Erfolg der Beratung angesehen werden. Die letzten 4 Jahre haben andererseits auch gezeigt, dass widrige Witterungsverhältnisse (Jahre 2011-2012) sowie die Turbulenzen auf dem Milchmarkt in Anbetracht des Quotenwegfalls die Nährstoffbilanzen negativ beeinflussen können. Daher ist eine qualifizierte Beratung umso wichtiger, um dem Anstieg der Überschüsse entgegenzuwirken.



Ergebnisse Ökonomie

Bei den ökonomischen Auswertungen werden über eine Vollkostenanalyse die Kosten und Erlöse der unterschiedlichen Betriebszweige erfasst. Beispielhaft werden hier die Ergebnisse aus der Milchproduktion von insgesamt 117 Milchviehbetrieben für das Buchführungsjahr 2013 dargestellt. Eine Aufstellung des eigenen Betriebes nach dem in Abb.3 wiedergegebenen Muster erhält jeder Landwirt mit den Bilanzergebnissen. Abb. 3 zeigt, dass im Jahr 2013 die Betriebe noch einen Gewinn von rund 3,2 Cent pro kg Milch erzielt haben, wenn man die staatlichen Beihilfen unberücksichtigt lässt. Mit staatlichen Beihilfen klettert der Gewinn auf 12,34 Cent. Mithilfe des Programms ist es auch möglich, den Break-Even-Preis zu berechnen. Bei Milchpreisen unter dem Break-Even-Point kann nicht mehr kostendeckend produziert werden. Dieser Punkt liegt bei umgerechnet 26,78 €-Cent pro kg Milch. Das macht auf jeden Fall klar, dass die aktuelle Preisentwicklung die wirtschaftliche Nachhaltigkeit der Betriebe akut gefährdet.

	€-Ct/kg Milch
Erlöse	
Milch	39,12
Fleischverkauf	4,27
sonstige Erlöse (Lohnarbeit; Bestandsänderung)	3,37
Total	46,76
Staatliche Beihilfen	
	9,15
Direkte Kosten	
Viehzukauf	1,13
Futtermittelzukauf	10,13
Saatgut	0,84
Pflanzenschutz	0,7
Düngemittel	2,06
Tierarzt/Besamung	1,83
Lohnarbeit	1,92
Treib- und Schmierstoffe	1,93
Strom/Wasser	2,23
Sonstige Kosten	1,58
Total	24,35
Allgemeine Kosten	
Aufwand/Abschreibung Maschinen	8,21
Aufwand/Abschreibung Gebäude	4,12
Versicherung/Steuern	1,23
Pachtaufwand	1,95
Fremd-AK	0,69
Sonstige Kosten	3,02
Total	19,22
Betriebsergebnis ohne staatliche Beihilfen	3,19
Betriebsergebnis mit staatlichen Beihilfen	12,34
Break-even Point ohne staatliche Beihilfen	26,78

Abb.3: Ökonomische Kennzahlen der CONVIS-Milchviehbetriebe

Fazit

Das Nachhaltigkeitsbewertungssystem von CONVIS liefert eine wertvolle Stütze zur betrieblichen Optimierung sowohl im ökologischen als auch im ökonomischen Bereich. Die an der Beratung angeschlossenen Betriebe bekommen über den Nachhaltigkeitsbericht ein klares Bild, das ihnen zeigt, wo die Schwachpunkte der Betriebe in produktionstechnischer sowie in ökonomischer Hinsicht zu finden sind. Dies erleichtert sehr die Aufgabe, sowohl für den Landwirt als auch für den Berater, an diesen Schwachstellen zu arbeiten und Lösungsansätze anzusprechen. Die CONVIS-Beratung blickt daher mit einem begründeten Optimismus in die Zukunft bei der Bewältigung wichtiger Umweltziele, wie die Reduzierung der Treibhausgasemissionen und der Nährstoffüberschüsse, aber auch bei der Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Betriebe.

Literaturhinweise

LEITHOLD G., HÜLSBERGEN K.-J., MICHEL D., SCHÖNMEIER, H.: Humusbilanzierung – Methoden und Anwendung als Agrar-Umweltindikator. In: Diepenbrock W., Kaltschmitt M., Nieberg H., Reinhardt G. (Hrsg.): Umweltverträgliche Pflanzenproduktion – Indikatoren, Bilanzierungsansätze und ihre Einbindung in Ökobilanzen. Zeller Verlag Osnabrück, 43-55, 1997

LIOY R., DUSSELDORF T., KLOECKER D., FRIEDEN L., MEIER A., TURMES S., REDING R. (2014): TEPagro-Bericht zu den Projektjahren 2008-2013. Zum Herunterladen unter: www.convis.lu/beratung/tepagro

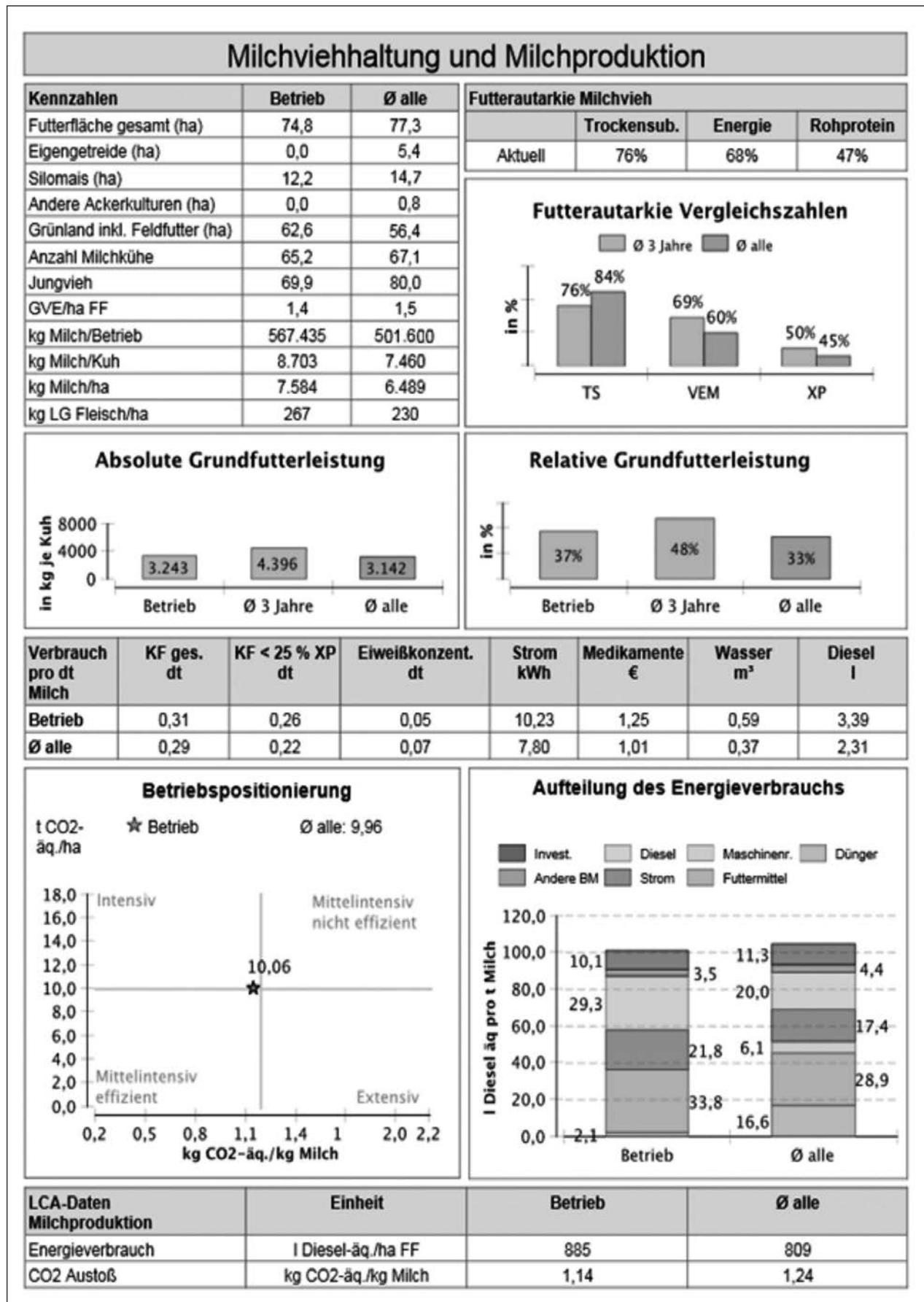
LIOY R., DUSSELDORF T., HANS J., MEIER A., REDING R., TURMES S. (2013): Flächen- bzw. Produktbezug in CO₂-Bilanzen tierhaltender Betriebe: Entweder/oder oder sowohl als auch? 125 VDLUFA-Kongress, Berlin. Im Tagungsband, pp 679-687

LIOY R. (2012): Manuel méthodologique méthode bilan GES – méthode Convis. Rapport projet Optenerges, mars 2012. 32 p. Zum Herunterladen unter: www.convis.lu/beratung/tepagro

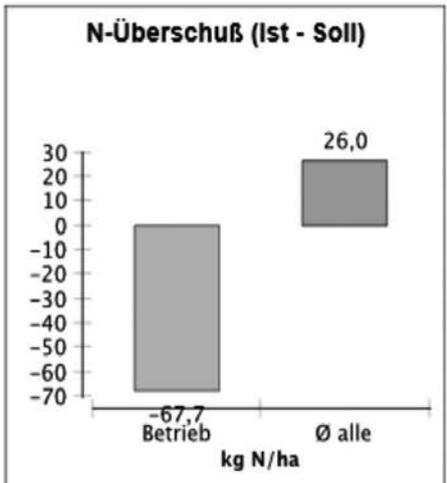
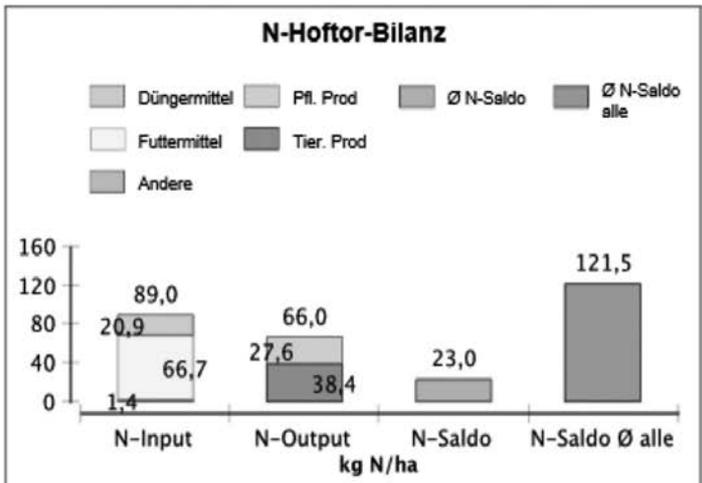
LIOY R., REDING R. (2008): Abschlussbericht zum NEBplus-Beratungsprojekt. Zum Herunterladen unter: www.convis.lu/beratung/tepagro

ZEHETMEIER, M., BAUDRACCO J., HOFFMANN, H., HEISSENHUBER A. (2012): Does increasing milk yield per cow reduce greenhouse gas emissions? A system approach. Animal 6:1, pp 154–166

Anhang 1



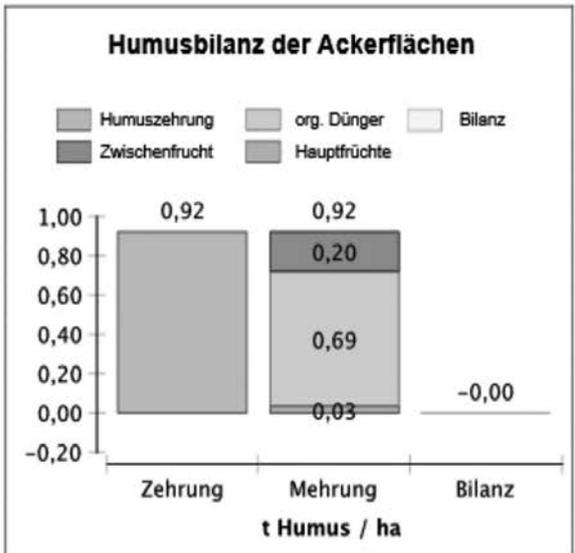
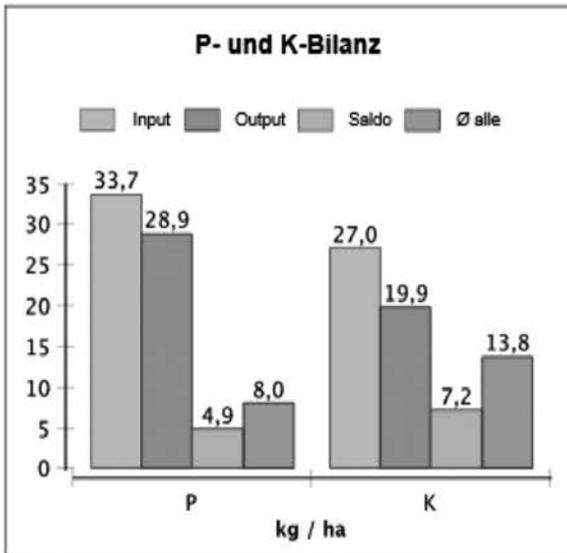
Marktfuchtproduktion - Pflanzenbau - Bodenfruchtbarkeit



Ertrag Marktfrucht	dt/ha
W-Weizen	71
W-Gerste	81
Triticale	0
Raps	27
Erbsen	0
Ertrag Futterpflanzen	dt TS/ha
Silomais (Ø 3 Jahre)	145
Grünland (Ø 3 Jahre)	61

Düngeneffizienz	Marktfrüchte	Silomais	Grünland
N-Düngung-Min (kg/ha)	25	0	18
N-Düng-Org verf. (kg/ha)	13	77	47
N-Ernte (kg/ha)	154	200	146
N-Wirkungsgrad (%)	399	261	226

Bodenwerte			
Humus in %	pH	mg P	mg K
-	6,0	17,7	16,5



Marktfuchtbau	Einheit	Betrieb	Ø alle
Produktionsintensität	dt GE/ha	71	66
Energieverbrauch	l Diesel-äq./ha	193	378
CO2-Ausstoss	kg CO2-äq./dt GE	26	14

Einfluss einer rotkleebasierten Fütterung auf die Ökobilanz in Milchviehbetrieben

T. REINSCH¹, F. SCHULZ², E. WESTREICHER-KRISTEN², K. KNAPPSTEIN³, J. MOLKENTIN³, R. LOGES¹,
F. TAUBE¹, A. SUSENBETH²

¹ Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,
Abteilung Grünland und Futterbau / Ökologischer Landbau, CAU-Kiel,

² Institut für Tierernährung und Stoffwechselfysiologie, CAU-Kiel

³ Institut für Sicherheit und Qualität bei Milch und Fisch, Max Rubner-Institut, Kiel

treinsch@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Durch den Einsatz von Rotklee in der Milchviehfütterung können zum einen eiweißreiche Kraftfutterkomponenten wie z.B. Sojaextraktionsschrot substituiert und zum anderen im Futterbau Mineraldünger eingespart werden. Beide genannten Effekte haben einen unmittelbaren Einfluss auf globale wie regionale Umweltwirkungen und damit auf die Ökoeffizienz der einzelbetrieblichen Erzeugnisse (Milch und Fleisch). Ausgehend von der Datenbasis eines durchgeführten Fütterungsversuches auf der Versuchsstation Schädtkbek des Max Rubner-Instituts, in dem der Einfluss steigender Rotkleesilageanteile in der Ration auf die Leistung von laktierenden Milchkühen (Deutsche Holsteins Schwarzbunt) untersucht wurde, sollte der gesamtbetriebliche Einfluss auf die Ökoeffizienz in der Milchproduktion bewertet werden. Mit zunehmendem Rotkleesilageanteil in der Ration wurde der Anteil von Maissilage und Sojaextraktionsschrot reduziert sowie die Vorlage von Weizenschrot erhöht, sodass isonitrogene Rationen (17,4% Rohprotein auf Trockensubstanz (TS)-Basis) vorlagen (Tab. 1). Aus futterbaulicher Sicht wurden unter dem angenommenen Produktionsszenario mit Ausnahme des Sojaextraktionsschrots die Futtermittel auf dem Betrieb produziert. Auf Basis durchschnittlicher pflanzenbaulicher Produktionsdaten, den im Versuch erfassten Tierleistungen, Stickstoff (N)-Ausscheidungen und Nährstoffzusammensetzungen der Rationskomponenten wurden die Emissionen in den Wirkungsbereichen Klima, Eutrophierung, Versauerung, Landverbrauch, Energieverbrauch und Bodenschutzaspekte je Einzeltier sowie je kg erzeugte Milch berechnet.

Material und Methoden

Die Umweltwirkungen der unterschiedlichen Rationen wurden aus der Perspektive der Lebenszyklusanalyse mit den Systemgrenzen „von der Wiege bis zum Hofter“ (cradle to gate) ermittelt (ISO, 2006). Darunter fallen alle Emissionen von der Entstehung der Betriebsmittel, über den Anbau der betrieblich erzeugten Grund- und Kraftfuttermittel sowie die direkten und indirekten Tieremissionen. Die Berechnung der Anbaufläche der einzelnen Kulturen erfolgte unter Berücksichtigung durchschnittlicher Ertragsleistungen Norddeutschlands und der gemessenen Futteraufnahme je Einzeltier inkl. der zu erwartenden Verluste am Futtertisch (10%). Die Berechnung der theoretischen kulturspezifischen Düngung erfolgte bei den Nicht-Leguminosen aus der Ableitung des ertragsbasierten Pflanzenbedarfs über die betrieblich anfallenden Wirtschaftsdünger und Mineraldünger. Ferner wurde der N-Eintrag über die symbiotische N₂-Fixierung (Carlsson *et al.*, 2003; Halvorson *et al.*, 1992) und Deposition (8 kg N je ha und Jahr) für die flächenspezifischen N-Einträge berücksichtigt. Die Umtriebsrate (35%) und die Aufzuchtungskosten der Nachzucht wurden zwischen den Rationen als *ceteris paribus* angenommen. Die Berechnung der Treibhausgasinventare erfolgte nach den Standards der IPCC Guidelines (2006), wobei die tierbasierten Methan (CH₄)- und Ammoniak (NH₃)-Emissionen auf Basis der vorliegenden Versuchsdaten mit modifizierten Ansätzen nach Ellis *et al.* (2007) bzw. Burgos *et al.* (2010) berechnet wurden. Der Einfluss durch die geleisteten Inputs und Feldarbeiten für die betrachteten Wirkungsbereiche wurde der Ecolvent Datenbank (Vers. 2.2) entnommen. Der Zukauf von Sojaextraktionsschrot erfolgte frei ab Werk, wobei eine ökonomische Allokation für Soja-Öl und -Mehl für die Sachbilanz veranschlagt wurde (42/58%). Die Veränderung der Bodenhumusvorräte wurde nach Petersen *et al.* (2013) mit 10% der auf dem Feld verbliebenen Kohlenstoffmengen der Ernte- und Wurzelreste (Taghizadeh-Toosi *et al.*, 2014) gegenüber einer langjährig ungedüngten Roggenselbstfolge als Referenzszenario kalkuliert. Die Berechnung des Bodenabtrags durch Erosion erfolgte nach einem Ansatz nach Oberholzer *et al.* (2006) unter Berücksichtigung der futterbaulich genutzten Flächenanteile der einzelnen Kulturen. Der Effekt des Landnutzungswandels (LUC) wurde mit 1,49 t CO₂-Äquivalente (CO₂eq) je ha ackerbaulich genutzter Fläche inkl. der über Sojamehl importierten

Flächenanteile angenommen (AUDSLEY *et al.*, 2009). Die Bewertung des Eutrophierungs- und Versauerungspotentials der berechneten betrieblichen Emissionen erfolgte nach Heijungs *et al.* (1992). Die relative Betrachtungsweise erfolgte für die erzeugte um Fett und Eiweiß korrigierte Einheit Milch (kg ECM).

Tab. 1: Rationszusammensetzung sowie Futteraufnahme, Milchleistung und N-Ausscheidung in Abhängigkeit von der Versuchsration (Ration RCS14, RCS27, RCS42 und RCS57).

	RCS14	RCS27	RCS42	RCS57
Rotkleesilage (% der TS)	13,6	27,5	42,1	57,1
Maissilage (% der TS)	61,0	46,6	31,6	16,2
Lupinensamen (% der TS)	8,6	8,7	8,9	9,0
Sojaextraktionsschrot (% der TS)	15,9	10,8	5,5	-
Weizen (% der TS)	-	5,5	11,0	16,8
Viehsalz und Mineralfutter (% der TS)	0,9	0,9	0,9	0,9
NDF (% der TS) ¹	34,0	33,2	34,2	34,1
ADF (% der TS) ¹	21,2	21,9	23,9	24,4
Futteraufnahme (kg TS/d) ¹	22,4 ^A	21,5 ^A	19,8 ^B	19,8 ^B
Milchleistung (kg ECM/d)	35,3 ^A	33,9 ^B	31,6 ^C	29,2 ^D
Total-N-Ausscheidung (g/d)	450 ^A	442 ^A	399 ^B	420 ^{A^B}
Urin-N (g/d) ²	252 ^A	232 ^B	184 ^C	212 ^B

^{A-D} Unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsrationen ($p < 0.05$)

¹ Verwendete Versuchsparameter zur Berechnung der CH⁴-Emissionen aus der ruminalen Verdauung.

² Verwendeter Parameter zur Berechnung der NH₃-Emissionen im Stall.

Tab. 2: Flächenbedarf je Milchkuh in den einzelnen Kulturen sowie der virtuelle Flächenbedarf je kg erzeugte ECM (inkl. Nachzucht) in Abhängigkeit von der Versuchsration (Ration RCS14, RCS27, RCS42 und RCS57).

	RCS14	RCS27	RCS42	RCS57
Rotklee ³	0,12	0,23	0,33	0,44
Mais ³	0,39	0,28	0,18	0,09
Weizen ³	-	0,05	0,09	0,14
Lupine	0,28	0,28	0,26	0,26
Dauergrünland (für Nachzucht) ³	0,38	0,38	0,38	0,38
Soja (Import) ³	0,41	0,27	0,13	0,00
Flächenbedarf (ha)	1,58	1,49	1,36	1,31
Flächenbedarf (m ² /kg ECM)	1,62	1,60	1,58	1,66

³ Angenommene Ertragsleistungen je ha für Weizen 9 t TS, Mais 14 t TS, Dauergrünland 8 t TS (Statistisches Bundesamt, 2015), Rotklee 10 t TS (Peeters *et al.*, 2006) und Soja 2,3 t TS (FAO, 2012).

Ergebnisse und Diskussion

In der Einflusskategorie Klima korrelierte die zunehmende Vorlage von Rotkleesilage negativ mit den Treibhausgas (THG)-Emissionen je Einzeltier und reduzierte sich von 12,0 (RCS14) auf 9,7 t CO₂eq (RCS57) je Kuh und Jahr (Abb. 1). Hierbei führte vor allem die Einsparung der Futtermittelimporte (Sojaextraktionsschrot) zu einer deutlichen Vermeidung, wobei die Emissionen aus den betrieblich erzeugten Futtermitteln durch die energieaufwändige Bergung der Rotkleesilage in Quaderballen im Vergleich nur geringfügig stiegen. In diesem Zusammenhang sollte jedoch beachtet werden, dass die Verwendung von Sojaextraktionsschrot im Fütterungsversuch aus versuchstechnischen Gründen erfolgte (konstanter Energiegehalt der

Kraftfutterkomponenten zwischen den Versuchsrationen). So könnte der alternative Einsatz von Rapsextraktionsschrot oder geschütztem anstelle von herkömmlichen Sojaextraktionsschrot die Unterschiede zwischen den Versuchsrationen bezüglich der THG-Emissionen aus Futterzukauf und LUC ggf. verändern. Der zweijährige Rotkleeanbau wirkte sich positiv auf die Humusmehrung und damit auf die CO₂-Bilanz aus. Die berechneten CH₄-Emissionen aus der ruminalen Verdauung sanken mit zunehmendem Rotkleesilageanteil in der Ration, was auf eine höhere Faserverdaulichkeit der Futtermischung, aber insbesondere auf eine verminderte TS-Aufnahme der Tiere zurückgeführt werden kann. Da die verminderte TS-Aufnahme gleichzeitig eine deutliche Depression in der Milchleistung hervorrief, wirkte sich, relativ zum erzeugten kg ECM betrachtet, die rotkleebasierte Fütterung nicht in allen Vorlagestufen eindeutig als effizienter aus. Inklusive Humusbilanz und LUC zeigte die Ration RCS42 das größte THG-Minderungspotential, welche zu einer maximalen Reduktion von 60g CO₂eq je kg ECM im Vergleich zu RCS14 führte (Abb. 1).

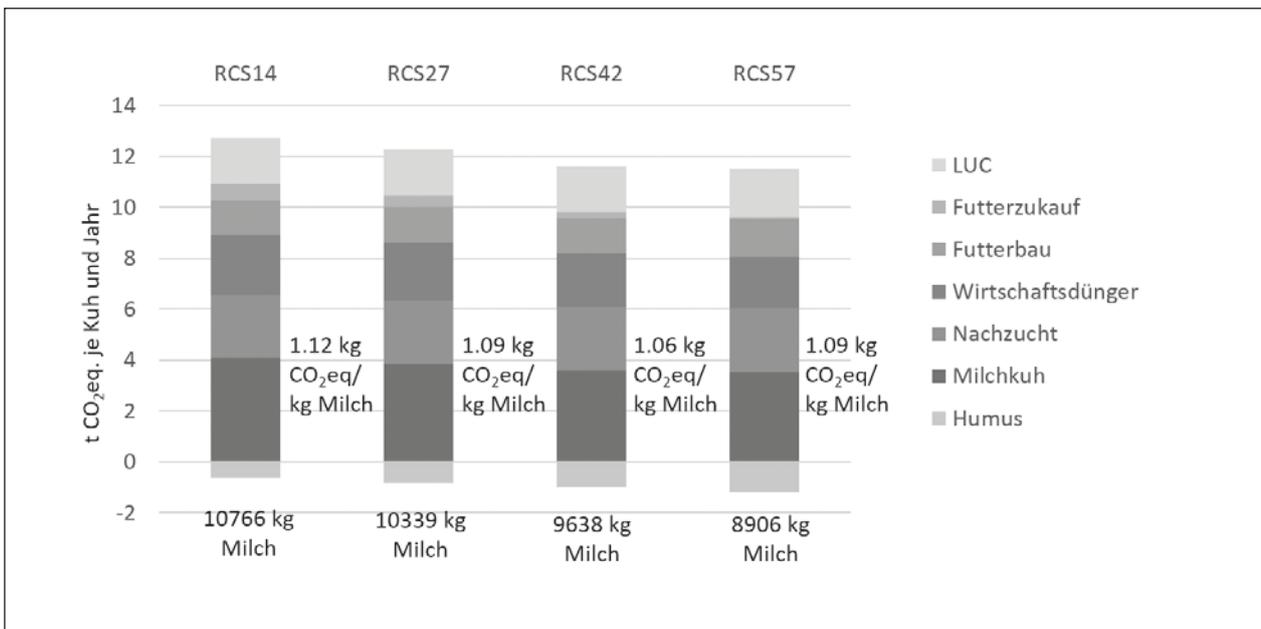


Abb. 1: THG-Emissionen je Kuh und je kg ECM in Abhängigkeit von der Versuchsration (Ration RCS14, RCS27, RCS42 und RCS57) sowie der 305-d Milchleistung.

In den Wirkungskategorien Eutrophierung und Versauerung zeigte die Ration RCS42 im Vergleich zu Ration RCS14 eine Reduktion um 10% und war damit ebenso wie beim Bodenschutz (Erosion) durch den überjährigen Rotkleeanbau deutlich effizienter (Abb. 2). Der Energieverbrauch lag bei der Ration RCS57 am niedrigsten, jedoch zeigte diese Ration in den Wirkungsbereichen Eutrophierung und Versauerung durch die höheren Urin-N-Ausscheidungen und den damit verbundenen erhöhten NH₃-Emissionen nach der Exkretion sowie durch die niedrigeren Einzeltierleistungen deutliche Nachteile. Gleichzeitig wirkte sich die Substitution von Soja durch Rotklee bei einem zu starken Leistungsrückgang in einem höheren Flächenverbrauch je kg ECM aus (Tab. 2) und könnte so, bei einer starken Milchnachfrage, durch die niedrigeren Milcherträge je ha zu einem höheren Nutzungsdruck in anderen Produktionsregionen führen. Vor dem Hintergrund der steigenden Notwendigkeit von ausgeglichenen N-Bilanzen von Milchviehbetrieben zeigte die stufenweise Substitution von Sojaextraktionsschrot durch Rotkleesilage eine Reduktion der N-Importe von 190 auf 110 kg N pro ha (inkl. N₂-Fixierung und Deposition). Trotz des geringeren Milchertrages, kann so die Hofort-Bilanz deutlich verbessert werden (<70 kg N pro ha⁻¹), vorausgesetzt die anfallenden N-Mengen in den Wirtschaftsdüngern können effizient im Marktfruchtbaubau eingesetzt werden, da der Rotklee hier nur geringe Ansprüche hat.

Schlussfolgerungen

Durch die stufenweise Substitution von Sojaextraktionsschrot durch Rotkleesilage können die Emissionen in mehreren Wirkungsbereichen zum Teil deutlich gesenkt werden. Unter den gegebenen Versuchsbedingungen erwies sich bei einer gleichzeitig hohen Einzeltierleistung von 9.600 kg ECM je Kuh und Laktation die Vorlage von 42% Rotkleesilage in der Ration (auf TS-Basis) in den Wirkungsbereichen Klima, Eutrophierung, Versauerung und Bodenschutz bei einem gleichzeitig niedrigen Flächenaufwand je kg ECM am effizientesten.

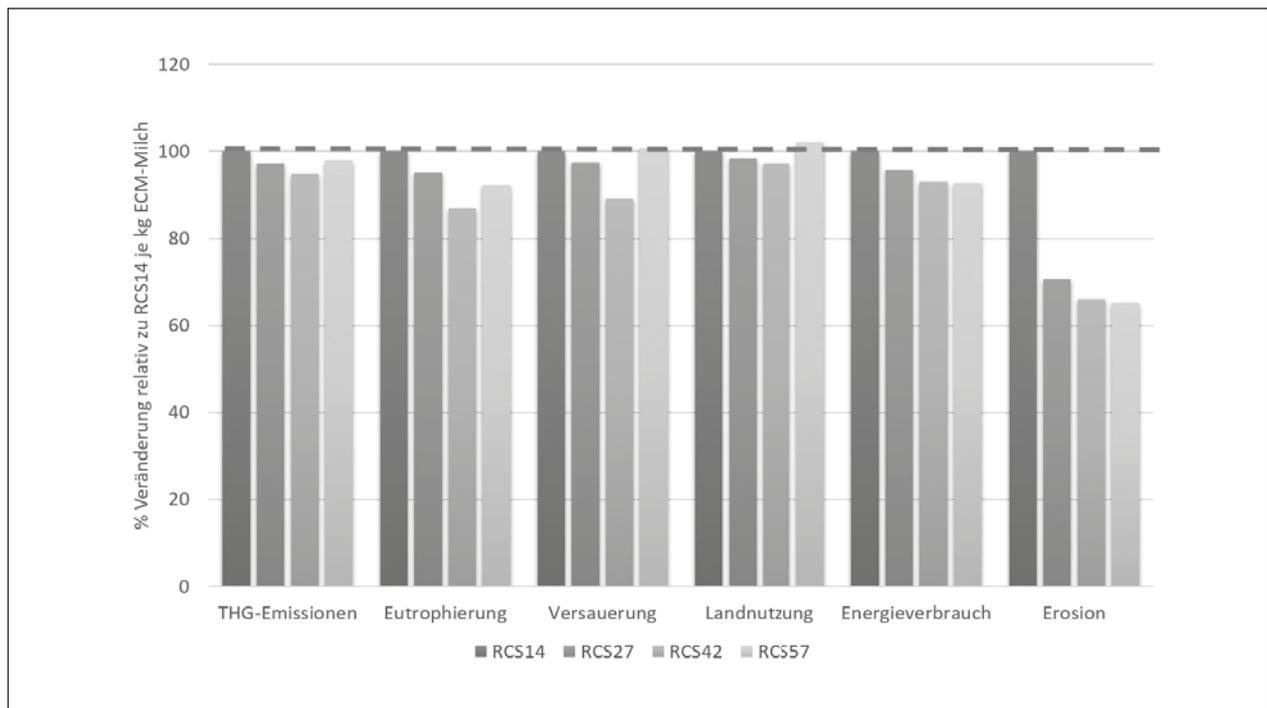


Abb. 2: Relative Veränderung der Ökoeffizienz in unterschiedlichen Wirkungskategorien in Abhängigkeit von der Versuchsration (Ration RCS14, RCS27, RCS42 und RCS57).

Literatur

AUDSLEY E., M. BRANDER, J. CHATTERTON, D. MURPHY-BOKERN, C. WEBSTER, A. WILLIAMS (2009): How low can we go? An assessment of green-house gas emissions from the UK food system and the scope for to reduction them by 2050. Food Climate Research Network (FCRN) and WWF-UK (80pp, <http://dspace.lib.cranfield.ac.uk/handle/1826/6503>).

BURGOS S.A., N.M. EMBERTSON, Y. ZHAO, F.M. MITLOEHNER, E.J. DEPETERS AND J.G. FADEL (2010): "Prediction of ammonia emission from dairy cattle manure based on milk urea nitrogen: Relation of milk urea nitrogen to ammonia emissions." *Journal of Dairy Science* 93(6): 2377-2386.

CARLSSON, G. AND K. HUSS-DANELL (2003): "Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field." *Plant and Soil* 253(2): 353-372.

ELLIS J.L., E. KEBREAB, N.E. ODONGO, B.W. MCBRIDE, E.K. OKINE AND J. FRANCE (2007): "Prediction of methane production from dairy and beef cattle." *Journal of Dairy Science* 90(7): 3456-3466.

HALVORSON J.J., E.H. FRANZ, J.L. SMITH, R.A. BLACK (1992): "Nitrogenase activity, nitrogen-fixation, and nitrogen inputs by lupines at mount St-Helens." *Ecology* 73(1): 87-98.

HEIJUNGS R., J.B. GUINEE, G. HUPPES, R.M. LANKREIJER, H.A. UDO DE HAES, A. WEGENER SLEESWIJK, A.M.M. ANSEMS, P.G. EGELS, R. VAN DUIN, H.P. DE GOEDE (1992): *Environmental life cycle assessment of products: guide and backgrounds*. CML, Leiden, Institute of Environmental Sciences.

IPCC (2006): *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Online at: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>.

OBERHOLZER H.R., P. WEISSKOPF, G. GAILLARD, F. WEISS AND R.F. KNUCHEL (2006): *Methode zur Beurteilung der Wirkungen landwirtschaftlicher Bewirtschaftung auf die Bodenqualität in Ökobilanzen*. Agroscope FAL Reckenholz.

PETERSEN B.M., M.T. KNUDSEN, J.E. HERMANSEN AND N. HALBERG (2013): "An approach to include soil carbon changes in life cycle assessments." *Journal of Cleaner Production* 52: 217-224.

PEETERS A., G. PARENTE, A.L. GALL (2006): *Temperate legumes: key-species for sustainable temperate mixtures*. *Grassland Science in Europe*, Volume 11. Madrid, Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (SEEP): 205-220.

TAGHIZADEH-TOOSI A., B.T. CHRISTENSEN, N.J. HUTCHINGS, J. VEJLIN, T. KÄTTERER, M. GLENDINING AND J.E. OLESEN (2014): "C-TOOL: A simple model for simulating whole-profile carbon storage in temperate agricultural soils." *Ecological Modelling* 292: 11-25.

Posterbeiträge

Nährstoffe

Auswirkung der Düngehäufigkeit und -menge an Gülle und Gärrest auf die Bestandszusammensetzung einer artenreichen Wiese

M. SEITHER

Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei
Baden-Württemberg (LAZBW), Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf

melanie.seither@lazbw.bwl.de

Einleitung und Problemstellung

Artenreiche Glatthaferwiesen entstanden durch langjährige extensive Nutzungsweise und moderate Düngung mit Festmist. Heutzutage ist zunehmend Gülle als Wirtschaftsdünger verfügbar, welche in Biogasanlagen eingespeist wird. Biogasvergärung bringt u.a. die Vorteile mit sich, dass viele Unkrautsamen – wie die des Stumpfbältrigen Ampfers – ihre Keimfähigkeit verlieren und außerdem die Geruchsbelästigung bei Ausbringung geringer ist als bei Gülle. Die Wirtschaftsdünger unterscheiden sich jedoch u. a. hinsichtlich der Nährstoffumsetzung. Während Festmist aufgrund des hohen Anteils an organisch gebundenem Stickstoff eine langfristige Wirkung aufweist (z. B. ANGERINGER *et al.* 2014), ist der Anteil an pflanzenverfügbarem Ammonium-Stickstoff bei Biogasgärrest infolge mikrobieller Zersetzung organischer Bestandteile höher als bei dem eingespeisten Substrat (LUKEHURST *et al.* 2010). Von einer Düngung mit Biogasgärrest wird auf den gemäß FFH-Richtlinie geschützten artenreichen Mähwiesen daher bislang abgeraten (TONN und ELSAESSER 2015). Im vorliegenden Beitrag werden die Auswirkungen von Gülle- und Gärrestdüngung in unterschiedlicher Menge und Häufigkeit im Vergleich mit Nulldüngung auf die Bestandszusammensetzung einer Glatthaferwiese nach fünf Versuchsjahren dargestellt.

Material und Methoden

Die Versuchsfläche liegt in Pfohren (Schwarzwald-Baar-Kreis, Baden-Württemberg) auf 687 m ü NN Höhe. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 7.9°C, der durchschnittliche Jahresniederschlag 1009 mm (climate-data.org). Seit ca. 1994 steht die Fläche unter LPR-Vertrag; sie wurde seitdem zwei Mal jährlich geschnitten (erster Schnitt nicht vor 1. Juli [Bodenbrüterschutz]) und erhielt keine Düngung. Es entwickelte sich eine artenreiche Glatthaferwiese (feuchte Ausprägung), die als FFH-Lebensraumtyp (LRT) Magere Flachland-Mähwiese mit Erhaltungszustand „B“ kartiert wurde. Im Bereich der Untersuchungsfläche treffen laut Bodenkarte (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau) verschiedene Bodentypen aufeinander (Pseudogley, Gley, Niedermoor), bei der Bodenart handelt es sich größtenteils um einen schluffigen Lehm, teils um einen schwach tonigen Lehm bzw. sandigen Lehm.

Tabelle 1: Versuchsvarianten (Düngerart u. jährliche Ausbringungsmenge), Faktoren und durchschnittliche jährliche Nährstoffausbringungsmenge (basierend auf Nährstoffuntersuchungen der Dünger).

	keine	Gülle10	Gülle20	Gülle30	Gärrest8	Gärrest16
Düngerart			Gülle		Gärrest	
Ausbringhäufigkeit	-	alle 2 J.	jährlich	jährlich	alle 2 J.	jährlich
Ausbringungsmenge (m³)	-	20	20	30	16	16
		Jährliche Nährstoffausbringungsmenge (kg/ha)				
Gesamt-N	-	29	47	70	17	41
NH₄-N	-	13	22	33	14	30
P₂O₅	-	14	20	30	5	11
K₂O	-	34	51	77	19	41

Im 2011 gestarteten Versuch (Konzeption und Anlage: B. Tonn) wurde der Effekt von Gülle- bzw. Gärrest-Düngung in unterschiedlicher Ausbringhäufigkeit und -menge auf die Entwicklung der Bestandszusammensetzung untersucht (Tab. 1). Vegetationsaufnahmen mit Ertragsanteilschätzungen der Arten (KLAPP und STÄHLIN, 1936) wurden auf je 25 m² in der Mitte der je 450 m² großen Parzellen durchgeführt.

Die Varianten wurden dreifach wiederholt in Blöcken angelegt. Die statistische Auswertung der untersuchten Parameter erfolgte mit linearen gemischten Modellen (fester Faktor: Variante; zufälliger Faktor: Block) mit dem Programm R (Version 3.2.3). Waren die Voraussetzungen Normalverteilung und Varianzhomogenität nicht gegeben, so wurden die Daten transformiert bzw. ein nicht-parametrischer Test verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Die durchschnittliche jährliche Ausbringungsmenge an Gesamtstickstoff (Tab. 1) lag bei der Variante Gärrest8 etwas geringer als bei der Vergleichsvariante Gülle10. Eine Gabe von 20 m³ Gülle alle zwei Jahre entspricht den Empfehlungen für magere Flachland-Mähwiesen (Tonn und ELSÄESSER, 2015), wobei zu beachten ist, dass die Nährstoffgehalte von Wirtschaftsdüngern je nach Haltungssystem, Tierart, Rationsgestaltung und Grundfutterqualität schwanken können (BUCHGRABER und GINDL 2004, zitiert in. ANGERINGER et al. 2014). Die gewichtete Bestands-Nährstoffzahl, zu Beginn des Versuchs in allen Varianten ähnlich (5.1 ± 0.1 ; Mittelwert \pm Standardabweichung, MW \pm sd), nahm in den gedüngten Varianten im Laufe des Versuchs leicht zu, ohne dass statistische Unterschiede im Jahr 2015 feststellbar waren (Tab. 2).

Tabelle 2: Gewichtete Bestands-Nährstoffzahl (ELLENBERG et al., 1992) sowie Ertragsanteile der beeinträchtigenden Arten bzw. Magerkeitszeiger (gemäß Artenliste der Verfeinerten Kartiermethode für den FFH-LRT Magere Flachlandmähwiese: LUBW 2013) und der Gräser, Kräuter und Leguminosen in 2015.

	keine	Gülle10	Gülle20	Gülle30	Gärrest8	Gärrest16	P-Wert
N-Zahl	4.9 \pm 0.2 a	5.2 \pm 0.5 a	5.3 \pm 0.2 a	5.4 \pm 0.1 a	5.1 \pm 0.3 a	5.3 \pm 0.3 a	0.178
Beeinträchtigende Arten (%)	2.3 \pm 0.6 a	14.3 \pm 10.7 a	8.8 \pm 11.7 a	23.0 \pm 4.6 a	9.3 \pm 12.7 a	15.7 \pm 11.4 a	0.197
Magerkeitszeiger (%)	51.5 \pm 11.4 a	28.4 \pm 13.6 b	19.8 \pm 9.9 b	18.3 \pm 2.8 b	28.1 \pm 9.5 b	18.2 \pm 9.1 b	0.002
Gräser (%)	77.0 \pm 13.9 a	85.3 \pm 10.3 a	91.0 \pm 2.0 a	97.7 \pm 1.5 a	60.7 \pm 49.2 a	91.3 \pm 3.2 a	0.112
Kräuter (%)	22.3 \pm 12.7 a	11.3 \pm 8.7 a	7.0 \pm 3.0 a	2.0 \pm 1.0 a	7.3 \pm 6.0 a	7.7 \pm 4.0 a	0.051
Leguminosen (%)	0.8 \pm 1.0 b	3.3 \pm 1.5 a	2.0 \pm 1.0 ab	0.4 \pm 0.5 b	0.4 \pm 0.5 b	1.1 \pm 0.9 ab	0.023

Für die Einstufung als FFH-Mähwiese muss neben einer bestimmten Artenzusammensetzung und Artenvielfalt ein Deckungsgrad von mindestens 10% Magerkeitszeigern gegeben sein und die beeinträchtigenden Arten dürfen einen Deckungsgrad von 30% nicht übersteigen (Verfeinerte Kartieranleitung: LUBW 2013). Da im Rahmen des Versuchs nicht die Deckungsgrade, sondern die Ertragsanteile erfasst wurden und die unterschiedliche Bewertungsweise zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann, können die Ergebnisse nur Entwicklungstendenzen über den Zeitverlauf wiedergeben. Eine Aussage, ob sich die Bestände gemäß Kartiermethode verändern, ist nicht möglich. Die weiteren Kriterien für die Bewertung von FFH-Mähwiesen, Habitatstruktur und (weitere) Beeinträchtigungen, wurden nicht erfasst.

Der Anteil der den Lebensraumtyp beeinträchtigenden Arten, wozu Stickstoff-, Brache-, Beweidungs- und Störzeiger sowie Einsaatarten gezählt werden, nahm in den gedüngten Varianten von ursprünglich 2.8 ± 1.1 % in 2011 (MW \pm sd über alle Varianten) deutlich zu. Dies war durch die Zunahme hohe Nährstoffverfügbarkeit anzeigender Arten, insbesondere des Wiesenfuchsschwanzes, bedingt. Der Anteil der für die Einstufung des Erhaltungszustands bewertungsrelevanter Magerkeitszeiger ging hingegen in allen gedüngten Varianten von ursprünglich 49.1 ± 6.2 % (MW \pm sd) signifikant zurück. Dieser Rückgang war insbesondere bei Ruchgras, Rotschwingel sowie den Kräutern Wiesen-Flockenblume, Acker-Witwenblume und Kuckucks-Lichtnelke zu beobachten (Abb. 1). Eine Untersuchung unterschiedlich bewirtschafteter Wiesen in den Alpen ergab, dass die Diversität des Grünlands am stärksten durch Stickstoffdüngung beeinflusst wurde; geringe Artenzahlen gingen mit einer Dominanz konkurrenzkräftiger Arten einher (MARINI et al. 2007). In einem dreijährigen Versuch war ein höherer Deckungsgrad nährstoffliebender Pflanzenarten (ANGERINGER et al. 2014) und ein höherer Ertrag (ANGERINGER et al. 2013) bei Gülle- im Vergleich zu Festmistdüngung gleicher N-Gesamtmenge auf einer Gold- und einer Glatthaferwiese festgestellt worden. Düngung mit Festmist förderte – ähnlich wie PK-Düngung – kräuterreiche Bestände, während Wirtschaftsdünger mit hoher Verfügbarkeit an Ammonium-N wie Gülle und Gärrest eher zu grasbetonten Beständen führen (ELSAESSER 2003).

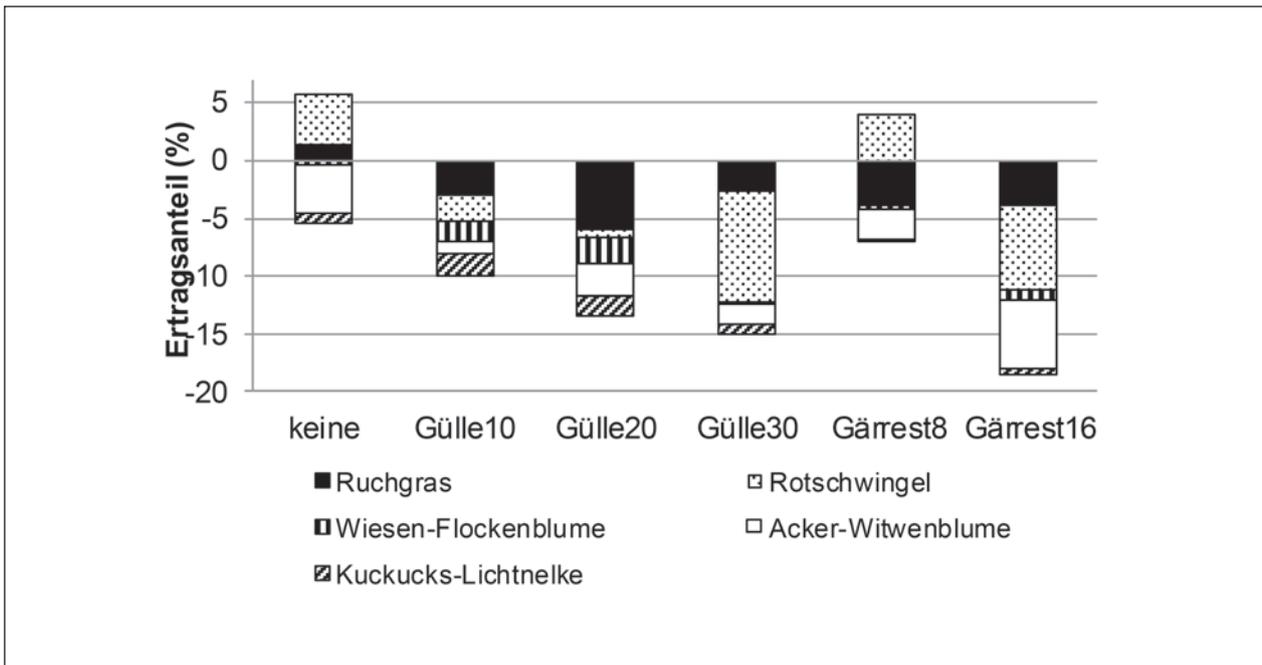


Abb. 1: Veränderung des Ertragsanteils Magerkeit-anzeigender Arten von 2011 auf 2015 (MW über die Wiederholungen; Auswahl von Arten mit mind. 2% Veränderung in mind. einer Variante).

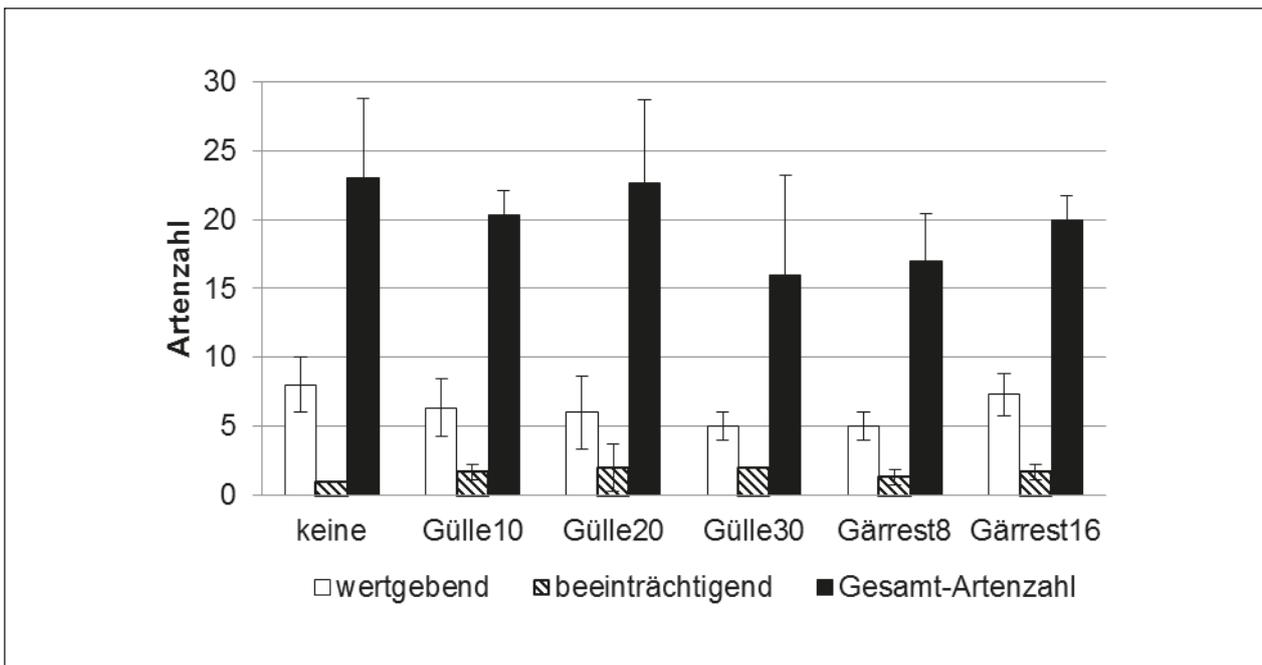


Abb. 2: Anzahl wertgebender, den Lebensraum beeinträchtigender Arten sowie Gesamt-Artenzahl in 2015 (MW \pm sd).

Hinsichtlich der Anzahl wertgebender, den Lebensraum beeinträchtigender Arten und der Gesamt-Artenzahl gab es im Jahr 2015 keine statistischen Unterschiede zwischen den Varianten (Abb. 2). In Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen fanden (Hensgen et al. 2016) nach fünf Versuchsjahren keinen Effekt einer Gärrestdüngung auf verschiedene Diversitätsindices, jedoch eine Zunahme der Nährstoffzahl. Die Gräser-Ertragsanteile waren bei Gülle20, Gülle30 und Gärrest16 mit ca. 90% in 2015 deutlich zulasten der Kräuter und teils der Leguminosen angestiegen, unterschieden sich jedoch aufgrund hoher Schwankungsbereiche zwischen den Wiederholungen nicht signifikant voneinander (Tab. 1). Die Leguminosen profitierten von moderater Gölledüngung (Gülle10) im Vergleich zu Nulldüngung, Gülle30 und Gärrest8. Dies liegt vermutlich an der P/K- und nur moderaten N- Düngung dieser Variante. Bodenprobenuntersuchungen in 2011 und 2015 ergaben eine gleichbleibend geringe P-Verfügbarkeit aller Versuchspartellen (Gehaltsklasse A; Daten nicht gezeigt). Bekanntermaßen profitieren Leguminosen und Kräuter von einer ausreichenden P/K-Versorgung, werden aber bei P/K-Mangel bzw. hohen N-Gaben verdrängt.

Schlussfolgerungen

Düngung führte auf dieser Versuchsfläche zu einem höheren Gräser-Anteil zulasten der Kräuter, einer Abnahme der Magerkeit-anzeigenden Arten und einer Zunahme der Nährstoffzeiger, hier insbesondere vom Wiesenfuchsschwanz. Die Entwicklung der gedüngten Varianten könnte auf eine Verschlechterung des Erhaltungszustands hindeuten. Da die Datenerhebung im Rahmen des Versuchs nicht mit der Vorgehensweise der Mähwiesen-Kartiermethode übereinstimmt, kann keine verlässliche Aussage dazu gemacht werden, ob die Düngung eine andere Einstufung des Erhaltungszustands zur Folge hat. Dies wird 2016 durch ergänzende Datenerhebungen untersucht.

Die unterschiedlichen Nährstoffgaben der Varianten machten sich nach fünf Versuchsjahren noch nicht in Form statistischer Unterschiede in der Bestandszusammensetzung bemerkbar. Die Reaktion eines Bestands auf eine veränderte Bewirtschaftungsweise kann einen sehr langen Zeitraum beanspruchen. Die vorliegenden Ergebnisse sind – insbesondere hinsichtlich der nur alle zwei Jahre gedüngten Varianten – als Entwicklungstendenzen auszulegen. Eine achtjährige Untersuchung an zwei Standorten ergab keinen negativen Effekt einer Gülle-Düngung gemäß der Empfehlung auf die Bestandszusammensetzung einer FFH-Mähwiese (SEITHER 2012).

Literatur

ANGERINGER, W.; STARZ, W.; PFISTER, R.; ROHRER, H. (2013): Nutzungsgrenzen montaner Heuwiesen – Ergebnisse eines 3-jährigen on-farm-Feldversuches im obersteirischen Pölstal. In: Fachtagung für biologische Landwirtschaft, 69–74.

ANGERINGER, W.; STARZ, W.; PFISTER, R.; ROHRER, H.; KARRER, G. (2014): Einfluss von Mist- und Gölledüngung auf wichtige Bodenparameter im Dauergrünland. In: Fachtagung für biologische Landwirtschaft, 93-100.

ELLENBERG, H.; WEBER, H. E.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W.; PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, 2. Aufl.; Scripta Geobot. 18: 1-258.

ELSAESSER, M. (2003): Einsatz von Wirtschafts- und Mineraldüngern und biologisch-dynamischen Präparaten auf Dauergrünland. Landinfo 3, 41–46.

HENSGEN, F.; BÜHLE, L.; WACHENDORF, M. (2016): The effect of harvest, mulching and low-dose fertilization of liquid digestate on above ground biomass yield and diversity of lower mountain semi-natural grasslands. In: Agriculture, Ecosystems & Environment 216, 283-292.

KLAPP, E.; STÄHLIN, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Stuttgart: Ulmer Verlag.

LUBW LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2013; ED.): Handbuch zur Erstellung von Management-Plänen für die Natura 2000-Gebiete in Baden-Württemberg.

LUKEHURST, C. T.; FROST, P.; AL SEADI, T. (2010): Utilisation of digestate from biogas plants as biofertiliser. IEA Bioenergy (ed.).

MARINI, L.; SCOTTON, M.; KLIMEK, S.; ISSELSTEIN, J.; PECILE, A. (2007): Effects of local factors on plant species richness and composition of Alpine meadows. In: Agriculture, Ecosystems & Environment (119), 281–288.

SEITHER, MELANIE (2012): Floristische Auswirkungen von Gülle-Düngung auf FFH-Mähwiesen. Landinfo 5, 42–44.

TONN, B.; ELSAESSER, M. (2015): Infoblatt Natura 2000: Wie bewirtschaftete ich eine FFH-Wiese. Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (Stuttgart; ed.).

Untersuchungen zu Rohproteingehalten und zur Schwefelversorgung von Grünlandaufwüchsen auf bayerischen Praxisflächen

M. DIEPOLDER, S. RASCHBACHER

Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

michael.diepolder@lfl.bayern.de

Einleitung

In der leistungsorientierten Milchviehhaltung werden heute Rohproteingehalte vom Grünland von etwa 140-180 Gramm pro Kilogramm Trockenmasse gewünscht. Allerdings streuen die Werte von Grünlandaufwüchsen selbst bei hoher Schnittdensität sehr stark. Im Zusammenhang mit dem Ziel hoher Erträge und Futterqualitäten bei optimaler Düngung wird neben Fragen zur optimalen N-Intensität (TECHOW *et al.*, 2013) u. a. auch die Bedeutung der notwendigen Schwefelversorgung diskutiert (TAUBE *et al.*, 2000; GIERUS *et al.*, 2005, DIEPOLDER, 2003; DIEPOLDER und RASCHBACHER, 2009). Dabei ergaben sich in der Praxis in der Vergangenheit auch Hinweise auf Schwefelmangel im bayerischen Grünland (RÜHLICKE und RUTZMOOSER, 2000).

Auf der Grundlage von sechsjährig (2009-2014) erhobenen Daten im Rahmen eines Monitorings auf bayerischen Grünlandflächen unterschiedlicher Regionen und Nutzungsintensitäten (HEINZ *et al.*, 2016) wird anhand der gemessenen Stickstoff- und Schwefelgehalte der Aufwüchse bei rund 2000 Proben untersucht, in welchem Bereich die Rohprotein- bzw. Schwefelkonzentrationen streuen. Ebenfalls wird diskutiert, ob sich Indizien für eine suboptimale S-Versorgung des bayerischen Grünlands bei bestimmten Nutzungsintensitäten bzw. Aufwüchsen ableiten lassen.

Material und Methoden

Auf nach geographischer Lage, Nutzungsintensität und Wiesentyp ausgewählten Flächen wurden mittels genau definierter Schnittproben (7 x 1 m² pro Schlag, Abgrenzung der Fläche durch tragbare Rahmen, Schnitt mit elektrischer Rasenkantenschere mit Höhenbegrenzung, Schnitthöhe 5-6 cm, Schnittzeitpunkt max. 2-3 Tage vor der Beerntung durch den Landwirt) die Frisch- und Trockenmasse-Erträge aller Aufwüchse erhoben. Pro Aufwuchs und Fläche wurden in einer Mischprobe die Mineralstoffgehalte (N, P, K, Mg, Ca, S, Na, Zn) im getrockneten Grüngut nach Methoden der VDLUFA nasschemisch – dabei N nach Dumas - bestimmt. Die Bestimmung des Rohproteingehalts (XP) erfolgte anhand des N-Gehalts ($XP = N \times 6,25$).

Aus dem gemessenen Stickstoff- und Schwefelgehalt (Gesamt-S) wurde für jede Probe das N:S-Verhältnis ermittelt. In Anlehnung an Rühlicke und Rutzmooser (2000) wurde der anorganische Schwefelgehalt (S_{anorg}) aus den Gehalten an Gesamtschwefel und Rohprotein errechnet [$S_{anorg} = S_t - (XP \times 0,005)$]. Dabei ist $XP \times 0,005$ näherungsweise der an Aminosäuren (Methionin, Cystin) gebundene Schwefel.

Die Daten wurden auf Plausibilität geprüft und unvollständige Datensätze von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. In Anlehnung an Literaturangaben (siehe Ergebnisse und Diskussion) wurde zudem versucht, die Rohprotein- und Schwefelgehalte bzw. das N:S-Verhältnis in Hinblick auf pflanzenbauliche und tierische Bedarfsnomen zu klassifizieren.

Ergebnisse und Diskussion

Rohproteingehalte

Die mittleren Rohproteingehalte lagen in Abhängigkeit von Nutzungsintensitätsstufe und Aufwuchs in einem weiten Bereich von ca. 102 bis 205 g XP/kg TM (Tab. 1). Dabei wurden meist in der zweiten Vegetationshälfte deutlich höhere mittlere Rohproteingehalte als im Frühjahr gemessen.

Generell nahmen die mittleren Rohproteingehalte mit zunehmender Nutzungsintensität (Schnitte pro Jahr) zu, wobei der Anstieg der Jahresmittel bis zu einer Intensität von fünf Schnitten signifikant war (Tab. 1, unten). Es fällt zudem auf, dass die Streuung (Standardabweichung) um den jeweiligen Mittelwert bei den Dreischnittwiesen am höchsten war.

Unterstellt man in Anlehnung an Literaturquellen (PACHECO und WAGHORN, 2008; TECHOW *et al.*, 2013; LFL, 2015) sowie nach dem Gehaltsziel bayerischer Grassilagen (ca. 160-170 g XP/kg TM, SCHUSTER, LFL, pers.

Mitteilung) Rohproteingehalte von 150-200 g XP/kg TM als „Optimalkorridor“ zur Rationsgestaltung hochleistender Milchkühe, so erreichten bei dreischnittigem Grünland nur rund ein Drittel der Aufwüchse diese Zielvorgabe (Tab. 2). Mit höherer Nutzungshäufigkeit steigt dieser Anteil stark an, hier liegen bei über der Hälfte der Proben optimale Rohproteingehalte vor. Allerdings wiesen die Aufwüchse intensiv genutzter Grünlandflächen (> 3 Schnitte pro Jahr) immer noch einen nicht unerheblichen Anteil suboptimaler (< 150 g XP/kg TM), daneben aber auch sehr hoher (> 200 g XP/ha) Rohproteingehalte, auf.

Tabelle 1: Rohprotein-Gehalte [in g XP/kg Trockenmasse (TM)] im Jahresverlauf und im nach Ertragsanteil der Aufwüchse gewichteten Jahresmittel bei unterschiedlicher Nutzungsintensität des Grünlands (Mittel 2009-2014; \pm Standardabweichung ¹⁾)

Aufwuchs	Nutzungsintensität (Schnitte a ⁻¹)											
	1		2		3		4		5		6	
1.	102	± 16	116	± 25	132	± 36	154	± 31	160	± 30	176	± 28
2.			144	± 26	135	± 26	147	± 25	159	± 30	177	± 35
3.					155	± 26	155	± 26	170	± 31	170	± 34
4.							163	± 28	188	± 26	177	± 26
5.							185	± 29	205	± 27	197	± 31
6.											197	± 33
$\Delta_{A.1-6}$	-		28		23		31		58			
$\bar{\varnothing}$	102	± 16 e	123	± 23 d	136	± 31 c	157	± 19 b	172	± 19 a	179	± 23 a
n ²⁾	18		62		131		176		122		28	

¹⁾ Unterschiedliche Buchstaben unter der Standardabweichung bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Nutzungsintensitätsstufen (SNK-Test bei $\Delta = 0,05$)

²⁾ Anzahl (n) bedeutet die Anzahl der vollständigen Schnittproben, so lagen z.B. bei Vierschnittwiesen 176 vollständige Ertragserfassungen im sechsjährigen Untersuchungszeitraum (2009-2014) vor.

Tabelle 2: Eingruppierung der Rohprotein-Gehalte (alle Aufwüchse) nach Nutzungsintensität

Nutzungsintensität (Schnitte a ⁻¹)	Proben (n)	Anteil in Prozent (gerundet) der Proben je Intensitätsstufe			
		Rohprotein-Gehalt (g XP/kg TM)			
		< 100	100-150	> 150 - < 200	≥ 200
1	18	44	56	0	0
2	122	16	57	25	1
3	391	7	58	32	3
4	694	2	32	55	10
5	609	1	20	54	25
6	167	0	19	53	28
Mittel	-	4	34	48	14
(n)	(2001)	(79)	(684)	(955)	(283)

Ein hoher Anteil an Aufwüchsen mit eher „niedrigen“ Rohproteingehalten (100-150 g XP/kg TM) bei Grünlandbeständen mit ein bis drei Schnittnutzungen pro Jahr dokumentiert deren Bedeutung für die Fütterung von Milchkühen mit niedrigem Leistungsniveau bzw. Trockenstehern.

Aus pflanzenbaulicher Sicht liegt die Grenze zum N-Mangel in voll expandierten, nicht seneszenten Blättern bei unter 1,5 % N/kg TM (AMBERGER, 1996). Dies entspricht in etwa knapp 100 g XP/kg TM. Derart niedrige Konzentrationen ließen sich meist nur bei Wiesen mit einmaliger, teilweise auch mit zweimaliger Nutzung finden (Tab. 2).

S-Gehalte und Einschätzung der S-Versorgung

Die mittleren Schwefelgehalte (S_{gesamt}) lagen in Abhängigkeit von Nutzungsintensitätsstufe und Aufwuchs in einem weiten Bereich von ca. 1,46 bis 3,27 g S/kg TM (Tab. 3). Wie beim Rohprotein wurden auch beim Schwefel meist in der zweiten Vegetationshälfte deutlich höhere Gehalte als im Frühjahr gemessen und es nahmen die Jahresmittel mit zunehmender Nutzungsintensität zu. Dabei war der Anstieg bis zu einer Intensität von vier Jahresschnitten signifikant (Tab. 3, unten). Es fällt zudem auch beim Schwefel auf, dass die Streuung (Standardabweichung) um den jeweiligen Mittelwert bei den Dreischnittwiesen am höchsten war.

Tabelle 3: S-Gehalte [in g S/kg Trockenmasse (TM)] im Jahresverlauf und im nach Ertragsanteil der Aufwüchse gewichteten Jahresmittel bei unterschiedlicher Nutzungsintensität des Grünlands (Mittel 2009-2014; \pm Standardabweichung)

Aufwuchs	Nutzungsintensität (Schnitte a ⁻¹)											
	1		2		3		4		5		6	
1.	1,46	$\pm 0,32$	1,84	$\pm 0,49$	2,08	$\pm 0,64$	2,37	$\pm 0,66$	2,44	$\pm 0,74$	2,46	$\pm 0,58$
2.			2,45	$\pm 0,84$	2,46	$\pm 0,87$	2,58	$\pm 0,64$	2,56	$\pm 0,61$	2,98	$\pm 0,75$
3.					2,94	$\pm 1,74$	2,89	$\pm 0,80$	2,79	$\pm 0,67$	2,52	$\pm 0,52$
4.							3,10	$\pm 0,83$	2,96	$\pm 0,67$	2,95	$\pm 0,80$
5.									3,27	$\pm 0,87$	3,06	$\pm 0,74$
6.											3,15	$\pm 0,83$
Δ A. 1-6	-		0,61		0,86		0,73		0,83		0,69	
$\bar{\emptyset}$	1,46	$\pm 0,32$ d	2,00	$\pm 0,58$ c	2,36	$\pm 0,72$ b	2,62	$\pm 0,55$ a	2,72	$\pm 0,52$ a	2,75	$\pm 0,53$ a
n	16		62		131		176		122		28	

Tabelle 4: N:S-Verhältnis im Jahresverlauf bei unterschiedlicher Nutzungsintensität des Grünlands (Mittel 2009-2014; \pm Standardabweichung)

Aufwuchs	Nutzungsintensität (Schnitte a ⁻¹)											
	1		2		3		4		5		6	
1.	11,5	$\pm 1,5$	10,4	$\pm 1,9$	10,6	$\pm 2,3$	10,9	$\pm 2,7$	11,1	$\pm 2,7$	12,0	$\pm 3,0$
2.			10,0	$\pm 2,5$	9,5	$\pm 3,0$	9,5	$\pm 2,4$	10,3	$\pm 2,5$	10,1	$\pm 3,6$
3.					9,3	$\pm 2,6$	9,6	$\pm 2,5$	10,2	$\pm 2,6$	11,1	$\pm 2,9$
4.							10,1	$\pm 2,5$	10,7	$\pm 2,9$	10,4	$\pm 3,5$
5.									10,6	$\pm 2,8$	11,2	$\pm 4,6$
6.											10,8	$\pm 3,5$

Tabelle 5: Eingruppierung der Schwefelversorgung in Prozent der Proben des ersten bzw. zweiten Aufwuchses von Grünlandbeständen mit 3-6 Schnitten pro Jahr nach den Kriterien N:S-Verhältnis sowie Gehalt an anorganischem Schwefel [g $S_{\text{anorg.}}$ /kg TM)

Kriterium	Optimal		Möglicher S-Mangel		S-Mangel	
	N:S	$S_{\text{anorg.}}$	N:S	$S_{\text{anorg.}}$	N:S	$S_{\text{anorg.}}$
Aufwuchs	< 12:1	> 1,5	12:1 – 15:1	1,5 – 1,0	> 15:1	< 1,0
1	69 %	50 %	26 %	35 %	5 %	15 %
2	83 %	70 %	13 %	24 %	4 %	6 %

Selbst bei identischer Nutzungsintensität streuten die Einzelwerte generell stark um die jeweiligen Mittelwerte (Tab.3). Zumindest ein Teil der Streuung der S-Gehalte um die Mittelwerte ließ sich bei Drei- bis Fünfschnittwiesen auch auf unterschiedliche Wiesentypen zurückführen, wobei weidelgrasreiche Wiesen etwas höhere mittlere S-Gehalte als Wiesen mit höherem Wiesenfuchsschwanz- bzw. Kräuteranteil aufwiesen.

Schwefelgehalte von 2,0 g S/kg TM gelten in der Rinderfütterung als Orientierungswert für eine Milchviehration (LFL, 2015) und werden mitunter auch als Untergrenze für die pflanzlichen Bedarf genannt; diese Gehalte werden in der Regel mit Ausnahme von Einschnitt-Wiesen und dem ersten Aufwuchs von Zweischnitt-Wiesen erreicht bzw. überschritten.

In Bezug auf die Identifizierung von pflanzenbaulich ertragswirksamen Schwefelmangel ist die absolute Konzentration an Gesamt-S insgesamt allerdings wenig aussagekräftig (TAUBE *et al.*, 2000; siehe hier auch weitere Autoren), wogegen das N:S-Verhältnis als weitaus besseres Mass für die Einschätzung der S-Versorgung der Pflanze gilt. Ein N:S-Verhältnis von unter 12:1 gilt dabei als optimal, dagegen weist ein N:S-Verhältnis über 15:1 auf ertragswirksamen Schwefel hin (TAUBE *et al.*, 2000; VOIGTLÄNDER und JACOB, 1987). Folgt man dieser Klassifizierung, so zeigen die Monitoringergebnisse eine i.d.R. optimale S-Versorgung mit der Tendenz eines geringfügig weiteren N:S-Verhältnisses beim ersten Aufwuchs, insb. bei sehr hoher Schnittnutzung (Tab. 4). Allerdings wiesen nur rund 5 % der Proben des ersten Aufwuchses von mittel- bis hochintensiv genutzten Grünlandbeständen ein N:S-Verhältnis von über 15:1 und damit ertragswirksamen S-Mangel auf (Tab. 5). Insgesamt lässt sich kein Hinweis auf eine unzureichende S-Versorgung des bayerischen Grünlands ableiten.

Auch ergab sich kein Hinweis darauf, dass für eine leistungsbetonte Milchviehfütterung niedrige Rohproteingehalte auf eine schlechte (N:S > 15:1) oder suboptimale (N:S 12-15:1) S-Versorgung zurückzuführen waren; nur 5,5 % der untersuchten Proben wiesen Rohproteingehalte unter 150 g XP/kg TM sowie ein N:S-Verhältnis von über 12:1 auf. Niedrige Rohproteingehalte waren demnach auf andere Ursachen wie z.B. einen späten Schnitt zurückzuführen.

RÜHLICKE und RUTZMOSER (2000) schlagen in ihren Untersuchungen neben dem N:S-Verhältnis zusätzlich eine Klassifizierung nach dem anorganischen, d.h. dem Sulfatschwefelgehalt vor, wobei Konzentrationen ab 1,5 g $S_{\text{anorg.}}$ /kg TM als optimal gelten, dagegen Gehalte unter 1,0 g $S_{\text{anorg.}}$ /kg TM einen S-Mangel anzeigen. Anhand des Probenmaterials zeigte sich, dass diese Einstufung zu einer etwas strengeren Bewertung der S-Versorgung als das N:S-Verhältnis führt (Tab. 5). Ebenfalls konnte gezeigt werden, dass der $S_{\text{anorg.}}$ -Gehalt das N:S-Verhältnis wesentlich besser erklärt ($r^2 = 0,67$) als der Gesamt-S-Gehalt ($r^2 = 0,47$).

Schlussfolgerungen

Über 60 % der Aufwüchse bayerischer Praxisflächen wiesen kurz vor der Ernte Rohproteingehalte von über 150 g XP/kg TM im getrockneten Grüngut auf. Niedrigere Rohproteingehalte waren nicht auf mangelnde Schwefelversorgung zurückzuführen. Auf Grundlage der Monitoringergebnisse scheint derzeit im bayerischen Grünland eine ausreichende Schwefelversorgung weitestgehend gesichert zu sein. Die Ergebnisse des sechsjährigen Projekts sind u.a. ein Beitrag zur Validierung von Faustzahlen zur Grünlanddüngung.

Literatur

- AMBERGER, A. (1996): Pflanzenernährung, 4. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- DIEPOLDER, M. (2003): Aspekte zur Rolle der Schwefeldüngung im Dauergrünland. Schule und Beratung, 7/03, III-9-16. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten.
- DIEPOLDER, M., RASCHBACHER, S. (2009): Schwefeldüngung zu Grünland – Neue Versuchsergebnisse. Schule und Beratung, 4-5/09, III-14-19. Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten.
- GIERUS, M., JAHNS, U., WULFES, R., WIERMANN, C., TAUBE, F. (2005): Forage quality and yield increments of intensive management of grassland in response to combined sulphur-nitrogen fertilization. Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 55, 264-274, Taylor & Francis.
- HEINZ S., RASCHBACHER S., DIEPOLDER, M., KUHN G. (2016): Erweitertes Ertrags- und Nährstoffmonitoring bayerischer Grünlandflächen. Abschlussbericht an das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, März 2016 (unveröffentlicht), 1-107. Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft.
- LfL, BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2015): Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Schafe, Ziegen. 38. Auflage 2015. LfL-Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.
- PACHECO, D., WAGHORN, G.C. (2008): Dietary nitrogen – definitions, digestion, excretion and consequences of excess for grazing ruminants. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 70, 107-116.
- RÜHLICKE, G., RUTZMOSER, K. (2000): Futteranalyse zeigt Schwefelversorgung. Sonderdruck aus Heft 46 des Bayerischen Landwirtschaftlichen Wochenblattes vom 18. November 2000, 2 S., BLV-Verlag.
- TAUBE, F., JAHN, U., WULFES, R., SÜDEKUM, K.H. (2000): Einfluss der Schwefelversorgung auf Ertrag und Inhaltsstoffe von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.). Pflanzenbauwissenschaften 4,1/2000, 42-51, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- TECHOW, A., HERRMANN, A., KLUSS, C., BERENDONC, C., DIEPOLDER, M., ELSÄSSER, M., GREINER, B., KAISER, T., NEFF, R., RASCHBACHER, S., WURTH, W., TAUBE, F. (2013): Optimale N-Intensität auf dem Grünland: Funktionale Ableitungen auf Basis eines DLG-Steigerungsversuches. Tagungsband der 57. Jahrestagung der AGGF in Triesdorf/Franken, LfL Schriftenreihe 6/13,164-168.
- VOIGTLÄNDER, G., JAKOB, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer Verlag Stuttgart.

Untersuchungen zu Phosphorgehalten von Grünlandaufwüchsen auf bayerischen Praxisflächen

M. DIEPOLDER, S. RASCHBACHER

Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

michael.diepolder@lfl.bayern.de

Einleitung

Im Entwurf zur Novellierung der Düngeverordnung (BMEL, 2015) sind Stickstoff und Phosphor zentrale Nährstoffe. Während bei Stickstoff Bedarfswerte bundesweit abgestimmt wurden und im Entwurf enthalten sind, trifft dies für Phosphor nicht zu. Auch besteht derzeit in Fachgruppen über die Höhe des zu veranschlagenden spezifischen Entzuges (g P/kg TM) kein bundeseinheitlicher Konsens. Regionale Versuchs- und Monitoringdaten bilden daher eine wertvolle fachliche Basis für ggf. künftige Diskussionen.

In dieser Publikation werden als Schwerpunkt die Ergebnisse einer Auswertung zu P-Gehalten von 537 vollständigen Jahresernten bzw. 2000 Grünlandaufwüchsen vorgestellt, die im Rahmen eines sechsjährigen (2009-2014) Monitorings (HEINZ *et al.*, 2016; DIEPOLDER *et al.* im Tagungsband) von insgesamt 150 Flächen auf bayerischen Praxisbetrieben gewonnen wurden.

Material und Methoden

Auf den nach geographischer Lage, Nutzungsintensität und Wiesentyp ausgewählten Flächen wurden mittels genau definierter Schnittproben (7 x 1 m² pro Schlag, Abgrenzung der Fläche durch tragbare Rahmen, Schnitt mit elektrischer Rasenkantenschere mit Höhenbegrenzung, Schnitthöhe 5-6 cm, Schnittzeitpunkt max. 2-3 Tage vor der Beerntung durch den Landwirt) die Frisch- und Trockenmasse-Erträge aller Aufwüchse erhoben. Pro Aufwuchs und Fläche wurden in einer Mischprobe die Mineralstoffgehalte (N, P, K, Mg, Ca, S, Na, Zn) im getrockneten Grüngut nach Methoden der VDLUFA nasschemisch bestimmt.

Auf jeder Fläche wurde einmal im Projektzeitraum im Frühjahr vor der ersten Düngung eine Bodenprobe in 0-10 cm Tiefe entnommen. Alle Proben wurden nach der gleichen Methode entnommen und auf Humusgehalt, Gesamt-N-Gehalt, pH-Wert (CaCl₂), sowie den Gehalten an CAL-P₂O₅, CAL-K₂O und Mg (CaCl₂) analysiert.

Die Daten wurden auf Plausibilität geprüft und unvollständige Datensätze von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. In Anlehnung an Literaturangaben (AMBERGER, 1996; GREINER *et al.*, 2010, VOIGTLÄNDER und JAKOB, 1987; LFL, 2015; RIEDER 1983) wurde zudem versucht, die P-Gehalte in Hinblick auf pflanzenbaulich/tierische Bedarfsnormen zu klassifizieren.

Ergebnisse und Diskussion

Die mittleren Phosphor-Gehalte lagen in Abhängigkeit von Nutzungsintensitätsstufe und Aufwuchs in einem weiten Bereich von ca. 2,3 bis 5,0 g P/kg TM (Tab. 1). Dabei wurden in der Regel in der zweiten Vegetationshälfte deutlich höhere mittlere P-Gehalte als im Frühjahr gemessen.

Generell nahmen die mittleren P-Konzentrationen mit zunehmender Nutzungsintensität (Schnitte pro Jahr) zu, wobei der Anstieg der Jahresmittel bis zu einer Intensität von fünf Schnitten signifikant war (Tab. 1).

In Futterrationen für Milchkühe werden bei Trockenstehern P-Gehalte von 2,5 g P/kg TM, bei Milchleistungen von 20 bzw. 40 kg/Tag dagegen P-Gehalte von 3,3 bzw. 4,0 g P/kg TM in der Gesamtration empfohlen (LFL, 2015). Vor diesem Hintergrund geht aus Tabelle 1 hervor, dass zumindest der obere Wert im Durchschnitt der Drei- und Vierschnittflächen häufig noch nicht erreicht wird. Die P-Gehalte bei drei und viermaliger Schnittnutzung (3,47 bzw. 3,87 g P/kg TM) liegen aber auf dem Niveau der Jahresmittel bayerischer Grassilagen, welche sich meist in einem Bereich von 3,3-3,6 g P/kg TM bewegen (DIEPOLDER und RASCHBACHER, 2013).

Mit Ausnahme des ersten Aufwuchses von Ein- und Zweischnittwiesen wurden im Mittel P-Konzentrationen von 3,0 g P/kg TM stets überschritten (Tab. 1). Ab dreimaliger Nutzung erreichten die durchschnittlichen P-Gehalte im getrockneten Grüngut der im Spätsommer oder Herbst geernteten Schnitte sogar meist Werte über 4,0 g P/kg TM.

Unterstellt man in Anlehnung an AMBERGER (1996) eine P-Konzentration unter 2 g P/kg TM als Mangelsituation, bzw. nach GREINER *et al.* (2010) und VOIGTLÄNDER und JAKOB (1987) einen P-Gehalt ab etwa 3 g P/kg TM als Schwellenwert für eine optimale pflanzenbauliche Bedarfsnorm, so lässt sich anhand der Daten in Tabelle 1 kein Hinweis auf eine unzureichende P-Versorgung bei einer bestimmten Intensitätsstufe ableiten.

Selbst bei identischer Nutzungsintensität streuten die Einzelwerte generell stark um die jeweiligen Mittelwerte (Tab.1). Bildet man die Variationskoeffizienten der Mittelwerte der einzelnen Nutzungsintensitäten (Standardabweichung relativ zum jeweiligen Mittel), stellt man fest, dass diese mit steigender Nutzungsintensität immer kleiner werden, während die Mittelwerte mit steigender Nutzungsintensität zunehmen.

Ein Teil der Streuung der P-Gehalte um die Mittelwerte einer Nutzungsintensitätsklasse ließ sich – zumindest bei Vierschnittwiesen – sowohl auf unterschiedliche Grünlandanbauggebiete als auch auf unterschiedliche Wiesentypen zurückführen. Hinsichtlich der Wiesentypen fielen Wiesen mit hohem Anteil an Wiesenfuchsschwanz durch signifikant niedrigere P-Gehalte, aber auch niedrigere P-Abfuhr gegenüber Wiesen mit höherem Weidelgras- bzw. Kräuteranteil auf. Damit werden u.a. frühere bayerische Untersuchungen (RIEDER 1983, 1985) auf Basis von mineralisch gedüngten Exaktversuchen bestätigt, aus denen hervorgeht, dass neben der Nutzungshäufigkeit auch der Wiesentyp Einfluss auf den Ertrag, die Futterqualität und die Nährstoffabfuhr hat.

Tabelle 1: P-Gehalte [in g/kg Trockenmasse (TM)] im Jahresverlauf und im nach Ertragsanteil der Aufwüchse gewichteten Jahresmittel bei unterschiedlicher Nutzungsintensität des Grünlands (Mittel 2009-2014; ± Standardabweichung ¹⁾)

Aufwuchs	Nutzungsintensität (Schnitte a-1)											
	1		2		3		4		5		6	
1.	2,28	± 0,85	2,72	± 0,85	3,22	± 0,96	3,70	± 0,82	4,02	± 1,00	3,92	± 0,85
2.			3,33	± 1,18	3,48	± 0,85	3,69	± 0,80	4,03	± 0,78	4,56	± 0,83
3.					4,13	± 1,23	4,10	± 0,95	4,07	± 0,81	4,08	± 0,93
4.							4,42	± 1,01	4,46	± 0,91	4,47	± 0,70
5.									4,80	± 1,07	4,62	± 0,93
6.											5,00	± 1,08
Δ A. 1-6	-		0,61		0,91		0,73		0,78		1,08	
Ø	2,28	± 0,85 e	2,88	± 0,90 d	3,47	± 0,76 c	3,87	± 0,67 b	4,20	± 0,65 a	4,32	± 0,57 a
n 2)	18		62		131		176		122		28	

1) Unterschiedliche Buchstaben unter der Standardabweichung bedeuten signifikante Unterschiede der Mittelwerte zwischen den Nutzungsintensitätsstufen (SNK-Test bei Δ =0,05)

2) Anzahl (n) bedeutet die Anzahl der vollständigen Schnittproben in den sechs Jahren 2009-2014; so lagen z.B. bei Vierschnittwiesen 176 vollständige Ertragserfassungen im Untersuchungszeitraum vor.

Tabelle 2: N- und P-Gehalte [in g/kg TM] im ersten Aufwuchs von Grünlandbeständen in Abhängigkeit vom Schnittdatum – hier: Grünland mit drei bis sechs Schnitten pro Jahr (Mittel 2009-2014; ± Standardabweichung)

	Schnittzeitraum 1. Aufwuchs											
	20.-30. April		1.-10. Mai		11.-20. Mai		21.-31. Mai		1.-10. Juni		11.-20. Juni	
n	29		160		163		44		36		20	
N-Gehalt	27,0	± 3,7	26,3	± 4,2	24,1	± 5,3	22,9	± 4,6	17,5	± 3,9	18,3	± 7,1
P-Gehalt	3,65	± 0,77	4,02	± 0,94	3,70	± 0,86	3,54	± 0,91	2,74	± 0,71	2,86	± 0,98
N:P	7,6	± 1,8	6,8	± 1,4	6,7	± 1,4	6,7	± 1,3	6,6	± 1,4	6,5	± 1,2

Im Bereich mittelintensiver bis sehr intensiver Schnittnutzung (d.h. 3-6 Aufwüchse pro Jahr) wurden beim ersten Schnitt im Mittel etwa 3,2 bis 4,0 g P/ha im Futter gemessen (Tab. 1). P-Gehalte von über 4 g P/kg TM standen dabei in engem Zusammenhang mit einem Schnitt in der ersten Maidekade (Tab. 2). In diesem

Zeitraum wurden auch Rohproteingehalte ($XP = N \times 6,25$) von rund 165 g/kg TM gemessen. Anfang Juni sind dagegen die P-Konzentrationen auf deutlich weit unter 3,0 g P/kg TM bzw. die Rohproteingehalte unter 110 g XP/kg TM abgesunken. Das N:P-Verhältnis wiederum blieb über einen langen Zeitraum hinweg ähnlich (Tab. 2).

Die Pflanzenanalysen weisen auf eine gute Versorgung des bayerischen Grünlands mit Phosphor hin. Rund 82 % der untersuchten, kurz vor dem jeweiligen Schnitt genommenen 2000 Aufwüchse erreichten Konzentrationen von über 3,0 g P/kg TM und zeigen damit eine optimale bis hohe P-Versorgung an (Tab. 3). Nur bei insgesamt etwa 2 % der Proben lag ein ausgesprochener P-Mangel vor, dies jedoch fast nur bei den Ein- bis Zweischnittwiesen. Möglicherweise wird ein Großteil dieser Wiesen selten oder nie gedüngt. Andererseits erreichten die Aufwüchse von Grünlandbeständen mit fünf und sechs Schnittnutzungen pro Jahr in mehr als der Hälfte bzw. knapp zwei Drittel der Fälle P-Gehalte über 4,0 g P/kg TM (Tab. 3).

Tabelle 3: Eingruppierung der P-Gehalte bei unterschiedlichen Nutzungsintensitäten

Nutzungsintensität (Schnitte a ⁻¹)	Proben (n)	Anteil in Prozent der Proben (gerundet)			
		≤ 2,0 g P/kg TM „Mangel“	2,0 – 3,0 g P/kg TM „niedrig“	> 3,0 - ≤ 4,0 g P/kg TM „optimal“	> 4,0 g P/kg TM „hoch“
1	18	44	44	6	6
2	122	16	37	29	18
3	390	3	28	37	31
4	694	0	14	41	44
5	609	0	8	34	58
6	167	1	4	30	65
Mittel		2	16	36	46
(Σ Proben)	(2000)	(846)	(316)	(724)	(914)

Tabelle 4: P-Gehaltsklassen in Abhängigkeit der P-Versorgung des Bodens bei Grünlandbeständen mit 3-6 Schnitten pro Jahr (1838 Proben)

P-Gehalt Boden (mg CAL-P ₂ O ₅ pro 100 g Boden)	Anteil in Prozent der Gesamtprobenzahl (gerundet)				Summe
	≤ 2,0 g P/kg TM „Mangel“	2,0 – 3,0 g P/kg TM „niedrig“	> 3,0 - ≤ 4,0 g P/kg TM „optimal“	> 4,0 g P/kg TM „hoch“	
< 5	< 1	2	2	1	5
5 - < 10	< 1	7	14	11	32
10 - < 15	< 1	4	12	17	32
15 - < 20	< 1	1	5	6	11
20 - < 25	0	< 1	2	6	8
≥ 25	0	< 1	3	8	11
Summe	1	14	37	48	100

Im Bereich einer mittel- bis hochintensiven Nutzung, d.h. im Bereich von drei bis sechs Schnitten pro Jahr, erreichten insgesamt rund 37 % aller Aufwüchse P-Konzentrationen zwischen 3,0 und 4,0 g P/kg TM, bei weiteren 48 % liegen die P-Gehalte sogar darüber; nur rund 15 % der Aufwüchse lassen bei P-Gehalten unter 3,0 g/kg TM vermuten, dass hier die P-Versorgung während des Wachstums suboptimal war (Tab. 4).

Die offensichtlich nach Pflanzenanalyse gute P-Versorgung ist auch deshalb bemerkenswert, da dies in einem gewissen Widerspruch mit den P-Gehaltswerten des Bodens steht. So lagen die Phosphatgehalte bei etwa der Hälfte der im Projekt untersuchten Flächen unterhalb der Versorgungsklasse „C“ (10-20 mg

CAL-P₂O₅/100 g Boden). Auch gesamt-bayerische Auswertungen von Bodenuntersuchungsergebnissen (LfL, 2015) zeigen einen ähnlich hohen Anteil von Proben unterhalb der Versorgungsklasse „C“.

Bei den drei- bis sechsmal pro Jahr geschnittenen Projektflächen wiesen mehr als zwei Drittel der Böden eine Bodenversorgung unter 15 mg CAL-P₂O₅, jedoch überwiegend optimale bis hohe P-Gehalte im Pflanzenmaterial auf; ein (klarer) Trend, dass optimal-hohe P-Gehalte von Grünlandaufwüchsen an entsprechende P_{CAL}-Gehalte im Oberboden gekoppelt waren, ließ sich nicht ersehen (Tab. 4). Auch bei den TM-Erträgen (hier nicht eigens dargestellt) zeigte sich keine klare Beziehung zur P_{CAL}-Versorgung des Bodens.

Schlussfolgerungen

Für die Ableitung von Faustzahlen ist eine Abstufung mittlerer P-Gehalte nach der Nutzungsintensität gerechtfertigt. Eine große Streuung der Nährstoffgehalte sowie der Erträge bei gleicher Nutzungsintensität ist aber auch ein deutlicher Hinweis, dass Faustzahlen einzelbetriebliche Gegebenheiten und Jahreseffekte nur näherungsweise widerspiegeln können und demnach regelmäßige Ertrags- und Futteranalysen der Betriebe nicht ersetzen können. Hierbei ist gerade eine realistische Einschätzung der geernteten und vom Tier verwerteten Erträge eine große Herausforderung für die Zukunft – dies auch im Zusammenhang mit den Vorgaben des Entwurfs der neuen Düngeverordnung (BMEL, 2015).

Auf der Basis von Pflanzenanalysen weist das bayerische Grünland weitestgehend eine gute P-Versorgung auf. Dies steht in gewissem Kontrast zu den Ergebnissen der Bodenanalysen. Daraus ergeben sich Anhaltspunkte zu einer Diskussion über eine fachlich begründete Anpassung der P-Gehaltsklassen (VDLUFA, 2015) von Böden.

Die Ergebnisse des sechsjährigen Projekts sind ein Beitrag zur Validierung von bayerischen Faustzahlen und auch Diskussionsgrundlage für eine ggf. künftig länderübergreifende Abstimmung zu Fragen der Grünlanddüngung.

Literatur

AMBERGER, A. (1996): Pflanzenernährung, 4. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

BMEL (2015): Verordnungsentwurf des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft zur Neuordnung der guten fachlichen Praxis beim Düngen, Stand 16.12.2015.

DIEPOLDER, M., RASCHBACHER, S. (2013): Phosphor im Grünland – Ergebnisse vom Ertrags- und Nährstoffmonitoring bayerischer Grünlandflächen und von Düngungsversuchen. Tagungsband des 18. Alpenländischen Expertenforums 2013, 17-24. Lehr und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

GREINER, B, SCHUPPENIES, R., HERTWIG, F., HOCHBERG, H., RIEHL, G. (2010): Ergebnisse aus zwölfjährigen Phosphor- und Kaliumdüngungsversuchen auf Grünland. VDLUFA-Schriftenreihe Bd. 66, 157-158, Kongressband 2010 Kiel, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

HEINZ S., RASCHBACHER S., DIEPOLDER, M., KUHN G. (2016): Erweitertes Ertrags- und Nährstoffmonitoring bayerischer Grünlandflächen. Abschlussbericht an das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, März 2016 (unveröffentlicht). 1-107.

LfL, BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2014): Bodenuntersuchung pH-Wert, Phosphat, Kali, Magnesium 2008-2013, Bayern-Übersicht untergliedert nach Regierungsbezirken – Grünland. Internetbeitrag <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/032397/index.php>.

LfL, BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2015): Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Schafe, Ziegen. 38. Auflage 2015. LfL-Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.

RIEDER, J. B. (1983): Dauergrünland. BLV-Verlagsgesellschaft München.

RIEDER, J. B. (1985): Der Einfluss steigender Düngung und steigender Nutzungshäufigkeit auf Ertrag und Qualität unterschiedlicher Grünlandbestände in Bayern – Bericht über das Versuchsvorhaben, 1-67. In: Pflanzenbauversuche in Bayern. Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (LBP/Hsg.), Freising.

VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALTEN (2015): Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung – Anpassung der Richtwerte für die Gehaltsklassen ist geboten und notwendig. Positionspapier des VDLUFA, 1-9.

VOIGTLÄNDER, G., JAKOB, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer Verlag Stuttgart.

Auswirkungen von Grünlanderneuerung und Grünlandumbruch auf N-Verluste und Erträge

M. BENKE¹, M.KAYSER², C. BUCHEN³, R. WELL³, M. HELFRICH³, A. GENSIOR³, H. FLESSA³

¹Landwirtschaftskammer Niedersachsen,
Fachbereich Grünland und Futterbau, Mars-la-Tour-Str. 13, 26121 Oldenburg

²Georg-August-Universität Göttingen,
DNPW, Abteilung Graslandwissenschaft, Außenstelle Vechta, Driverstr. 22, 49377 Vechta

³Thünen-Institut für Agrarklimaschutz, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

matthias.benke@lwk.niedersachsen.de

Einleitung und Problemstellung

In der Landwirtschaft werden regelmäßig verschiedene Verfahren der Grünlanderneuerung eingesetzt, um Erträge und Futterqualitäten zu steigern und um Schäden an der Narbe auszugleichen. Im Gegensatz dazu stellt Grünlandumbruch mit anschließender Ackernutzung eine Landnutzungsänderung dar, die oftmals aus einer Intensivierung oder Umstellung des Betriebes resultiert.

Es ist bereits bekannt, dass das Zusammenwirken von mechanischer Bodenbearbeitung und dem Absterben der Grasnarbe im Zuge der Grünlanderneuerung und des Grünlandumbruchs die Mineralisierung von organischer Bodensubstanz (N) erhöht und die Freisetzung klimarelevanter Treibhausgase fördert, so dass erhebliche Verluste in Form von N_2O und NO_3 (DAVIES *et al.*, 2001; MACDONALD *et al.*, 2010; KROL *et al.*, 2016). auftreten können. Diese Verluste sind relevant für Boden-, Grundwasser- und Klimaschutz (FLESSA *et al.*, 2012). Andererseits kann eine Erneuerung der Grünlandbestände und insbesondere eine Landnutzungsänderung unter Umständen unvermeidbar sein. Es ist daher wichtig, Verluste auf Feld-, Betriebs- und regionaler Ebene durch geeignete Managementkonzepte zu vermeiden oder zumindest einzuschränken.

Wir gingen auf der grundlegenden Feldebene von folgenden Forschungsfragen aus: (1) führen Grünlanderneuerung und Umbruch zu Acker zu einer erhöhten Belastung der Atmosphäre (N_2O), (2) besteht ein erhöhtes Risiko der Nitrat auswaschung und (3) lassen sich die Erträge erhöhen?

Hierzu wurden auf zwei Standorten in Norddeutschland Feldversuche zur Messung der N_2O und N-Dynamik angelegt und über einen Zeitraum von mehr als 2 Jahren untersucht.

Verschiedene Verfahren der Grünlanderneuerung (Nachsaat, Direktsaat, Neuansaat) wurden mit bestehendem Grünland und Umbruch mit Anbau von Mais verglichen.

Material und Methoden

Im Jahr 2013 wurden auf zwei Standorten in Nordwestdeutschland mit unterschiedlichem Humusgehalt und unterschiedlicher Grundwasserbeeinflussung, einem Plaggenesch und einem Anmoorgley, Feldversuche zu Grünlanderneuerung und -umbruch angelegt und über zwei Jahre N_2O Verluste, N_{min} Gehalte im Boden und Erträge erhoben.

Der Anmoorgley hatte im Oberboden einen C_{org} -Gehalt von 22,6% und einen Gehalt an Gesamt-N von 1,58% (C/N: 14,8), die entsprechenden Werte für den Plaggenesch betragen 2,2% C_{org} und 0,19% Gesamt-N (C/N: 14,7), die jeweiligen pH Werte lagen bei 5,8 und 5,3. Der Grundwasserstand lag beim Anmoorgley bei -0,5 bis 0 m, beim Plaggenesch dagegen bei -2,5 m im Sommer und -0,9 m in den Wintermonaten.

Die Maßnahmen zur Verbesserung und Erneuerung der Grasbestände erfolgten im September 2013, der Umbruch zu Mais jeweils im Frühjahr 2014 und 2015. Folgende Varianten wurden angelegt:

Kontrolle: langjähriges Dauergrünland (>15 Jahre), keine Erneuerung, kein Umbruch

Nachsaat: Nachsaat mit 100% Deutschem Weidelgras und Striegel

Direktsaat: chemische Abtötung der alten Narbe und Direktsaat einer Gräsermischung (53% Deutsches Weidelgras, 20% Wiesenschwingel, 17% Lieschgras und 10% Wiesenrispe)

Neuansaat: chemische Abtötung der alten Narbe, mechanische Bearbeitung mit Pflug und Fräse dann Neuansaat mit Gräsermischung.

Mais: chemische Abtötung der alten Narbe, Umbruch mit Pflug und Fräse dann Anbau von Mais.

Das Grünland wurde viermal pro Jahr geschnitten. Die Düngung erfolgte in mineralischer Form als NPK-Düngung mit einer Verteilung des N von 100/80/60/40 kg N ha⁻¹ zu Vegetationsbeginn und nach den ersten drei Schnitten. Der Mais wurde ebenfalls ausschließlich mineralisch gedüngt und erhielt insgesamt 150 kg N ha⁻¹; geerntet wurde im Oktober. Zwischen den beiden Maisanbauperioden lag der Acker über Winter brach, es erfolgte keine Untersaat.

Die N_{min}-Gehalte wurden im Oberboden (0–30 cm) durchgehend in ein- bis zweiwöchentlichen Abständen bestimmt, zusätzlich gab es eine Beprobung auf 0–90 cm jeweils im Spätherbst und zum Ausgang des Winters beider Versuchsjahre.

Die Höhe der N₂O Flüsse wurde durch wöchentliche Messungen unter Dunkelhauben auf allen Parzellen ermittelt (HUTSCHINSON und MOSIER, 1981); im Mais wurde zwischen den Reihen gemessen.

Die Erträge des Grünlandes wurden über die Beerntung einer 15 m² großen Kernparzelle bestimmt; im Mais wurden zwei Reihen jeder Parzelle geerntet. Nach Trocknung und Vermahlung wurden die Pflanzenproben mittels NIRS auf Inhaltsstoffe untersucht (VDLUFA, 2013). Die Berechnung der Energiegehalte (MJ NEL, MJ ME) erfolgte nach GFE (2008) und WEISSBACH et al. (1996).

Ergebnisse und Diskussion

Die Standorte unterschieden sich deutlich in der Höhe der N₂O-Emission. Auf dem Anmoorgley waren die N₂O-Emissionen höher als auf dem Plaggenesch. Insbesondere nach mechanischem Grünlandumbruch und anschließender Maisansaat kam es auf dem Anmoor zu hohen Verlusten an N in Form von N₂ innerhalb der ersten beiden Monate. Auf dem Grünland führten die Maßnahmen Nachsaat, Direktsaat und Neuansaat sowohl auf dem Plaggenesch als auch auf dem Anmoorgley gegenüber der unbehandelten Kontrolle nicht zu signifikant höheren N₂O-Jahresemissionen (Tab. 1). Nach Zerstörung der Narbe wie bei Direktsaat und Nachsaat traten allerdings über den Zeitraum der ersten zwei Monate gegenüber der reinen Nachsaat erhöhte N₂O-Emissionen auf. Auf dem Plaggenesch waren die N₂O-Verluste nach Umbruch zu Mais im ersten Jahr erhöht, im zweiten Jahr dagegen vergleichsweise gering. Bei einer reinen Betrachtung der vergleichbaren Maisanbauperioden zeigt sich für den Anmoorgley mit 4,37 kg N ha⁻¹ in 168 Tagen im ersten Jahr und 3,94 kg N ha⁻¹ in 172 Tagen im 2. Jahr nur ein sehr geringer Unterschied, während die N₂O-Verluste im Plaggenesch mit 2,96 kg N ha⁻¹ im ersten Jahr gegenüber den Emissionen im 2. Jahr von 0,41 kg N ha⁻¹ deutlich erhöht waren.

Tab. 1: Mittlere N₂O-Verluste im ersten Jahr (Grünland: September 2013–September 2014) und im zweiten Jahr (September 2014–September 2015); Mittelwerte, 4 Wiederholungen.

	Anmoorgley		Plaggenesch	
	1. Jahr	2. Jahr	1. Jahr	2. Jahr
	N ₂ O Fluss (kg N ha ⁻¹)			
Kontrolle	6,26	6,54	1,48	1,50
Nachsaat	7,32	6,04	1,51	1,67
Direktsaat	7,96	5,26	1,94	1,47
Neuansaat	9,88	4,33	2,47	1,70
Mais	4,45*	6,95**	3,37*	0,98**

* 197 Tage Dauergrünland + 168 Tage Maisanbauperiode

** 193 Tage Ackerbrache + 172 Tage Maisanbauperiode

Im Verlauf der wöchentlichen Messungen traten insbesondere nach der Grünlanderneuerung erhöhte N₂O-Flüsse im Zeitraum von 2 Monaten auf. Aber auch nach Niederschlagsereignissen und der N-Düngung wurden erhöhte Emissionen gemessen.

Nach Zerstörung der Grasnarbe kam es im Umbruchsjahr zu erhöhten N_{min}-Werten. Insbesondere die mechanische Bodenbearbeitung förderte die Mineralisierung von organischem N des Bodens und der darin

umgesetzten Pflanzenreste. Gerade die Kombination aus Umbruch der bestehenden Grasnarbe für den Maisanbau und der N-Düngung zur Saat führt zu zeitweilig stark erhöhten N_{\min} Werten im Oberboden.

Ein ähnliches Bild ergab die Tiefenbeprobung (0–90 cm) für residualen N_{\min} im Herbst (Abb. 1). Eine Zerstörung der Narbe wie bei der Direktsaat und der Neuansaat nach Pflug, gerade aber auch der Umbruch zum Maisanbau, führte auf beiden Standorten im ersten Jahr zu deutlich erhöhten N_{\min} -Werten (80–120 kg N ha⁻¹) gegenüber Kontrolle und Nachsaat (20–50 kg N ha⁻¹). Die erhöhten N_{\min} -Gehalte im Boden im Herbst resultieren aus N-Überschüssen aus der Düngung und der verstärkten Mineralisierung nach Umbruch. Sie verursachen das Risiko hoher NO₃-Auswaschung über Winter, insbesondere in dem Plaggeneschboden, der wegen seiner sandigen Textur nur eine geringe Wasserspeicherkapazität aufweist. Die Nitratauswaschung stellt hier daher den bedeutendsten Verlustpfad dar. SEIDEL *et al.* (2009) fanden nach mechanischer oder chemischer Grünlanderneuerung auf Sandboden im Frühherbst erhöhte NO₃-Verluste, die ebenfalls auf den ersten Winter beschränkt waren. Durch eine Verlegung der Neuansaat auf das Frühjahr ließen sich dabei die NO₃-Verluste fast vollständig vermeiden; allerdings führt dies in der Regel auch zu Einbußen beim ersten Schnitt. Dagegen besteht auf dem Anmoorgley aufgrund des hohen Grundwasserspiegels ein großes Potenzial für Denitrifikationsverluste, besonders auch in Form von N₂.

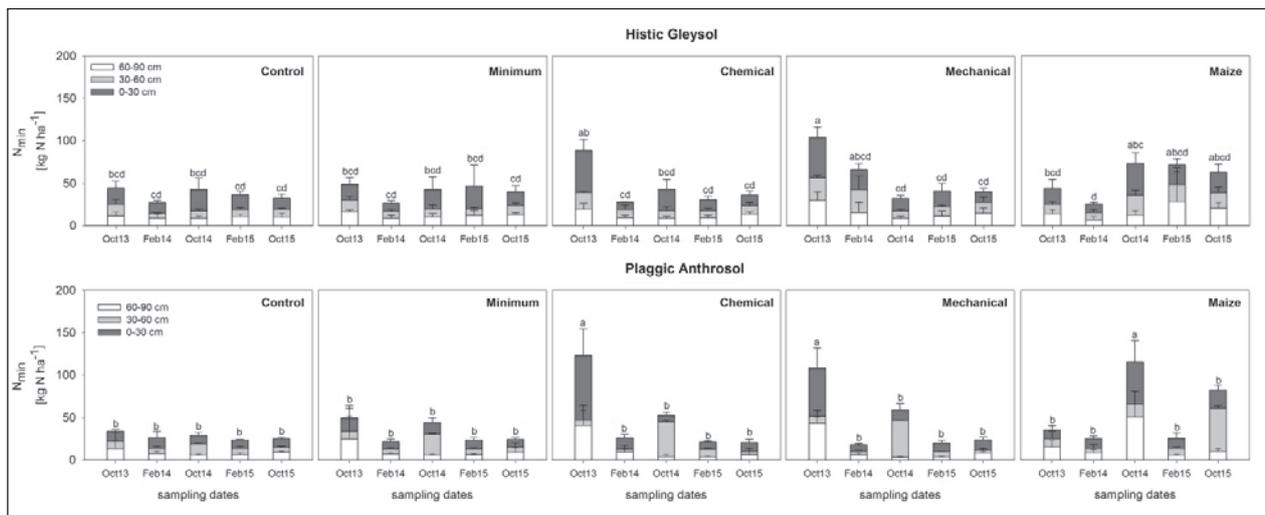


Abb. 1: N_{\min} Tiefenprofile (0-90 cm) aller Varianten für beide Standorte, gestaffelt in drei Tiefen im Herbst und Frühjahr der Untersuchungsjahre.

Die Grünlanderträge beider Jahre wurden durch Nachsaat oder Erneuerung der Narbe nicht wesentlich verbessert (Tab. 2). Durch die gute Wasserversorgung waren die Erträge auf dem Anmoorgley deutlich höher als auf dem sandigen, grundwasserfernen Plaggenesch.

Tab. 2: Trockenmasse- und N-Erträge nach Grünlanderneuerung und –umbruch auf zwei Standorten in Nordwestdeutschland.

	Anmoorgley				Plaggenesch			
	1. Jahr		2. Jahr		1. Jahr		2. Jahr	
	TM (t ha ⁻¹)	N-Ertrag (kg ha ⁻¹)	TM (t ha ⁻¹)	N-Ertrag (kg ha ⁻¹)	TM (t ha ⁻¹)	N-Ertrag (kg ha ⁻¹)	TM (t ha ⁻¹)	N-Ertrag (kg ha ⁻¹)
Kontrolle	14,2	316	12,9	330	10,2	260	9,8	260
Nachsaat	13,2	306	14,0	328	9,8	289	9,4	261
Direktsaat	15,2	329	14,0	323	7,9	207	9,7	251
Neuansaat	15,6	328	13,1	281	9,6	243	10,4	263
Mais	16,2	188	17,3	204	18,8	207	20,7	232

Für den ersten Schnitt gab es durch die Erneuerung keine Verbesserung in der Energiedichte, dagegen unterschieden sich die Ergebnisse für die beiden Jahre deutlich. Im ersten Jahr waren die Energiegehalte des 1. Aufwuchses auf dem Anmoorgley vergleichsweise niedrig und lagen für die Kontrolle bei 5,5 MJ NEL kg⁻¹ TS und für die erneuerten Bestände im Durchschnitt bei 5,9 (5,8–5,9) MJ NEL kg⁻¹ TS. Im zweiten

Jahr dagegen erreichten die Energiedichten ein deutlich höheres Niveau mit 6,4 MJ NEL kg⁻¹ TS für die Kontrolle und die Varianten Nachsaat und Direktsaat und sogar 6,7 MJ NEL kg⁻¹ TS für die Neuansaat nach Pflug. Auf dem Plaggenesch ergab sich ein ähnliches Bild mit niedrigen NEL Werten im ersten Jahr, das waren 5,2 MJ NEL kg⁻¹ TS für die Kontrolle und 5,8 MJ NEL kg⁻¹ für die verbesserten Bestände. Auch hier waren die Energiedichten im zweiten Jahr deutlich höher: 6,6 MJ NEL kg⁻¹ TS für die Kontrolle im zweiten Jahr und knapp 6,7 MJ NEL kg⁻¹ TS nach Erneuerung, wobei die verschiedenen Verfahren keinen Einfluss auf die Energiedichten hatten.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen, dass Aufwand, Folgen und Nutzen einer Grünlanderneuerung wohl abgewogen sein wollen. Massive Narbenschäden und daraus resultierende verminderte Erträge und die Gefahr von Verschmutzungen des Erntegutes lassen sich durch eine Erneuerung ausgleichen. Die ökologischen Folgen bei der Erneuerung können durch ein konsequent angepasstes Management (z.B. die Berücksichtigung der erhöhten N-Mineralisation in der Düngung) begrenzt werden.

Der Versuch bei intaktem Grünland durch Erneuerung Erträge zu steigern oder langfristig die Narbenzusammensetzung zu ändern, führt in der Regel kaum zum Erfolg. Wichtiger erscheint es hier, das Grünlandmanagement zu verbessern und anzupassen, statt Fehler durch Erneuerung ausgleichen zu wollen. Eine Landnutzungsänderung hat dagegen langfristige Folgen für den C und N Haushalt und führt zu einem erhöhten Risiko an gasförmigen N-Verlusten und der N-Auswaschung. Die Wechselwirkung von Mineralisierung, klimatischen Bedingungen und aktueller N Düngung ist dabei schwer abzuschätzen.

Abschließend lässt sich folgern, dass Grünlanderneuerung als Managementmaßnahme weiterhin möglich sein sollte und auch zu vertreten ist, aber eine Ausnahme bleiben sollte.

Literatur

DAVIES, M., SMITH, K., VINTEN, A. (2001): The mineralisation and fate of nitrogen following ploughing of grass and grass-clover swards. *Biology and Fertility of Soils* 33, 423-434.

FLESSA, H., MÜLLER, D., PLASSMANN, K., OSTERBURG, B., TECHEN, A.K., NITSCH, H., NIENBERG, H., SANDERS, J., MEYERZUHARTLA, O., BECKMANN, E., ANSPACH, V. (2012): Studie zur Vorbereitung einer effizienten und gut abgestimmten Klimaschutzpolitik für den Agrarsektor. vTI, Braunschweig.

GFE (2008): New Equations for Predicting Metabolisable Energy of Grass and Maize Products for Ruminants. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 17, 191-198.

HUTCHINSON, G., MOSIER, A. (1981): Improved soil cover method for field measurement of nitrous oxide fluxes. *Soil Science Society of America Journal* 45, 311-316.

KROL, D.J., JONES, M.B., WILLIAMS, M., RICHARDS, K.G., BOURDIN, F., LANIGAN, G.J. (2016): The effect of renovation of the long-term temperate grassland on N₂O emissions and N leaching from contrasting soils. *Science of the Total Environment* 560-561, 233-240.

MACDONALD, J., ANGERS, D., ROCHETTE, P., CHANTIGNY, M., ROYER, I., GASSER, M. (2010): Plowing a poorly drained grassland reduced soil respiration. *Soil Science Society of America Journal* 74, 2067-2076.

SEIDEL, K., KAYSER, M., MÜLLER, J., ISSELSTEIN, J. (2009): The effect of grassland renovation on soil mineral nitrogen and nitrate leaching during winter. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 172, 512-519.

VDLUFA (2013): Methodenbuch III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Darmstadt.

WEISSBACH, F., SCHMIDT, L., KUHLA, S. (1996): Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der NEL aus der umsetzbaren Energie. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 5, 117.

Einfluss der Kalkung auf Grünlanderträge in den belgischen Hoch-Ardennen

P. LUXEN und J. GENNEN

Agra-Ost asbl, Klosterstrasse, 38, B-4780 Sankt-Vith

agraost@skynet.be

Einleitung und Problemstellung

Die Wichtigkeit des pH-Wertes des Bodens wird oft unterschätzt. Der pH-Wert hat jedoch einen Einfluss auf die Bodenstruktur, die biologische Verfügbarkeit der Nährstoffe und letztendlich auch die Erträge. In der biologischen Landwirtschaft ist die Überwachung des pH-Wertes umso wichtiger, weil Leguminosen, die den atmosphärischen Stickstoff binden, sich besser bei einem angepassten pH-Wert entwickeln. Darüber hinaus hat ein angepasster pH-Wert einen positiven Einfluss auf die Mobilisierung der Stickstoffreserven des Bodens, weil die Bodenorganismen bessere Bedingungen vorfinden und schneller arbeiten.

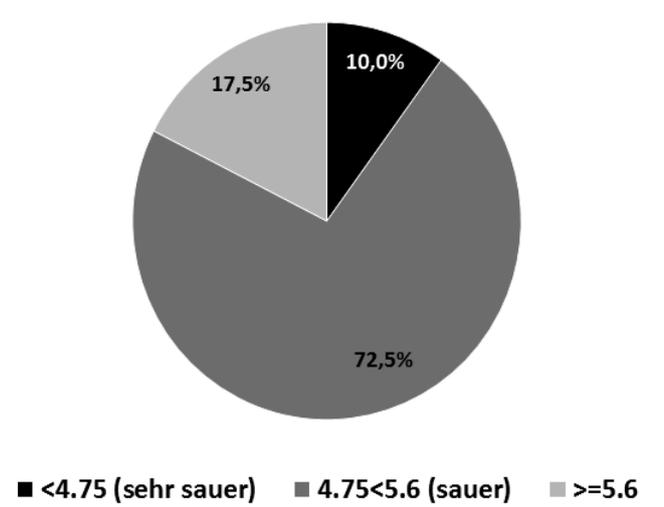
Bodenversauerung in den belgischen Hochardennen

Die Landwirtschaft in den Hoch-Ardennen ist sehr stark auf extensive Milchwirtschaft spezialisiert. Daher wird die Landwirtschaftliche Nutzfläche zu 95 % als Dauer oder Wechselgrünland bewirtschaftet.

Das Ausgangsgestein ist schieferhaltig, sauer und nährstoffarm. Die Drainierung ist gut. Die Niederschläge liegen um 1500 mm/m² und die jährliche Durchschnittstemperatur bei 6 bis 8°C. Die Höhenlage liegt zwischen 500 und 700 m über dem Meeresspiegel.

Das Ausgangsgestein in den Hoch-Ardennen ist kalkarm und 82,5 % der Böden haben einen pH_{KCl} unterhalb des Optimums, das bei 5,6 liegt (Abb. 1).

Abb. 1: pH_{KCl} Mittelwert der Grünlandstandorte (0-15 cm) in den Hoch-Ardennen (VoG REQUASUD)



Kalkungsversuche im Grünland

Die in der Darstellung 2 zusammengefassten Daten stammen von 4 Versuchsfeldern, an 3 Standorten, die alle in den Hoch-Ardennen liegen. Dargestellt werden die pH_{KCl} Werte der Parzelle in einem bestimmten Jahr, mit und ohne Kalkung, um den Effekt je nach Ausgangswert des pH zu zeigen. Die ausgebrachten Kalkmengen entsprachen 860 CaO-Einheiten/ha in Outrewarche, 400 in Nidrum und 1200 in Elsenborn. Die ausbegrachte Kalkmenge wurde je nach Bedarf der Parzelle festgelegt, ausser in Elsenborn, wo die Menge für eine einmalige Kalkung für mehrere Jahre willkürlich festgelegt wurde.

Wir stellen fest, dass der Effekt der Kalkung umso markanter ist, je tiefer der Ausgangswert des pH liegt (Abb. 2), also weit unter dem Zielwert von 5,6. Die Versuche zeigen auch, dass der pH-Wert nur langsam steigt. Dies liegt natürlich an der hohen Pufferwirkung der humusreichen Lehmböden der Hoch-Ardennen.

Der Versuch in Nidrum zeigt die Entwicklung während 2 Jahren. Wir sehen, dass der pH Wert der Kontrollparzelle von einem Jahr zum anderen weiter sinkt. Dieser Versuch zeigt außerdem, dass die Produktionssteigerung der gekalkten Parzelle, im Vergleich zur Kontrolle, von einem Jahr zum anderen schwankt. Im Anschluss vergleichen wir die Stickstoff-Düngewirkung mit und ohne Kalkung.

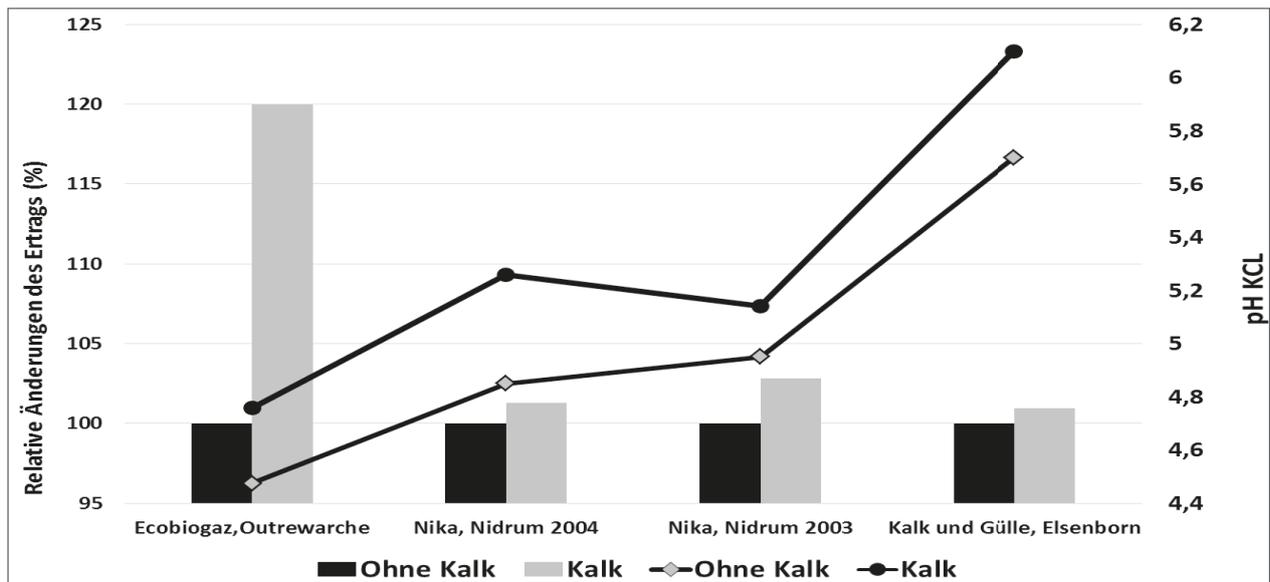


Abbildung 2: Effekt der Kalkung auf die Erträge und den pH KCL der Parzelle im Vergleich zur nicht gedüngten Kontrollparzelle.

Einfluss der Kalkung und Ascheausbringung auf die Stickstoff-Düngewirkung.

Die nun folgenden Resultate stammen vom letzten Versuch, in Outrewarche, wo die Wirkung der Kalkung am größten war. Wir haben die Erträge der Parzellen gemessen und je eine Futterprobe analysiert. So konnten wir die Stickstoffexporte bestimmen. Auf diesem Versuch haben wir mehrere Kalkungs-Varianten (Kalk, Asche oder Kombinationen) mit einer organischen Düngung kombiniert. Die Kalk und Aschemengen wurden so berechnet, dass jede Variante die gleiche Menge CaO Einheiten/ha erhielt (860 Einheiten CaO/ha). Die Stickstoffdüngung war für jede gedüngte Variante identisch: 34 m³ Gülle in 2 Gaben.

Da hier auch mit Holzasche gedüngt wurde, die neben Kalk noch andere Nährstoffe enthält, wurde eine zusätzliche Variante mit mineralischer P-K-Düngung angelegt. Hier wurde die P- und K-Gehalte der Bodenanalyse und Düngeempfehlung entsprechend angepasst. Auf dieser Variante können wir den Effekt der Stickstoffdüngung messen, wissend, dass ausreichend Phosphor und Kali für das Wachstum zur Verfügung steht.

Die agronomische Effizienz und der ertragswirksame Stickstoff-Nutzungskoeffizient berechnen sich im Vergleich zur nicht gedüngt und gekalkten Parzelle anhand folgender Formeln:

$$\text{agronomische Effizienz} = \frac{\text{Ertrag gedüngt} - \text{Ertrag Kontrolle}}{N - \text{Düngung}}$$

$$\text{ertragswirksamer N - Nutzungskoeffizient} = \frac{\text{Export gedüngt} - \text{Export Kontrolle}}{N - \text{Düngung}}$$

Tabelle 1: Vergleich der Erträge, des N-Exports, der N-Effizienz und des N-Nutzungskoeffizienten. Gezeigt werden die Durchschnittswerte der Jahreserträge (3 Schnitte) der 4 Wiederholungen.

Outrewarche	Ertrag		N-Export		N-Düngung (kg/ha)	Agronom. Effizienz (kg TM/kg N)	Stickstoffnutzungs-koeffizient (%)
	kg/ha	relativ	kg/ha	relativ			
Null-Kontrolle	5405	100%	128	100%	0	/	/
Kontrolle + Kalk	6497	120%	155	121%	0	/	/
Kontrolle + Gülle	8413	156%	200	156%	165	18	44%
Kalk + Gülle	8758	162%	206	161%	165	20	47%
Kontrolle + Asche	7226	134%	168	131%	0	/	/
Asche + Gülle	9501	176%	226	176%	165	25	59%
Kontrolle + PK mineral.	7414	137%	174	136%	0	/	/
PK mineral. + Gülle	9334	173%	220	171%	165	24	55%

Die Resultate (Tabelle 1) zeigen, dass die Kalkung die agronomische Effizienz und den Nutzungskoeffizienten der Stickstoffdüngung steigert. Das bedeutet, dass der ausgebrachte Dünger besser genutzt wird und weniger verloren geht.

Die Kalkung allein steigert die Produktion um 20 %. Die Gölledüngung allein steigert die Produktion um 56 %. Die Kombination von beidem (Kalk + Gölle) steigert die Produktion um 62 %.

Die Aschedüngung zeigt einen noch stärkeren Effekt (+ 34 %) als die Kalkung allein, weil man neben dem Kalk auch Phosphor und Kali ausbringt. Die Kombination von Asche und Gölle erbringt die höchsten Erträge (+76 %) weil die Gölle noch zusätzlich Stickstoff liefert.

Die Variante mit mineralischer P-K Düngung erbringt vergleichbare Erträge, ohne Kalkung.

Schlussfolgerungen

Kalk ist kostengünstig und steigert den Ertrag, vor allem wenn der Ausgangs pH-Wert tief liegt. Die Ertragssteigerung kann sich unter Umständen schon im gleichen Jahr finanziell bezahlt machen. Die Kosten der Kalkung liegen bei rund 90 €/ha.

Holzasche ist ein Reststoff aus der Energieerzeugung. Die Nutzung dieser Nährstoffquelle spart Geld bei der landwirtschaftlichen Düngung, da Mineraldünger eingespart werden können.

Mineralischer Phosphor und Kali steigern den Ertrag, aber bedingt durch die begrenzten Abbaugelände steigen die Preise stetig. Aus diesem Grund ist eine Nutzung alternativer Nährstoffquellen, wie Holzasche, umso interessanter, vor allem, weil mit diesen Produkten oft die gleichen Erträge erzielt werden können.

Verflüchtigungsmessungen nach Ausbringung organischer Dünger im Grünland

P. LUXEN und J. GENNEN

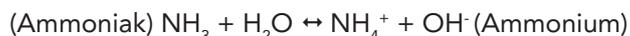
Agra-Ost asbl, Klosterstrasse, 38, B-4780 Sankt-Vith

agraost@skynet.be

Einleitung und Problemstellung

Die Reduktion der Ammoniakverluste bei der Ausbringung von Hofdünger ist eine rechtliche Verpflichtung, im Rahmen der NEC (National Emission Ceiling) vom 27. November 2002. Es wird geschätzt, dass die Landwirtschaft 93% der Ammoniakemissionen verursacht. Der Ammoniak entsteht aus Urin und Harnsäure; sie sind lösliche Stickstoff-Formen.

In wässrigen Lösungen entsteht folgendes Gleichgewicht:



Es entstehen höhere Ammoniakverluste wenn sich dieses Gleichgewicht nach links verschiebt, das heißt, wenn der NH_3 -Anteil im Vergleich zu NH_4^+ steigt. Dies führt zu einer Umwandlung von Ammonium zu Ammoniak. Eine ganze Reihe von Faktoren beeinflussen das Ammoniak-Ammonium Gleichgewicht:

1. Die Eigenschaften und Zusammensetzung der Gülle
2. Die meteorologischen Bedingungen während und nach der Ausbringung der Gülle
3. Die Bodenverhältnisse
4. Die Ausbringungstechnik

Unmittelbar nach der Güllausbringung verdampfen Gase, wie flüchtige Fettsäuren. Dies bewirkt eine Erhöhung des pH-Wertes der Gülle. Stickstoffverluste sollten nicht nur aus Gründen des Umweltschutzes, sondern auch aus wirtschaftlichen Gründen vermieden werden: der geschätzte Wert einer Stickstoffeinheit beträgt 1 € für die 2015-Kampagne (AGRA-OST, 2015a).

Um diese Messungen durchzuführen wurde, basierend auf den Arbeiten von K. Vlassak (1990) von der Katholischen Universität Löwen (ULC-Belgien) und F. Paaß (1991) von der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (Deutschland), ein eigenes Messsystem entwickelt. Im Anschluss wurden, in Zusammenarbeit mit Herrn Michaël Mathot der Katholischen Universität von Louvain-la-Neuve (UCL-Belgien), an diesem System verschiedene Verbesserungen gemacht.

Allgemeine Beschreibung des Messsystems

Die Gülle wird kurz vor Beginn der Messungen auf dem Pflanzenbestand oder Boden ausgebracht. Die Verluste werden mit einem aerodynamischen Tunnelsystem, aus verzinktem Blech, gemessen. Diese Tunnel werden direkt, mit einer Öffnung von 50 * 10 cm, auf den Boden gelegt. Ein Staubsauger erzeugt einen Luftstrom durch die Tunnel. Diese Luft wird 1,5 m über dem Boden erfasst. Die Strömungsrate dieses Luftstroms wird, mit Hilfe eines Anemometer, für jeden einzelnen Tunnel gemessen. Die Ammoniakdämpfe aus der Gülle, die auf der Oberfläche unter dem Tunnel ausgebracht wurde, vermischen sich mit diesem Luftstrom. Aus dem Luftstrom zieht eine Vakuumpumpe einen bestimmten Anteil des Luft-Ammoniak-Gemischs (ca. 20 l / min). Auch dieses Volumen wird mit Hilfe eines zertifizierten Gaszählers (EN1359-G2.5) für jeden Tunnel einzeln gemessen. Dieses Luft-Ammoniak Gemisch wird anschließend durch eine Luftwäscher-Flasche mit 100 ml Schwefelsäure geleitet, um das Ammoniak aus der Mischung aufzufangen. Um die Verflüchtigung pro Zeitintervall zu bestimmen, wird jede Stunde die Säure in der Waschflaschen ersetzt. So können über mehrere aufeinanderfolgende Stunden (6-7 Stunden) die Verluste gemessen werden. Die verschiedenen Proben werden kühl gehalten, bevor sie im Labor analysiert werden. Die Stickstoffanalyse wurde gemäß der Nessler-Methode durchgeführt (1977). Das System besteht aus 9 Tunneln und jede Variante kann in mehreren Wiederholungen (mehrere unabhängige Tunnel) gemessen werden. Die Ammoniak-Verflüchtigungen der Kontrollparzellen, wo nichts ausgebracht wurde, dienen als Referenz: so bestimmt man die Ammoniak-Konzentration der Atmosphäre zum Zeitpunkt des Versuchs. Ein Diagramm des Messsystems, die verwendete Formel zum Berechnen der Ammoniakemissionen pro Hektar und ein konkretes Beispiel wurden zuvor veröffentlicht (LUXEN P., 1994).

Ergebnisse und Diskussion

Reduktion der Verflüchtigungen durch Güllebehandlung

Die Eigenschaften und Charakteristiken der Gülle, wie der Ammoniumgehalt, pH-Wert und Feststoffgehalt, haben einen Einfluss auf das Verflüchtigungsrisiko. Seit 24 Jahre misst Agra Ost Stickstoffverluste und testet Methoden und Verfahren um diese zu reduzieren (AGRA-OST, 2010). Die Resultate dieser Messungen werden in Tabelle 1 zusammengefasst:

Tabelle 1 : Verfahren und Veränderungen der Eigenschaften der Gülle um die Verflüchtigungen bei der Ausbringung zu verringern.

Verfahren	Wirkungsweise	Gemessener Effekt bei den NH ₃ Verlusten
Belüftung	Reduktion der Bildung von flüchtigen Fettsäuren	Verringerung der Verluste, vorausgesetzt dass während der Lagerung eine Erhöhung des pH Wertes und der Temperatur vermieden wird
Zusatz von Säure	Verringerung des pH Wertes	Verringerung der Verluste, hohe Kosten, Zusatz von Nährstoffen (Schwefel) und Verätzungsgefahr während der Beimischung
Bakteriologische Zusätze	Verringerung des TM-Gehalts	Wirkung variabel, hohe Kosten die meist den Aufwand nicht rechtfertigen
Chemische Zusätze	Verzögerung der Nitrifikation (Formaldehyd)	Verringerung der Verluste, negative Auswirkung auf das Bodenleben
Mineralische Zusätze	Bindung des Ammoniums	Positiver Effekt mit Phosphor-Bicarbonat, Risiko einer Überdüngung mit Phosphor
Verdünnung mit Wasser	Verringerung des TM-Gehalts	Verringerung wenn das Ausgangsprodukt zu dickflüssig ist (ideal = 4-6%), Erhöhung des auszubringenden Volumens, geringe Kosten
Biomethanisierung	Verringerung des TM-Gehalts	Risiko signifikant erhöht, bedingt durch die Erhöhung des pH und des Ammonium-Anteils
Phasentrennung	Verringerung des TM-Gehalts	Höheres Risiko für die flüssige Phase

Verringerung der Verflüchtigungsverluste bei angepasstem Wetter

Die Ausbringung bei nass-kaltem, windstillem Wetter ist die wirksamste Weise die Verflüchtigung bei der Ausbringung zu verringern.

Während all unseren Messungen haben wir festgestellt, dass die Verluste in den ersten Stunden nach der Ausbringung am größten sind und dann abnehmen. Es ist also sehr wichtig die Arbeiten zeitlich so zu planen, dass die Wetterbedingungen während und nach der Ausbringung passen. Nach einer Ausbringung bei warmem, sonnigem Wetter gehen 80 – 90 % des Ammoniumstickstoffs in die Atmosphäre verloren. Wenn die Wetterbedingungen passen, können die Verluste auf 26 % reduziert werden. Eine Ausbringung 4-5 Stunden vor dem Regen, bzw. in Erwartung eines Regenschauers, ist also nicht die richtige Strategie. Die Ausbringung soll während des Regens erfolgen, damit man möglichst vom schnell wirkenden, mineralischen Stickstoff profitieren kann.

Die Ausbringungstechnik

Unsere Versuche zeigen, dass wenn die Wetterbedingungen nicht optimal sind, die Ausbringungstechnik die Verluste verringern kann (AGRA-OST, 2015b).

Bei der Ausbringung auf Grünland kann man das Risiko der Stickstoffverluste auf ein Minimum reduzieren, indem man den organischen Dünger mit möglichst geringem Luftkontakt auf den Boden ausbringt. Größere Tropfen und eine möglichst bodennahe Ausbringung sind bei der Ausbringung sehr wichtig (AGRA-OST, 2010). Folgende Tabelle fasst die Resultate unserer Versuche zusammen:

Tabelle 2 : Vergleich des Stickstoff-Verflüchtigungsrisikos bei der Ausbringung organischer Dünger, Kosten und Verteilgenauigkeit der verschiedenen Ausbringungssysteme.

	Verlust- risiko	Investitions- kosten	Ausbringungs- kosten	Verteil- genauigkeit	Kommentar
Prallteller nach oben	Sehr hoch	günstig	gering	Gut verteilt, aber nicht homogen über die ganze Arbeitsbreite	In B und D auf Fässern über 10 m ³ verboten
Prallteller nach unten	hoch	günstig	gering	Gut verteilt, aber nicht homogen über die ganze Arbeitsbreite	Ausreichend wenn die Wetterbedingungen passen (nass-kalt)
Schwenkverteiler	mittel	günstig	gering	gut	Weniger abhängig vom Wetter als Prallteller
Schleppschlauch-Verteiler	gering	hoch	mittel	Homogen auf die Breite, aber in Streifen	Gute Wahl bei ammoniakhaltigen Produkten und trockenem und warmem Wetter
Schleppschuh-Verteiler	gering	hoch	mittel	Homogen auf die Breite, aber in Streifen	Gute Wahl bei ammoniakhaltigen Produkten und trockenem und warmem Wetter
Scheibeninjektor	Sehr gering	hoch	hoch	Homogen auf die Breite, aber in Streifen	Verursacht Schäden an der Grasnarbe
Zinkeninjektor	Fast keine	mittel	hoch	Homogen auf die Breite, aber in Streifen	Kann nicht im Grünland eingesetzt werden

Der Schwenkverteiler ist ein sehr guter Kompromiss. Die Investitionskosten (800 €) sind für landwirtschaftliche Betriebe erschwinglich. Der Landwirt bleibt autonom und kann bei passendem Wetter selber ausbringen. Die Verteilung ist homogen und durch das geringere Gewicht wird der Boden geschont.

Die Schleppschlauchverteiler, die auf einem Rahmen hinter dem Güllefass montiert sind, sind teuer und haben ein hohes Gewicht. Ihr Gebrauch bleibt meist Maschinen-Tauschringen und Lohnunternehmen vorbehalten.

Schlussfolgerungen

Um die Nährstoffe der organischen Dünger bestmöglich zu nutzen ist eine verlustarme Ausbringung die Voraussetzung. Je nach Ausgangsprodukt, Wetterlage und verfügbarer Technik sollte jeder Landwirt seine Ausbringungsarbeiten planen. Der beste Zeitpunkt für eine Ausbringung ist meist das Ende des Winters und das frühe Frühjahr, weil hier das Wetter sehr oft passt und die Ausbringung kostengünstig und ohne Vorbehandlung erfolgen kann.

Bibliographie :

AGRA-OST (2010): Etude des pertes ammoniacales par volatilisation. Rapport de synthèse 1990 – 2008, www.agraost.be.

AGRA-OST (2015A): La valeur des engrais de ferme (2015), www.agraost.be.

AGRA-OST (2015B): Le coût d'épandage de lisier (2015), www.agraost.be.

LUXEN P. (1994): Pertes par volatilisation après épandage de lisier sur prairie permanente. Fourrages ; 140, 559-565.

NESSLER (1977): «Détermination de l'azote ammoniacal après distillation préalable», Norme belge, NBN, T91-252, Institut belge de normalisation, ASBL, 29, avenue de la Brabançonne, B 1040 Bruxelles.

PAASS F. (1991): Ammoniakemissionen nach Güllédüngung auf Grünland, Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.

VLAŠAK K. (1990): «Fixation de l'azote ammoniacal du lisier par le Kapto», Sillon belge, Laboratoire de recherches sur la fertilité et la biologie des sols, Université Catholique de Louvain.

Die Nutzung von Gülle-Gärrest im Dauergrünland

P. LUXEN und J. GENNEN

Agra-Ost asbl, Klosterstrasse, 38, B-4780 Sankt-Vith

agraost@skynet.be

Einleitung und Problemstellung

Gülle ist ein unvermeidliches Produkt der Viehhaltung. Sie wird während der Stallhaltungsperiode der Tiere produziert und kann als Substrat für die Biogaserzeugung verwendet werden. Während der anaeroben Vergärung wird die organische Substanz abgebaut. Daher sinkt der Anteil an organischer Substanz und Trockenmasse (AGRA-OST, 2010a). Der pH-Wert und der Anteil an Ammonium-Stickstoff steigen. Der Gärrest ist außerdem flüssiger und homogener, was eine einheitlichere und genauere Düngung ermöglicht (AGRA-OST, 2010a). Mit dem Anstieg des pH-Werts und des Ammonium-Anteils steigt allerdings auch das Risiko für Stickstoffverflüchtigungen, da die in der Flüssigkeit gelösten Ammonium-Ionen leichter als Ammoniak-Gas entweichen (AGRA-OST, 2010b). Dies hat zwangsläufig eine Auswirkung auf die Düngewirkung. Gülle und Gärrest eignen sich gut für die Düngung im Grünland, weil sie in mehreren kleinen Gaben übers Jahr verteilt, nach jedem Schnitt, ausgebracht werden können. Für den Landwirten sind stabile Erträge das Wichtigste überhaupt. Daher haben wir in den letzten 12 Jahren 4 Feldversuche angelegt, die es ermöglichen, die Düngewirkung von Gärrest und anderen organischen oder synthetischen Düngern zu vergleichen (AGRA-OST, 2010a, und ECOBIOGAZ).

Ergebnisse und Diskussion

Für jede Düngevariante berechnen wir die Menge Stickstoff, die über das Futter exportiert wurde. Diese Berechnung gibt uns den ertragswirksamen Nutzungskoeffizienten der Stickstoffdüngung. Anschließend versuchen wir, die Unterschiede zwischen den Düngevarianten und von Jahr zu Jahr, durch Unterschiede bei den natürlichen Umweltfaktoren, die wir nicht beherrschen, zu interpretieren. Vor allem die Niederschlagsmenge beeinflusst die Düngewirkung, weil sie das Pflanzenwachstum, die Aktivität des Bodenlebens und die Verluste durch Auswaschung direkt beeinflussen. Nicht nur die jährliche Summe der Niederschläge, sondern auch deren Verteilung über das Jahr sind ausschlaggebend. Wir beschränken uns in dieser Arbeit aber auf einen Vergleich der Summe der jährlichen Niederschläge. In den belgischen Hoch-Ardenen liegt der langjährige Durchschnitt der Summe der jährlichen Niederschläge bei 1074 mm/Jahr.

In der Tabelle 1 werden die Berechnungen des ertragswirksamen Nutzungskoeffizienten der Stickstoffdüngung im Vergleich zur Summe der jährlichen Niederschläge aufgeführt. Wir haben den kompletten Datensatz für 6 Versuchsjahre. Diese kleine Anzahl Daten reichen um eine Tendenz aufzuzeigen, sie reichen jedoch nicht, um das Ergebnis wissenschaftlich zu belegen.

Tabelle 1 : Ertragswirksamen Nutzungskoeffizient der Stickstoffdüngung der drei Düngerarten im Vergleich zur Summe der Niederschläge des betreffenden Jahres.

Jahr(e)	Niederschlag	Ertragswirksamen Nutzungskoeffizient		
		Synthetischer Stickstoff	Gärrest	Rohgülle
2015	806 mm	40 %	8 %	Keine Daten
2005	850 mm	41 %	26 %	35 %
2013 und 2014	900 mm	76 bis 94 %	63 bis 99 %	70 %
2000 und 2001	1250 mm	36 bis 45 %	45 bis 50 %	48 bis 50 %

Wir stellen fest, dass bei geringen Niederschlagsmengen der ertragswirksamen Nutzungskoeffizient der synthetischen Stickstoffdünger höher ist, als bei den organischen Düngern. Bei zu geringen Niederschlägen steigt das Risiko für Verflüchtigungen und die mineralisierende Tätigkeit der Bodenlebewesen wird gehemmt. Bei hohen Niederschlagsmengen verlieren die synthetischen Dünger mehr von ihrer Düngewirkung als die organischen Dünger. In diesem Fall gehen wir davon aus, dass die Auswaschung bei allen Varianten steigt. Der ertragswirksamen Nutzungskoeffizient erreicht sein Maximum bei einer Niederschlagsmenge von rund 900 mm/Jahr. Die Düngewirkung des Gärrests ist vergleichbar mit der Wirkung der synthetischen Dünger. Die Wirkung der Rohgülle ist geringer als die des Gärrests, was durch den höheren Anteil Ammonium-Stickstoff im Gärrest erklärt werden kann.

Mineralischer Stickstoff ist schnell verfügbar für die Pflanzen, er kann jedoch auch schneller ausgewaschen werden, wenn die Pflanzen den verfügbaren Stickstoff nicht schnell genug aufnehmen können. Die organische Düngung ist in der Wallonischen Region Belgiens auf 230 kg Gesamtstickstoff pro Hektar begrenzt. Jedoch darf mit synthetischem Dünger bis 350 kg/ha gedüngt werden. Organischer und synthetischer Dünger dürfen ebenfalls kombiniert werden.

Die Regierung der Wallonischen Region bestimmt jedes Jahr im Herbst, wenn das Wachstum der Grünland-Vegetation stoppt, einen Referenz- und einen Grenzwert für die Menge mineralischen Stickstoff im Boden (in Belgien: APL, in Deutschland: N_{\min} -Wert). Diese beiden Werte variieren von Jahr zu Jahr, je nach klimatischen Bedingungen und Pflanzenwachstum. Sie dienen als Richtwerte für die Kontrolle auf dem Feld, die nach Zufallsprinzip bei 3 % der Landwirte in gefährdeten Gebieten durchgeführt wird. Wenn der vor Ort gemessene Wert den Grenzwert übersteigt, muss der betreffende Landwirt seine Düngung anpassen und wird solange überwacht, bis die Werte 2 Jahre in Folge wieder unter dem Grenzwert liegen.

Bei dem letzten Düngeversuch haben wir 3 Jahre lang die N_{\min} -Werte, bis zu einer Bodentiefe von 90 cm, im Herbst gemessen. Die Summen der Niederschläge entsprechen den Werten 2013 bis 2015 in der Tabelle 1.

Auf jeder der Düngevarianten wurde eine ausreichende Grunddüngung (P, K, Ca) sichergestellt, um einen Nährstoffmangel und der Versauerung des Bodens vorzubeugen. Die ausgebrachten Stickstoffmengen lagen bei 230 oder 350 kg N/ha. Wir haben mit Gärrest, synthetischen Düngern oder Kombinationen von beidem gedüngt. Als zusätzliche Kontrolle haben wir eine Variante mit 350 kg N mit Gärrest angelegt, was vom Gesetzgeber nicht erlaubt ist.

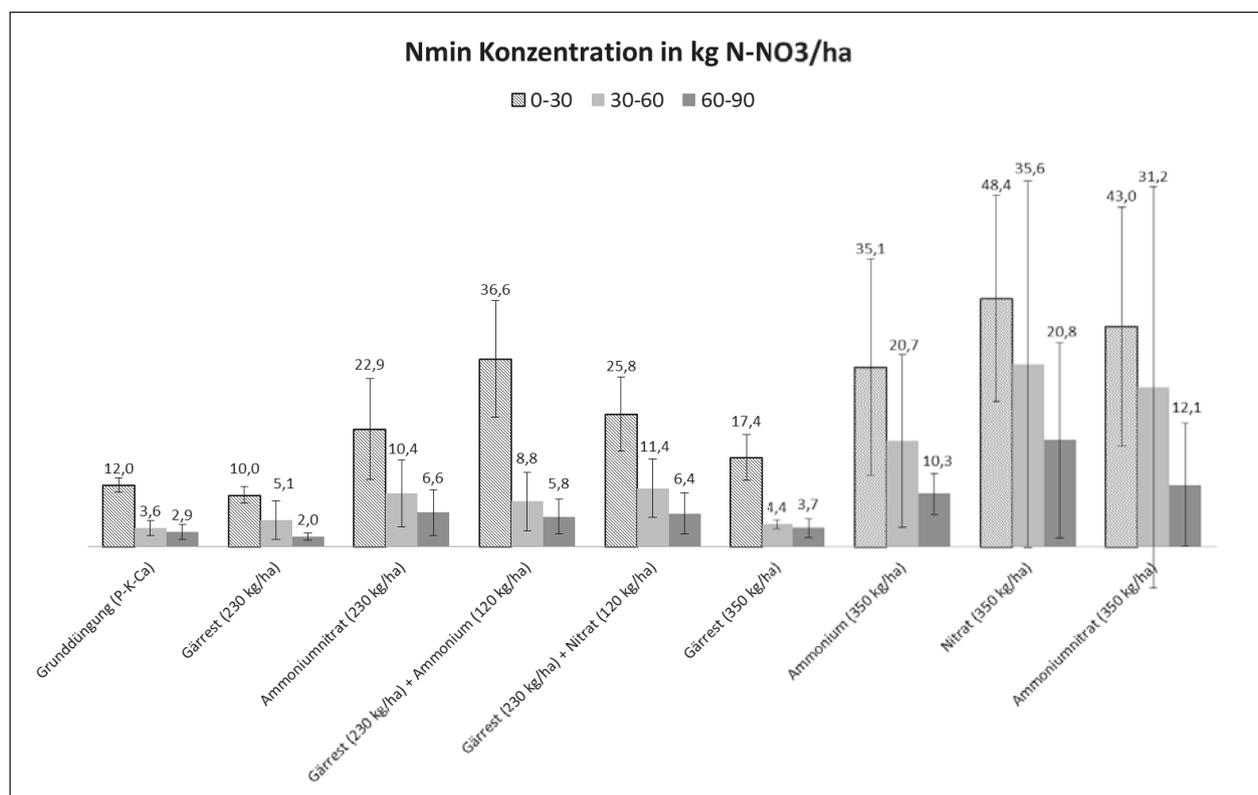


Abbildung 1 : N_{\min} -Konzentrationen (N-NO3) im Grünland bis 90 cm Bodentiefe. (Durchschnittswerte 3 Jahren und 3 unabhängige Wiederholungen mit Standardabweichung).

Die höchsten N_{\min} Werte (Nitrat) im Boden haben wir auf den Varianten mit synthetischem Dünger gemessen oder Kombinationen mit organischem und synthetischem Dünger. Darüber hinaus sind die Nitrat-Konzentrationen in den tieferen Bodenschichten auf diesen Varianten höher. Das Risiko der Nitratauswaschungen ist dementsprechend höher. Darüber hinaus sind die Standardabweichungen sehr viel größer, was durch extrem hohe Werte im Jahr 2015 zu erklären ist (bis zu 167 kg N_{NO_3} pro Hektar). Die Werte bei der Variante, die mit 350 kg N/ha Gärrest gedüngt wurde, liegen tiefer als bei einer Düngung mit 230 kg N/ha mit Ammoniumnitrat. Diese Resultate sind im krassen Widerspruch mit der geltenden Meinung und den Grundlagen der Nitratrictlinie, so dass die organischen Dünger die Qualität des Grundwassers am meisten gefährden.

Schlussfolgerungen

Gärrest ist ein guter Dünger, der auf dem landwirtschaftlichen Betrieb produziert wird. Die Düngewirkung variiert aufgrund natürlicher Parameter, die man jedoch nicht kontrollieren kann. Wenn ausreichend Niederschlag fällt, hat Gärrest eine vergleichbare Düngewirkung wie synthetische Dünger.

Der Einsatz von Gärrest wird aus Gründen des Wasserschutzes strenger begrenzt als beim synthetischen Dünger. Unser letzter Versuch zeigt jedoch eine Tendenz, dass diese Regelungen falsch und unangebracht sind.

Perspektive

In den nächsten 3 Jahren werden wir vergleichbare Versuche auf 4 zusätzlichen Standorten, mit unterschiedlichen Böden und klimatischen Verhältnissen in den 4 Ländern der Großregion (B-D-L-F) durchführen. Wir werden weiterhin unsere Daten an die zuständigen Behörden weiterleiten und so versuchen, in den 4 Ländern das falsche, negative Bild der organischen Düngung zu ändern. Diese 4 zusätzliche Standorte werden wir in der Nähe von landwirtschaftlichen Ausbildungszentren anlegen, damit diese Erkenntnisse auch in den Unterricht mit aufgenommen werden können.

Literatur

AGRA-OST (2010A) : Etude de la méthanisation du lisier en prairie. Rapport de synthèse METHAN 1 (2000-2005) et 2 (2003 à 2008) et APPETANCE (2002 à 2005)

AGRA-OST (2010B) : Etude des pertes ammoniacales par volatilisation. Rapport de synthèse 1990-2008.

ECOBIOGAZ : Interreg IV A GR-Projekt (2012-2015): Daten noch nicht veröffentlicht.

Kalium- und Phosphordüngung auf Grünland – Versuchsergebnisse von mineralischen Grünlandstandorten in Sachsen-Anhalt

B. GREINER

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt Iden

baerbel.greiner@llg.mlu.sachsen-anhalt.de

Einleitung und Problemstellung

Die Grünlandnutzung zur Futtererzeugung hat in Sachsen-Anhalt an Bedeutung verloren. Die Tierbestände gingen bei Rindern und Schafen stark zurück. Der geringe Tierbesatz führte zu einer hohen Akzeptanz von Förderprogrammen zur Grünlandnutzung mit verminderter Intensität. Grünlandflächen sind daher häufig mit Phosphor und Kalium unterversorgt. In den 1997 und 1998 angelegten Düngungsversuchen wird daher der Frage nach den Auswirkungen einer langjährig vernachlässigten Kalium- und Phosphordüngung nachgegangen und es wird untersucht, in welchen Grenzen die Phosphor- und Kaliumdüngung bei Ausschöpfung des standorttypischen Ertragspotentials variiert werden kann.

Material und Methoden

1997 wurden auf einem alluvialen Standort in der Elbaue in Iden und 1998 im Südharz in Hayn auf einem Standort mit Verwitterungsboden (Tab. 1) Phosphor-, Kalium- und Stickstoffdüngungsversuche mit je vier Düngungsvarianten und vier Wiederholungen als einfaktorielle Blockanlage angelegt.

Tabelle 1: Beschreibung der Versuchsorte

Ver- suchs- ort	Höhe über NN	Geolo- gische Herkunft	Boden- art	Jahres- nieder- schläge	Jahresmittel- temperatur	pH-Wert Versuchs- beginn	K mg/100g Boden Ver- suchsbeginn	P mg/100g Boden Ver- suchsbeginn
Iden	18	Al 1	sL	518 mm	8,6 °C	6,6	13	8,2
Hayn	441	V 5	SL	618 mm	6,5 °C	6,4	10	3,2

Neben Prüfgliedern ohne Phosphor- bzw. Kaliumdüngung und der Düngung nach einem Standardentzug von 3 g/kg TM Phosphor und 20 g/kg TM Kalium betragen die variierten Grunddüngergaben im Phosphorversuch 50 % und 150 % und im Kaliumversuch 70 % und 130 % des Entzuges. Im Stickstoffdüngungsversuch wurden Versuchsvarianten mit einer praxisüblichen, einer reduzierten und einer unterlassenen Stickstoffdüngung angelegt. In einem Prüfglied wurde neben der Stickstoffdüngung auch die Grunddüngung unterlassen. Die Düngergaben der Versuchsvarianten in den Kalium-, Phosphor- und Stickstoffdüngungsversuchen sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Die Kalium- und Phosphordüngung erfolgte zum 1. Aufwuchs. Die verwendeten Düngerarten waren KAS, 60er Kali und Triplesuperphosphat. Untersucht wurden die Ertragsleistungen und die Mineralstoffgehalte (P, K, N, Ca, Mg, Na) in der Pflanze und im Boden (Bestimmung der Bodengehaltswerte nach der DL-Methode) und die Pflanzenbestandszusammensetzung des 1. Aufwuchses (Ertragsanteilsschätzung nach KLAPP).

Tabelle 2: Jährliche Düngung der Versuchsvarianten (V) in kg/ha (E = Entzug)

V	K-Düngungsversuch						P-Düngungsversuch						N-Düngungsversuch						
	Iden			Hayn			Iden			Hayn			Iden			Hayn			
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	
1	199	E	0	213	E	0	199	0	E	211	0	E	192	Entzug	211	Entzug			
2	199	E	166	218	E	190	199	24	E	217	33	E	75	Entzug	83	Entzug			
3	199	E	115	218	E	133	199	12	E	217	17	E	0	Entzug	0	Entzug			
4	199	E	217	218	E	246	199	36	E	217	49	E	0	0	0	0	0	0	0

Ergebnisse und Diskussion

Die in der Tabelle 3 zusammengestellten Erträge zeigen das Standortpotenzial der Versuchsorte, wenn die entzogenen Nährstoffe durch eine Düngung wieder ergänzt werden. Es liegt abhängig von der Wasserversorgung des Standortes zwischen 72 und 78 dt TM/ha in Iden und zwischen 95 und 107 dt TM/ha in Hayn.

Tabelle 3: Trockenmasseerträge (dt/ha) in Düngungsversuchen mit einer Düngung nach Entzug

Ort	Versuch	1997/98-2001	2002-2006	2007-2011	2012-2015	1997/98-2015
Iden	K	75,6	75,2	92,8	61,7	77,1
	P	71,8	75,2	91,0	66,9	78,0
	N	75,5	71,2	77,6	61,5	72,2
Hayn	K	89,5	84,4	106,4	104,5	95,0
	P	108,6	92,4	113,6	108,8	105,8
	N	103,0	104,9	113,3	104,2	107,2

Ohne Kaliumdüngung reagierten die Standorte in den Kaliumdüngungsversuchen ab der zweiten bzw. dritten Versuchspentade mit statistisch gesicherten Mindererträgen (Tab. 4). Die Kaliumgehalte in der Pflanze lagen dann deutlich unterhalb 20 g/kg TM. Eine vom Entzug abweichende Kaliumdüngung führte im Versuchszeitraum nicht zu signifikanten Ertragsunterschieden. Bei einer 30 % unter dem Entzug liegenden Kaliumdüngung wurde der Kaliumgehalt von 20 g/kg TM im Versuchszeitraum nicht unterschritten. Kaliumdüngungszuschläge führten zu deutlich erhöhten Kaliumgehalten in der Pflanze.

Tabelle 4: TM-Erträge relativ zur nach Entzug gedüngten Variante und K-Gehalte in der Pflanze

Ort	V	Dünge- K/kg TM	1997/98-2001		2002-2006		2007-2011		2012-2015		1997/98-2015	
			TM- Ertrag relativ	K- Gehalt g/kg TM								
Iden	1	0	93	27	89	20	86	17	93	16	89	20
	3	15	100	31	97	26	98	25	92	27	98	27
	4	27	105	34	107	30	106	29	98	30	105	30
Hayn	1	0	95	18	84	12	82	11	89	10	84	13
	3	14	106	24	106	23	104	20	98	20	103	22
	4	25	98	23	109	31	105	26	101	26	104	28

In den Phosphordüngungsversuchen waren auf dem zum Versuchsbeginn ausreichend mit Phosphor versorgten Standort Iden zwischen den Versuchsvarianten noch keine statistisch gesicherten Ertragsunterschiede festzustellen und mit Phosphorgehalten in der Pflanze oberhalb 2,9 g/kg TM waren die Pflanzen ausreichend mit Phosphor versorgt (Tab. 5).

Tabelle 5: TM-Erträge relativ zur nach Entzug gedüngten Variante und P-Gehalte in der Pflanze

Ort	V	Dünge- P/kg TM	1997/98-2001		2002-2006		2007-2011		2012-2015		1997/98-2015	
			TM- Ertrag relativ	P- Gehalt g/ kg TM								
Iden	1	0	104	4,0	100	3,2	98	2,9	100	3,1	100	3,2
	3	1,6	103	4,0	94	3,4	89	3,7	90	3,4	94	3,5
	4	4,7	105	3,9	99	3,8	95	3,6	97	3,9	99	3,9
Hayn	1	0	85	2,8	84	2,5	80	2,1	83	1,9	83	2,3
	3	1,6	103	3,2	91	3,3	97	2,6	94	2,4	98	2,9
	4	4,4	108	3,7	103	3,9	101	3,6	105	3,3	104	3,6

Der Standort Hayn mit einem zum Versuchsbeginn niedrigen Phosphorbodengehalt reagierte auf eine unterlassene Phosphordüngung ab der 3. Versuchspentade mit statistisch gesicherten Mindererträgen. Die Phosphorgehalte in der Pflanze lagen mit 1,9 bis 2,1 g/kg TM deutlich unter den als Standardentzug festgesetzten 3 g/kg TM.

Durch eine reduzierte oder unterlassene Stickstoffdüngung gingen die Trockenmasseerträge erwartungsgemäß sofort zurück. Wenn neben der Stickstoffdüngung auch die Phosphor- und Kaliumdüngung unterlassen wurde, sanken die Erträge noch weiter ab. Gleichzeitig halbierte sich der Weißkleeertragsanteil im Pflanzenbestand (Tab. 6). Während auf dem Standort Iden mit hohem Kaliumnachlieferungsvermögen und guter Phosphorversorgung zum Versuchsbeginn die Kaliumgehalte ohne NPK-Düngung im gesamten Versuchszeitraum oberhalb 22 g/kg TM und die Phosphorgehalte oberhalb 3,5 g/kg TM lagen, fielen in Hayn die Kaliumgehalte ab der 2. Versuchspentade auf Werte unterhalb 17 g/kg TM und die Phosphorgehalte in der Pflanze in der 3. Versuchspentade unterhalb 2,6 g/kg TM.

Tabelle 6: TM-Erträge relativ zur nach Entzug gedüngten Variante und K-Gehalte in der Pflanze

Ort	V	1997/98-2001			2002-2006			2007-2011			2012-2015			1997/98-2015			
		TM-Ertrag	g/kg TM		TM-Ertrag	g/kg TM		TM-Ertrag	g/kg TM		TM-Ertrag	g/kg TM		TM-Ertrag	g/kg TM		EA% WKL
			rel.	K		P	rel.		K	P		rel.	K		P	rel.	
Iden	1	91	30	4,1	74	78	3,6	61	26	3,4	68	30	3,8	74	29	3,7	8
	3	80	29	4,1	57	25	3,7	50	26	3,7	53	28	4,1	61	27	3,9	28
	4	65	24	4,0	49	22	3,6	33	21	3,6	43	23	3,7	48	23	3,8	11
Hayn	1	77	22	3,5	82	31	4,0	79	25	3,1	80	27	2,9	80	27	3,4	6
	3	73	28	3,9	77	30	4,1	79	27	3,3	64	26	3,0	74	28	3,6	22
	4	57	24	3,6	60	16	3,4	57	14	2,5	53	15	2,3	57	17	3,0	11

Kaliumgehalte unterhalb 16 g/kg TM zum 1. Aufwuchs und unterhalb 15 g/kg TM zu den Folgeaufwüchsen zeigen in grasbetonten mit Stickstoff versorgten Pflanzenbeständen bei einer Drei- bis Vierschnittnutzung ertragswirksamen Kaliummangel an (Tab. 7). Ohne Stickstoffdüngung liegt Kaliummangel in allen Aufwüchsen unterhalb 19 bis 21 g K/kg TM vor, der zu einem deutlichen Rückgang des Weißkleeanteils im Grünlandbestand führt. In optimal mit Kalium versorgten grasreichen Beständen liegen die Kaliumgehalte im 1. Aufwuchs zwischen 22 und 35 g/kg TM und in den Folgeaufwüchsen zwischen 18 und 31 g/kg TM, in Grünlandbeständen mit höheren Kleeanteilen liegen sie zwischen 25 bis 34 g/kg TM im 1. Aufwuchs und zwischen 20 bis 30 g/kg TM in den Folgeaufwüchsen. Ab 35 bis 36 g K/kg im 1. Aufwuchs und ab 31 bis 33 g K/kg TM in den Folgeaufwüchsen liegt Luxuskonsum vor.

Tabelle 7: Kaliumgehalte in der Pflanze bei Kaliummangel, optimaler und Luxusversorgung

Ort	g K/kg TM 1. Aufwuchs			g K/kg TM Folgeaufwüchse		
	Mangel	Optimum	Luxus	Mangel	Optimum	Luxus
Iden	< 16	25...35	36	< 15	21...31	33
Iden 0N	< 21	25...34	35	< 19	20...30	31
Hayn	< 16	22...32	36	< 15	18...28	31
Hayn 0N	< 19	26...32	35	< 21	23...30	31

Phosphorgehalte unterhalb 2,4 bis 2,8 g/kg TM zum 1. Aufwuchs und unterhalb 2,0 bis 2,6 g/kg TM zu den Folgeaufwüchsen zeigen in grasbetonten mit Stickstoff versorgten Pflanzenbeständen bei einer Drei- bis Vierschnittnutzung Phosphormangel an (Tab. 8). Ohne Stickstoffdüngung liegt Phosphormangel in allen Aufwüchsen unterhalb 2,4 bis 3,0 g P/kg TM vor. In optimal mit Phosphor versorgten grasreichen Beständen liegen die Phosphorgehalte zwischen 2,4 und 3,9 g/kg TM. In Grünlandbeständen mit höheren Kleeanteilen liegen sie zwischen 3,0 bis 4,3 g P/kg TM. Ab 4,0 bis 4,3 g P/kg TM liegt Luxuskonsum vor und in den Folgeaufwüchsen kleereicher Bestände ab 4,5 bis 4,6 g P/kg TM.

Tabelle 8: Phosphorgehalte in der Pflanze bei Phosphormangel, optimaler und Luxusversorgung

Ort	g P/kg TM 1. Aufwuchs			g P/kg TM Folgeaufwüchse		
	Mangel	Optimum	Luxus	Mangel	Optimum	Luxus
I den	< 2,8	3,1...3,9	4,3	< 2,6	2,8...3,8	4,3
I den 0N	< 3,0	3,2...3,9	4,0	< 3,3	3,4...3,9	4,6
Hayn	< 1,9	2,4...3,7	4,0	< 2,0	2,5...3,8	4,1
Hayn 0N	< 2,4	3,0...4,0	4,1	< 2,5	3,2...4,3	4,5

Eine Kaliumdüngung oberhalb des Standardentzuges von 2,7 kg/dt TM führte in Iden zu einer Aufdüngung des Bodens (s. Tab. 9). Die Bodengehaltswerte der gedüngten Varianten wiesen starke jährliche Schwankungen auf. Darauf weisen die niedrigen Bestimmtheitsmaße hin. Mit einer Phosphordüngung von 0,34 bis 0,47 kg/dt TM wurde eine Aufdüngung des Bodens nicht erreicht, auch nicht auf dem zum Versuchsbeginn suboptimal mit Phosphor versorgten Standort Hayn.

Tabelle 9: K-Bilanz und K-Gehalte im Boden in K-Düngungsversuchen, P-Bilanz und P-Gehalte im Boden in P-Düngungsversuchen von 1997/98 bis 2015

Ort	V	Dünge K kg/ dt	K-Bilanz kg/ha*a	K-Gehalt mg/ 100g Boden		Regression Jahre/Boden		Dünge P kg/ dt	P-Bilanz kg/ha*a	P-Gehalt mg/100g Boden		Regression	
				97/98	2015	Koeff.	B			97/98	2015	Koeff.	B
I den	1	0	-139	13	4	-0,32	0,66	0	-25	8,2	1,4	-0,44	0,87
	4	2,7	-28	13	21	-0,03	0,00	0,47	6	8,2	7,8	-0,20	0,49
I den 0 N	5	0	-81	13	7	-0,32	0,30	0	-13	8,2	2,2	-0,32	0,69
	4	2,7	1	13	27	0,50	0,22	0,42	2	8,2	6,8	0,50	0,48
Hayn	1	0	-100	10	5	-0,14	0,28	0	-20	3,2	1,3	-0,12	0,46
	4	2,5	-25	10	8	-0,17	0,13	0,44	9	3,2	2,5	-0,11	0,00
Hayn 0 N	5	0	-102	11	7	-0,16	0,26	0	-14	4,4	1,2	-0,15	0,65
	4	2,1	-53	11	21	0,14	0,04	0,34	-2	4,4	2,6	-0,10	0,45

Durch eine unterlassene Kaliumdüngung hagerte der mit Stickstoff ausreichend versorgte Standort Iden stark aus. Auf eine unterlassene Phosphordüngung reagierte auch der zum Versuchsbeginn gut mit Phosphor versorgte Standort Iden mit einem deutlichen Rückgang der Phosphorbodengehalte in die Gehaltsklasse A. In Hayn sanken die Phosphorbodengehalte ohne Phosphordüngung von der Gehaltsklasse B ebenfalls in die Gehaltsklasse A.

Schlussfolgerungen

Eine jährliche Düngung, die sich an einem Standardentzug von 20 g K/kg TM und 3,0 g P/kg TM orientiert, ist für die Ausschöpfung des standorttypischen Ertragspotenzials ausreichend. Bei einer Drei- bis Vierschnittnutzung liegen die Kaliumgehalte in optimal versorgten Beständen zwischen 22 und 35 g/kg TM im 1. Aufwuchs und zwischen 20 und 30 g/kg TM in den Folgeaufwüchsen und die Phosphorgehalte zwischen 2,4 und 3,9 g/kg TM in grasbetonten Beständen und zwischen 3,0 und 4,3 g/kg TM in Beständen mit Weißklee. Ertragswirksamer Kaliummangel liegt in grasreichen ausreichend mit Stickstoff versorgten Beständen bei Kaliumgehalten unterhalb 15 bis 16 g/kg TM und Phosphorgehalten unterhalb 1,9 bis 2,8 g/kg TM vor. Der Weißkleeanteil geht in nicht mit Stickstoff gedüngten Beständen bei Kaliumgehalten unterhalb 19 bis 21 g/kg TM und bei Phosphorgehalten unterhalb 2,4 bis 3,3 g/kg TM stark zurück. Düngezuschläge führen zu Luxuskonsum mit Kalium und Phosphor. Durch langjährige Phosphordüngezuschläge von 50 % über dem Standardentzug wird der Boden nicht aufgedüngt, auch nicht bei zum Versuchsbeginn suboptimaler Phosphorversorgung.

Posterbeiträge

Ökologie

Alpine Sommerweiden im Wandel: Einfluss auf die Diversität und Individuendichte von Schmetterlingen (Lepidoptera)

S.J. JERRENTROP¹, S. KLIMEK¹, E. MARCHIORI², G. BITTANTE², M. RAMANZIN², E. STURARO², L. MARINI²

¹ Thünen-Institut für Biodiversität, Johann Heinrich von Thünen-Institut,
Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

² DAFNAE, Universität Padua, viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, Padua, Italien

sabrina.jerrentrup@thuenen.de

Einleitung und Problemstellung

Die Almbeweidung in den europäischen Alpen befindet sich im Wandel. Während die Sommerweiden traditionell mit Milchkühen beweidet wurden, werden die Flächen heute immer mehr zur Färsenaufzucht verwendet (ZENDRI *et al.*, 2013). Die Färsenaufzucht ist weitaus weniger zeit- und arbeitsintensiv als das Management von Milchkühen auf den Sommerweiden (BOVOLENTA *et al.*, 2009). Im Gegensatz zu den Färsen werden die Milchkühe im Stallgebäude gemolken und mit Kraftfutter zugefüttert. Durch diese Bedingungen kann ein Beweidungsgradient entstehen, der mit Entfernung zum Stall abnimmt und Grasnarbe und Vegetationszusammensetzung von alpinen Sommerweiden beeinflusst (TASSER und TAPPEINER, 2002; PAROLO *et al.*, 2011). Da die Färsen nicht zugefüttert werden, vermuten wir, dass die beiden Rindergruppen Unterschiede in Futteraufnahme und Beweidungsverhalten zeigen, welche sich letztendlich auch auf die faunistische Artenvielfalt auswirken können. Wir haben daher untersucht, inwieweit sich Diversität und Individuendichte von Schmetterlingen (Lepidoptera) auf Sommerweiden unterscheiden, die entweder von Milchkühen oder von Färsen genutzt werden.

Material und Methoden

Zu diesem Zweck wurden 16 Sommerweiden in den Alpen (Provinz Trentino, Italien) ausgewählt, die entweder von Milchkühen oder von Färsen beweidet wurden. Die Tagfaltererhebung folgte der Methodik von BALMER und EHRHARDT (2000). Als Aufnahmefläche wurde eine rechteckige Fläche von 1000 m² (25 x 40 m) aufgespannt und schlangenförmig innerhalb von 15 min abgelaufen. Dabei wurden alle Individuen aufgenommen, die sich innerhalb der Reichweite des Schmetterlingsnetzes befanden. Die Tagfaltererhebung erfolgte in zwei unterschiedlichen Entfernungen zum Stallgebäude (nah, fern) und fand an drei Terminen zwischen Anfang Juni und Ende August statt. Die Schmetterlinge wurden wie bei ÖCKINGER *et al.* (2010) in standorttreue und mobile Arten aufgeteilt.

Die statistische Auswertung erfolgte mit R (R CORE TEAM, 2015) und wurde mithilfe linearer gemischter Modelle durchgeführt. Als feste Effekte wurden die Faktoren Beweidungstier und Entfernung zum Stall sowie deren Interaktion verwendet, der Erhebungstermin wurde innerhalb des Zufallseffekts berücksichtigt. Die Modelle wurden mittels AIC schrittweise vereinfacht.

Ergebnisse und Diskussion

Insgesamt wurden auf den Sommerweiden 75 Tagfalterarten gefunden. 52 dieser Arten gehörten zu den stärker spezialisierten standorttreuen Arten, 23 Arten wurden den eher generalistischen, mobilen Schmetterlingen zugeordnet.

Bezogen auf den Gesamtartenreichtum hing der Einfluss der Entfernung zum Stallgebäude von den Beweidungstieren ab. Während es bei Färsenbeweidung keine Unterschiede gab, kamen unter Milchkuhbeweidung mehr Arten in weiterer Entfernung zum Stallgebäude vor als in dessen näherer Umgebung (Abb. 1, Tab. 1). Insgesamt wurden mehr Individuen in größerer Entfernung zum Stallgebäude aufgenommen. Die Auswertung standorttreuer Schmetterlinge ergab hohe Ähnlichkeiten zu den Ergebnissen aller Schmetterlinge zusammen. Hier trat jedoch auch bei der Individuendichte ein Interaktionseffekt auf, so dass bei den Flächen mit Milchkühen die Differenz zwischen den Entfernungsstufen stärker war als bei den Sommerweiden mit Färsen. Bei den mobilen Schmetterlingen wurden keinerlei signifikante Unterschiede gefunden.

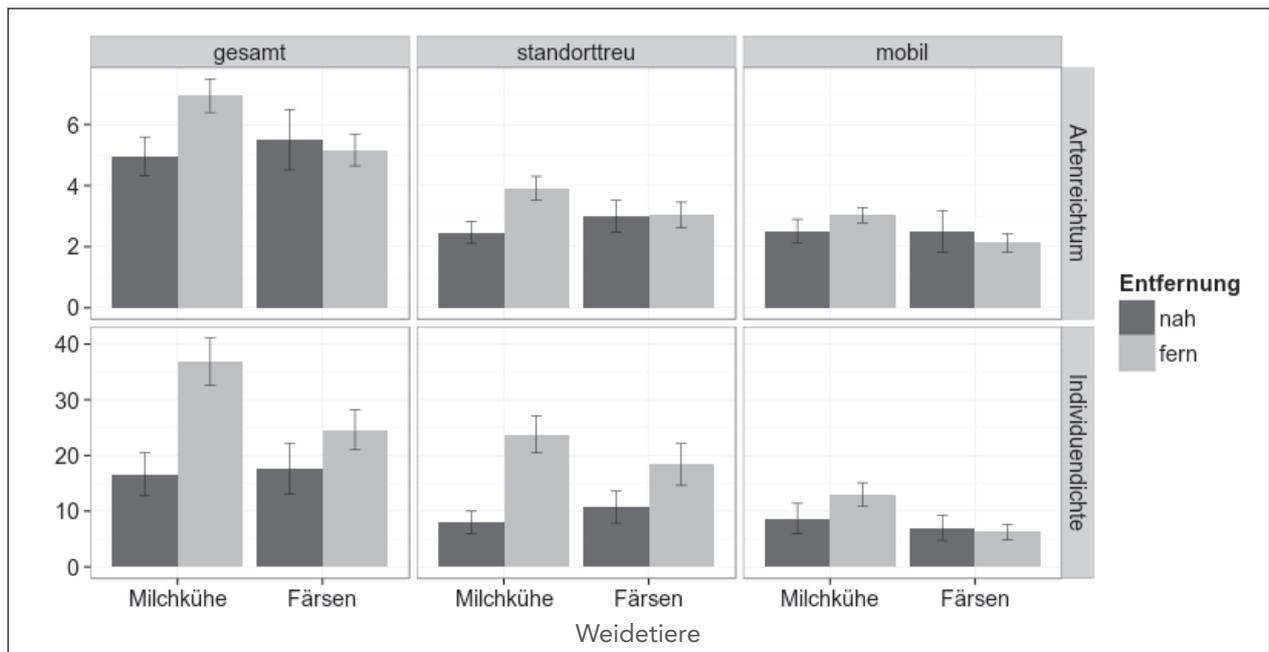


Abb. 1: Artenreichtum und Individuendichte aller Schmetterlinge („gesamt“) sowie standorttreuer und mobiler Arten in Abhängigkeit der Beweidungstiere (Milchkühe/Färsen) und der Entfernung zum Stall (nah/fern). Angegeben sind Mittelwerte und Standardfehler pro Aufnahme­fläche (1000 m²).

Tab. 1: Ergebnisse der (ggf. vereinfachten) linearen gemischten Modelle für Artenreichtum (linke Seite) und Individuendichte (rechte Seite) aller aufgenommenen Schmetterlinge, sowie zusammengefasst für standorttreue and mobile Arten.

	F-Wert	p-Wert		F-Wert	p-Wert
<i>Artenreichtum gesamt</i>			<i>Individuendichte gesamt</i>		
Achsenabschnitt	81.46	<0.001	Achsenabschnitt	47.60	<0.001
Weidetiere (W)	0.26	0.615	Weidetiere (W)	-	-
Entfernung (E)	1.91	0.178	Entfernung (E)	6.05	0.020
W x E	5.72	0.023	W x E	-	-
<i>Artenreichtum standorttreue Arten</i>			<i>Individuendichte standorttreue Arten</i>		
Achsenabschnitt	76.47	<0.001	Achsenabschnitt	36.06	<0.001
Weidetiere (W)	0.02	0.880	Weidetiere (W)	<0.01	0.982
Entfernung (E)	2.52	0.123	Entfernung (E)	2.03	0.165
W x E	6.01	0.020	W x E	4.71	0.038
<i>Artenreichtum mobile Arten</i>			<i>Individuendichte mobile Arten</i>		
Achsenabschnitt	50.31	<0.001	Achsenabschnitt	29.58	<0.001
Weidetiere (W)	0.21	0.657	Weidetiere (W)	-	-
Entfernung (E)	0.92	0.346	Entfernung (E)	2.76	0.107
W x E	2.32	0.139	W x E	-	-

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass vor allem in der traditionelleren Milchkuhbeweidung ein Beweidungsgradient entsteht, der sich auf Vielfalt und Individuendichte der Schmetterlinge auswirkt. Im Gegensatz zu den Milchkühen nutzen die Färsen die Sommerweiden weniger stark in Stallnähe, so dass hier der Unterschied zwischen den beiden Entfernungen geringer ist. Unsere Untersuchung zeigte weiterhin, dass besonders die stärker spezialisierten, standorttreuen Arten empfindlich auf die Beweidung reagieren.

Zurzeit werden Zahlungen für die Transhumanz pro Rind gewährt, weshalb diese auch heute noch eine hohe Bedeutung in der untersuchten Region besitzt. Allerdings erfolgen die Zahlungen unabhängig von möglichen beweidungsbeeinflussenden Faktoren wie der Rinderkategorie (Färsen bzw. Milchkühe), der Rasse oder der Zufütterung mit Kraftfutter. Daher werden die alpinen Sommerweiden vermehrt durch Färsen moderner Intensivtierrassen genutzt. Die Milchkühe der vielen mittlerweile intensiv wirtschaftenden Betriebe werden hingegen kaum auf die Alm gebracht, sondern ganzjährig im Tal gehalten (ZENDRI *et al.*, 2013). Wir empfehlen daher die Entwicklung von Agrarumweltmaßnahmen, die dieser Entwicklung begegnen, um die unter traditioneller Bewirtschaftung geschaffenen alpinen Grünland-Landschaften zu erhalten.

Schlussfolgerungen

Aus unseren Ergebnissen lässt sich schliessen, dass die beiden Rindergruppen Sommerweiden unterschiedlich nutzen, was sich auch auf die faunistische Diversität auswirkt. Um traditionell genutzte Sommerweiden mit ihrer charakteristischen Artenausstattung bestehend aus vielen standorttreuen und spezialisierten Schmetterlingen zu erhalten, sollte daher besonders der Almauftrieb von Milchkühen gezielt durch Agrarumweltmaßnahmen gefördert werden.

Literatur

- BALMER, O. UND EHRHARDT, A. (2000): Consequences of succession on extensively grazed grasslands for Central European butterfly communities: rethinking conservation practices. *Conservation Biology* 14, 746-757.
- BOVOLENTA, S., CORAZZIN, M., SACCA, E., GASPERI, F., BIASIOLI, F., VENTURA, W. (2009): Performance and cheese quality of Brown cows grazing on mountain pasture fed two different levels of supplementation. *Livestock Science* 124, 58-65.
- ÖCKINGER, E., SCHWEIGER, O., CRIST, T.O., DEBINSKI, D.M., KRAUSS, J., KUUSSAARI, M., PETERSEN, J.D., PÖYRY, J., SETTELE, J., SUMMERVILLE, K.S. (2010): Life-history traits predict species responses to habitat area and isolation: a cross-continental synthesis. *Ecology letters* 13, 969-979.
- PAROLO, G., ABELI, T., GUSMEROLI, F., ROSSI, G. (2011): Large-scale heterogeneous cattle grazing affects plant diversity and forage value of Alpine species-rich *Nardus* pastures. *Grass and Forage Science* 66, 541-550.
- R CORE TEAM (2015): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- TASSER, E., TAPPEINER, U., (2002): Impact of land use changes on mountain vegetation. *Applied Vegetation Science* 5, 173-184.
- ZENDRI, F., STURARO, E., RAMANZIN, M. (2013): Highland summer pastures play a fundamental role for dairy systems in an Italian alpine region. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 78, 295-299.

Einfluss des Baumbestands, der Bodeneigenschaften und der Flächennutzung auf die Diversität und Heterogenität der Grünlandvegetation in Streuobstgrünland

H. PAESEL, A. SCHMITZ, J. ISSELSTEIN

Abteilung Graslandwissenschaft, Georg-August-Universität Göttingen,
Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen, Deutschland/Germany

hk.paesel@yahoo.com

Einleitung und Problemstellung

Streuobstwiesen gelten als artenreiches Grünland von hohem Naturwert, das in seinem Bestand durch landwirtschaftliche Intensivierung und Nutzungsaufgabe stark bedroht ist (HERZOG 1998). Dennoch ist die Vegetation auf Streuobstgrünland, insbesondere ihre kleinräumige Strukturierung und Artenvielfalt, bislang nur in geringem Umfang wissenschaftlich untersucht worden. Es wird angenommen, dass die Strukturierung der Fläche durch die Bäume, damit verbundene ökologische Gradienten sowie eine extensive Flächennutzung wichtige Faktoren für Artenreichtum im Streuobstgrünland sind (GARBARINO & BERGMEIER 2014, HERZOG 1998), doch welche Faktoren in welchem Maße die Ausprägung der Vegetation auf Streuobstwiesen beeinflussen, ist noch unzureichend geklärt.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Grünlandvegetation auf Streuobstwiesen im Landkreis Göttingen untersucht. Der Schwerpunkt lag auf dem Einfluss des Baumbestands, der Bodennährstoffverfügbarkeit sowie der Flächennutzung (beweidet vs. unbeweidet) auf die Diversität und Heterogenität der Grasnarbe.

Material und Methoden

Im Frühling 2015 wurden insgesamt 32 Streuobstflächen im Landkreis Göttingen beprobt. Auf jeder Fläche wurde ein Untersuchungsbereich von etwa 1200 m² Größe festgelegt, in dem in 9 * 1 m² Plots alle Pflanzenarten und Hauptbestandbildner (Ertragsanteilschätzung in 5%-Schritten) erfasst wurden. Jeweils 3 Plots befanden sich direkt unter einer Baumkrone (B), 3 im als Ecotone bezeichneten Übergangsbereich zwischen Krone und Offenland (E) und 3 im Offenland (O). Ausgehend vom Baumstamm der ausgewählten Bäume waren die Plots auf einem Transekt in südwestliche Richtung angelegt. Weitere im Untersuchungsbereich vorkommende Arten wurden entlang von zwei zusätzlichen Transekten (2 x 10 m) erfasst. Eine gemischte Bodenprobe der Offenlandplots (0-10 cm, pH, P, K) lieferte allgemeine Informationen zur Nährstoffverfügbarkeit der jeweiligen Untersuchungsfläche.

Die Datenanalyse erfolgte in R über die verallgemeinerte Kleinstquadratmethode (GLS) und gemischte lineare Modelle (LME). Dabei wurde der Einfluss von baumbezogenen, bodenbezogenen und nutzungsbezogenen erklärenden Variablen auf unterschiedliche Indikatorvariablen für Diversität und Heterogenität (= Zielvariablen) getestet. Diese umfassten die Gesamtartenzahl und die Anzahl der High Nature Value (HNV)-Arten (jeweils pro Fläche und pro Plot), die Anteile der Hauptbestandbilder, Kräuter und Leguminosen und die Ausprägung der CSR-Strategietypen nach Grime (pro Plot) sowie die β -Diversität (β_w und Jaccard-Index) als Indiz für die Vegetationsheterogenität. Die Modellreduktion erfolgte in Anlehnung an Zuur *et al.* (2009) auf Basis des Akaike-Informationskriteriums (AIC). Alle nicht signifikanten Variablen ($p > 0,05$) und nur knapp signifikanten Interaktionen wurden aus dem Modell entfernt, sofern sie nicht zu einem deutlichen Anstieg des AIC führten. Die im finalen Modell verbleibenden kategorialen Variablen wurden einem posthoc Mittelwertvergleich (nach Tukey) unterzogen.

Ergebnisse und Diskussion

Insgesamt zeigte die Untersuchung einen im Vergleich zum allgemeinen Wirtschaftsgrünland beachtlichen Artenreichtum auf den untersuchten Flächen, der in der Größenordnung mit dem beobachteten Artenreichtum anderer Streuobstgrünlanduntersuchungen vergleichbar ist (vgl. z.B. HERZOG 1998). Dennoch bestanden große Unterschiede zwischen den einzelnen Flächen hinsichtlich der Ausprägung der untersuchten Diversitätsmaße. Außerdem waren die einzelnen Plots zumeist stark von den vier Hauptbestandbildnern (meist Gräsern) dominiert und C- und R-Strategen waren stärker vertreten als S-Strategen. Es konnte nachgewiesen werden, dass Artenvielfalt, Vegetationszusammensetzung und Vegeta-

tionsheterogenität signifikanten Einflüssen von Baumbestand, Bodeneigenschaften und Flächennutzung unterlagen.

Signifikante Unterschiede bestanden in erster Linie zwischen Baumkronenplots und Ecotone-/Offenlandplots. Die Baumkronenplots waren signifikant artenärmer, stärker von Hauptbestandsbildnern und Konkurrenzstrategen dominiert sowie zum Teil ärmer an Stresstoleranz- und Ruderalstrategen [Abb. 1 A und B]. Als erklärende Faktoren für die geringere Artenvielfalt unter der Baumkrone sind der Beschattungseffekt und eine Übernutzung der beschatteten Bereiche durch Weidetiere in Betracht zu ziehen (GRIME 2001, MARAÑÓN 1986, MARAÑÓN *et al.* 2009, SCHOLES & ARCHER 1997). Zudem ist im Baumbereich unter der Krone von höheren Nährstoffkonzentrationen durch Kot- und Urinabsatz der Weidetiere auszugehen. SCHMIEDGEN *et al.* (2016) konnten unter der Baumkrone deutlich erhöhte Nährstoffkonzentrationen nachweisen und mit geringerer Artenvielfalt im Kronenbereich in Verbindung bringen.

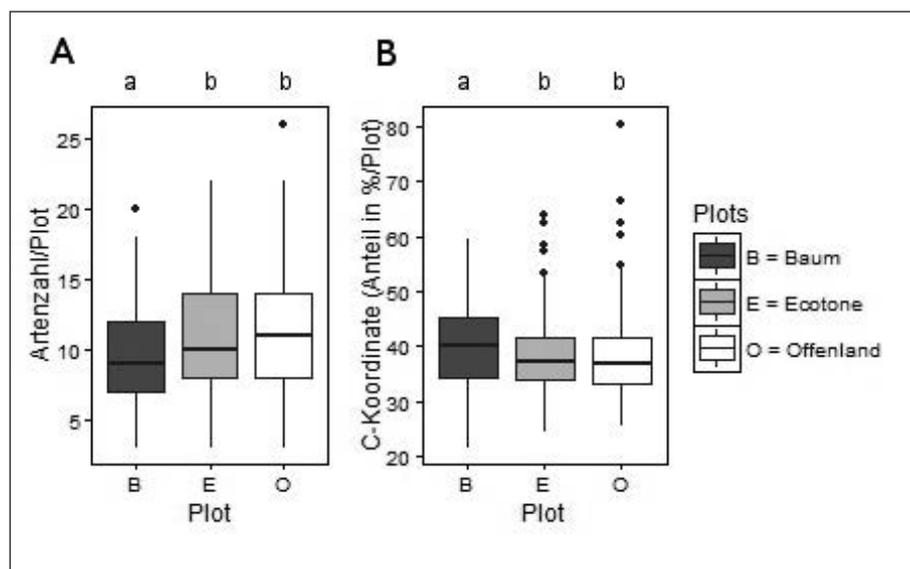


Abb. 1: Unterschiede zwischen den Plots in Bezug auf A) Artenzahl in B) Ausprägung der C-Koordinate

Eine Sonderstellung des Ecotones, wie sie in einigen Untersuchungen in mediterran geprägten Hutewäldern beobachtet wurde (MARAÑÓN 1986, LÓPEZ-CARRASCO *et al.* 2015), konnte nicht nachgewiesen werden. Ebenso wenig zeigten sich plotbezogene Unterschiede im Anteil der Gräser bzw. Kräuter und Leguminosen. Obwohl signifikante Unterschiede hinsichtlich der Ausprägung der CSR-Strategietypen zwischen den einzelnen Plots festgestellt wurden, waren diese Effekte von eher geringer Größenordnung [Abb. 1 B]. Vermutlich sind die äußeren Rahmenbedingungen ein entscheidender erklärender Faktor. Es ist davon auszugehen, dass extremere äußere Bedingungen wie ein warmes, trockenes Klima und ein geringes Nährstoffniveau den Kontrast zwischen baumnahen und baumfernen Bereichen einer Fläche verstärken (MARAÑÓN *et al.* 2009, SCHOLES & ARCHER 1997). Im warmen, trockenen Klima kann das Ecotone als Bereich mit den am wenigsten extremen Bedingungen den Pflanzen zudem besonders günstige Entwicklungsmöglichkeiten bieten (LÓPEZ-CARRASCO 2015). In den gemäßigten Klimaten der mittleren Breiten sind diese Aspekte hingegen von weniger großer Bedeutung, sodass die Unterschiede zwischen den verschiedenen Bereichen einer Fläche weniger ausgeprägt sind und die Artenvielfalt im Ecotone nicht höher ist als im Offenland.

Die Nährstoffverfügbarkeiten der Untersuchungsflächen, welche gemessen an den Düngeempfehlungen für landwirtschaftliche Nutzflächen ein durchschnittlich mittleres bis oberes Niveau erreichten, zeigten deutliche Effekte auf die Artenvielfalt. Mit einer Erhöhung des Phosphorgehaltes war in der Regel eine Abnahme der Artenzahlen pro Fläche feststellbar. Niedrige Phosphorgehalte waren zwar kein Garant für einen hohen Artenreichtum, doch die höchsten Artenzahlen traten bei sehr niedrigen Phosphorgehalten (<5 mg P / 100 g Boden) auf. Ebenfalls ließ sich ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen dem Kaliumgehalt und der Anzahl HNV-Arten nachweisen. Die höchsten HNV-Artenzahlen traten bei moderaten Kaliumgehalten auf, ab einem Kaliumgehalt von 20 mg Kalium/ 100 g Boden war jedoch eine Reduzierung der Artenzahlen zu beobachten. Damit bestätigen die vorliegenden Ergebnisse sehr klar bisherige Forschungsergebnisse hinsichtlich der Auswirkungen von Kalium und Phosphor auf den Artenreichtum von Grünlandflächen (JANSSENS *et al.* 1998).

Deutliche Effekte zeigte zudem der pH-Wert der Flächen. Die Bodenreaktion korrelierte bis zu einem pH-Wert von etwa 6,5 positiv mit dem Artenreichtum, der Anzahl HNV-Arten und dem Anteil Kräuter

und Leguminosen sowie negativ mit dem Anteil Hauptbestandsbildner. Auch diese Ergebnisse stehen im Einklang mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen (JANSSENS *et al.* 1998, PÄRTEL *et al.* 2002, ROEM & BERENDSE 2000). Die beiden artenreichsten Flächen wiesen einen pH-Wert von 6,85 bzw. 6,0 auf. Da der pH-Wert stark mit der räumlichen Lage der Untersuchungsflächen korrelierte, sollte sein Effekt jedoch nicht überbewertet werden, denn es kann davon ausgegangen werden, dass auch noch weitere räumlich bedingte Faktoren eine Rolle spielten.

Beweidung wirkte sich signifikant positiv auf den Anteil der C-Strategen und negativ auf den Anteil der S-Strategen aus. Die beobachteten Unterschiede im Anteil der CSR-Strategietypen zwischen beweideten und unbeweideten Flächen werden in der Literatur nicht bestätigt und sind vermutlich stärker auf die äußeren Bedingungen und die Art der Beweidung zurückzuführen als auf eine Beweidung als solche. Die überwiegend nährstoffreichen untersuchten Streuobstwiesen wurden meist erst ab Ende Mai/Juni für mehrere Wochen unter eher geringer Besatzdichte beweidet. So konnten sich bis zum Weidebeginn schon konkurrenzstarke Arten stark ausbreiten und wurden später vom Weidetier vermutlich nur zögerlich abgefressen, da die Zellwände bereits stärker lignifiziert waren.

Obwohl ein hoher Anteil an C-Strategen häufig mit einem geringeren Artenreichtum verbunden ist (GRIME 2001), bestand zwischen beweideten und nicht beweideten Flächen kein signifikanter Unterschied im Gesamtartenreichtum. Auch eine Zunahme der Vegetationsheterogenität bei Beweidung konnte nicht festgestellt werden. Ein Aufdecken entsprechender Effekte wurde womöglich durch die Praxisbedingungen der Untersuchungen erschwert, indem die beiden Vergleichsgruppen „Beweidete Flächen“ vs. „Unbeweidete Flächen“ in sich sehr inhomogen waren.

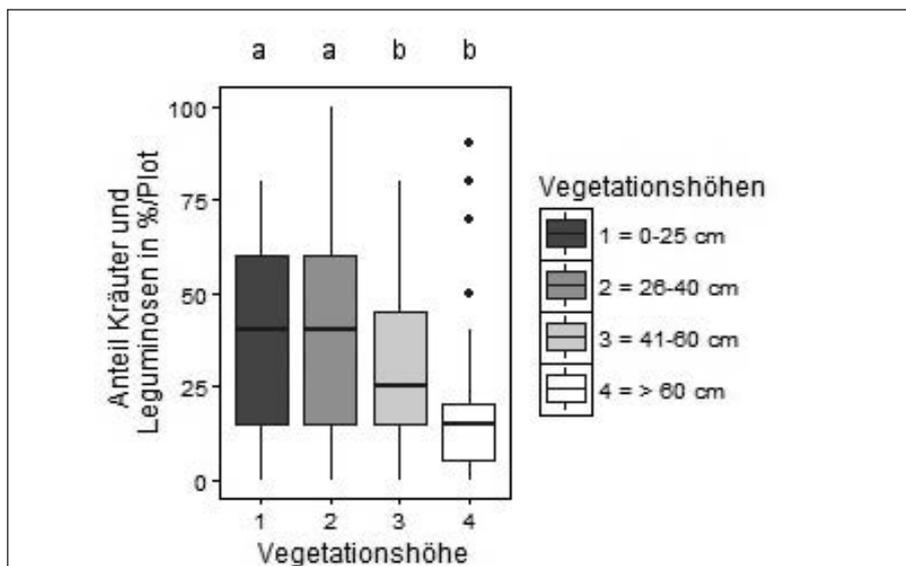


Abb. 2: Anteil der Kräuter und Leguminosen in Abhängigkeit von der Vegetationshöhe

Sehr deutliche Effekte auf eine Vielzahl von Responsevariablen zeigte die Vegetationshöhe. Plots mit höherer Grasnarbe waren beispielsweise signifikant ärmer an HNV-Arten, Kräutern und Leguminosen sowie Stresstoleranz- und Ruderalstrategen [Abb. 2]. Hohe Vegetationshöhen können als Zeichen für eine hohe Nährstoffverfügbarkeit und/oder eine geringe Störungsintensität interpretiert werden. Auf den untersuchten Flächen waren tendenziell beide Aspekte relevant. Die Ergebnisse bestätigen BRIEMLE (1994), demzufolge eine Verzögerung der ersten Nutzung ohne vorherige Aushagerung auf vormals intensiv bewirtschaftetem Grünland zu einer Dominanz von Obergräsern und einer Unterdrückung von buntblühenden Kräutern und Leguminosen führt. Wird die Vegetationshöhe ebenfalls als Indiz für die Biomasse gewertet, bestätigen die Ergebnisse auch die „Intermediate disturbance“-Hypothese (GRIME 2001), gemäß der bei ausbleibenden Stress- und Störfaktoren wenige konkurrenzkräftige Pflanzen die Dominanz erlangen und andere Pflanzen in ihrem Wachstum und in ihrer Regeneration unterdrücken.

Schlussfolgerungen

Die gewonnenen Erkenntnisse legen im Kontext mit der Literatur verschiedene Maßnahmen nahe, um die Artenvielfalt und Vegetationsheterogenität auf den untersuchten Streuobstwiesen zu erhalten und zu steigern. Auf den nährstoffreichen Flächen sollte eine Aushagerung an erster Stelle stehen. Ebenso wich-

tig ist eine frühzeitige erste Nutzung dieser Flächen, um zu verhindern, dass sich konkurrenzstarke Arten ausbreiten und die Vegetation durch ihr Alter für das Weidetier an Attraktivität verliert. Beweidung an sich ist kein Garant, um die kleinräumige Heterogenität einer Fläche zu erhöhen, sondern bedarf einer entsprechenden Planung. Zudem könnte eine bessere Pflege der Baumkronen den Kontrast zwischen baumbestanden Mikrohabitaten und Mikrohabitaten außerhalb des Baumeinflusses verstärken und auf diesem Weg die durch den Baumbestand induzierte kleinräumige Vegetationsheterogenität weiter erhöhen.

Literatur

- BRIEMLE (1994): Extensivierung einer Fettwiese und deren Auswirkung auf die Vegetation. Ergebnisse eines Freilandversuchs. Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 68/69: 109–133.
- GARBARINO, M. & BERGMEIER, E. (2014): Plant and vegetation diversity in European wood-pastures. In: Hartel T, & Plieninger T. (Hg.) European Wood-pastures in Transition. Routledge, New York: 113-131.
- GRIME, J.P. (2001): Plant Strategies, Vegetation processes and Ecosystem Properties. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- HERZOG, E. (1998): Streuobst: a traditional agroforestry system as a model for agroforestry development in temperate Europa. Agroforestry Systems 42:61-80.
- JANSSENS, F., PEETERS, A., TALLOWIN, J.R.B., BAKKER, J.P., BEKKER, R.M., FILLAT, F. & M.J.M. (1998): Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. Plant and Soil 202: 69–78.
- LÓPEZ-CARRASCO, C., LÓPEZ-SÁNCHEZ, A., SAN MIGUEL, A., ROIG, S. (2015): The effect of tree cover on the biomass and diversity of the herbaceous layer in a Mediterranean dehesas. Grass and Forage Science 70: 639–650.
- MARAÑÓN, T., PUGNAIRE, F.I., CALLAWAY, R.M. (2009): Mediterranean-climate oak savannas: the interplay between abiotic environment and species interactions: Web Ecology 9: 30–43.
- MARAÑÓN, T. (1986): Plant species richness and canopy effect in the savanna-like „dehesa“ of S.W. Spain. Ecologia Mediterranea 12: 131–141.
- PÄRTEL, M. (2002): Local plant diversity patterns and evolutionary history at the regional scale. Ecology 83: 2361–2366.
- ROEM, W.J. & BERENDSE, F. (2000): Soil acidity and nutrient supply ratio as possible factors determining changes in plant species diversity in grassland and heathland communities. Biological Conservation 92: 151–161.
- SCHMIEDGEN, A., SCHMITZ, A., LÓPEZ-SÁNCHEZ, A., ROIG, S., ISSELSTEIN, J. (IN DRUCK): Tree-livestock interaction promotes nutrient shift and influences plant species richness in orchards. Grassland Science in Europe 21.
- SCHOLES, R.J., ARCHER, S.R. (1997): Tree-grass interactions in Savannas. Annual Review of Ecology and Systematics 28: 517–544.
- ZUUR, A. F., IENO, E. N., WALKER, N. J., SAVELIEV, A. A., SMITH, G. M. (2009): Mixed effects models and extensions in ecology with R. New York: Springer.

Einfluss von Exkrementstellen auf die Biomasseproduktivität sowie die Selektivität von Weidetieren bei extensiver Beweidung

T. SCHEILE, J. ISSELSTEIN, B. TONN

Goerg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung
Graslandwissenschaft, von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

thorsten.scheile@agr.uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Weidetiere nehmen einen großen Teil des Biomasseaufwuchses auf (LEMAIRE *et al.*, 2009) und führen größtenteils die mit der Biomasse aufgenommenen Nährstoffe durch Dung und Urin wieder der Fläche zu (ROTZ *et al.*, 2005). Die quantitative Aufteilung der Nährstoffe in Dung und Urin kann den Nährstoffkreislauf und die Produktivität der Flächen beeinflussen (WHITE-LEECH *et al.* 2013). Abgesehen vom Einfluss auf die Biomasseproduktivität besitzen von den abgesetzten Exkrementen besonders die Dungstellen einen Einfluss auf die Selektivität der Weidetiere (FORBES UND HODGSON, 1985). Um die Interaktion zwischen der Exkrementstelle, der Pflanze und der Tierart zu untersuchen wurde ein zweifaktorielles Experiment mit Kühen und Schafen, welche auf grasdominierten und diversen Flächen weideten, durchgeführt. Über zwei Beobachtungszeiträume im Sommer 2014 und Frühling 2015, wurden die Hypothese überprüft, dass unterschiedliche Exkrementstellen von unterschiedlichen Weidetieren sich in ihrem Effekt auf die Biomasseproduktivität innerhalb der nächsten Weideperiode unterscheiden, sowie dass sich unterschiedliche Weidetiere in der Futteraufnahme an den Exkrementstellen unterscheiden.

Material und Methoden

Das Experiment wurde 2014 und 2015 auf einem 2002 angelegten Weideversuch am Rande des Solling (N:51°46'47", O:9°42'11") auf dem Versuchsgut Relliehausen der Georg-August-Universität Göttingen durchgeführt. Versuchsfaktoren auf Parzellenebene waren Weidetier- und Grasnarbentyp. Um zwei unterschiedliche Grasnarbentypen zu erhalten wurde eine Hälfte der 12 Parzellen (je 0,5 ha) mit Herbiziden behandelt (zuletzt 2012), sodass hauptsächlich monokotyle Pflanzen vorherrschend waren (grasdominierter Grasnarbentyp), wobei die andere Hälfte unbehandelt blieb (diverser Grasnarbentyp). Die moderat artenreiche Fläche kann dem *Lolio-Cynosuretum* zugeordnet werden. Kühe der Rasse Deutsche Simmental und Schafe der Rasse Schwarzköpfige Fleischschafe wurden zur Beweidung genutzt. Die Parzellen wurden, aufgeteilt in 3 Blöcke als Umtriebsweide, dreimal je Jahr beweidet. Der Tierbesatz basierte auf dem metabolischen Körpergewicht und der daraus errechneten theoretischen Trockenmasseaufnahme, sodass sich bei den Kühen eine Besatzdichte von $6,27 \pm 0,51$ und bei den Schafen von $4,24 \pm 0,29$ GV ha⁻¹ ergaben (Mittelwert \pm Standardabweichung, GV = Großvieheinheit von 500 kg).

In der ersten (14.05.-13.06.2014) sowie dritten Rotation (29.09.-27.10.) im Jahr 2014 wurden Exkrementstellen markiert. Nach dem Exkrementabsatz in der ersten Rotation wurden die Parzellen wieder in der zweiten Rotation beweidet (17.06.-11.07). Nach dem Exkrementabsatz in der dritten Rotation wurden die Parzellen in der ersten Rotation 2015 erneut beweidet (11.05.-09.06.2015). Von den abgesetzten Exkrementstellen wurden je Block nach dem Auftrieb pro Parzelle jeweils drei Triplets, bestehend aus einer Urin-, einer Kot- sowie einer Kontrollstelle (die unterschiedlichen Patchtypen) in situ markiert. Die Urinpatches wurden durch Tierbeobachtung festgestellt. Entsprechend der Vegetationszusammensetzung und der Grasnarbenhöhe an den Urinpatches wurden die Kot- sowie Kontrollpatches zugeordnet ausgewählt. Um jeden ausgewählten Patch wurde eine Auszäunung aufgestellt, sodass den Tieren ein Fressen auch innerhalb der Auszäunungen möglich war, eine weitere Kontamination mit Exkrementen jedoch vermieden werden konnte. Diese Auszäunung bestand aus vier Plastikpfählen, um welche eine Litze gespannt wurde. Sie umfasste eine Fläche von $1,0 \times 1,0$ m² bei Kühen und $0,5 \times 0,5$ m² bei Schafen. Unmittelbar vor der nächsten Rotation wurde eine Hälfte jedes Patches mit einer Elektroschere bis auf Stoppelhöhe beerntet und der Trockenmasseertrag bestimmt. Die andere Hälfte wurde nach dem Ende der Rotation beerntet, was zu den folgenden Zielvariablen führt: Biomasseproduktivität innerhalb der unterschiedlichen Beobachtungszeiträume (Ernte vor der Beweidung), Verbiss der Tiere (Differenz zwischen zweiter und erster Ernte) und dem Weiderest (zweite Ernte).

Die Daten für beide Beobachtungszeiträume (Sommer und Winter) wurden gemeinsam ausgewertet. Der Einfluss der Patchtypen, der Beobachtungszeiträume, der Grasnarbentypen und der Tierarten (sowie de-

ren Interaktionen) auf die Zielvariablen wurden als feste Faktoren mit gemischten Modellen untersucht. Block, Parzelle und Tripletts wurden als genestete zufällige Faktoren in den Modellen angewendet. Die Varianzhomogenität wurde einzeln durch die Anpassung der Varianzstruktur für jedes Modell erreicht.

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm R Statistik (R CORE TEAM, 2015) und dem Package nlme (PINHEIRO *et al.*, 2015) durchgeführt. Für die zusätzliche Ausführung paarweiser Mittelwertvergleiche auf Basis der Least Significant Difference wurde das Package lsmeans (RUSSEL *et al.*, 2015) verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Die statistische Analyse zeigte einen signifikanten Effekt der Patchtypen ($p = 0,0255$) auf die Biomasseproduktivität (Abb. 1a). Signifikant mehr Biomasse wurde an den Urin- ($233,8 \text{ g m}^{-2}$) gegenüber den Kontrollpatches ($203,8 \text{ g m}^{-2}$) geerntet, die Biomasseproduktivität an den Dungpatches wurde allerdings nicht beeinflusst. Der Verbiss der Tiere wurde weder vom Patchtyp noch von der Tierspezies beeinflusst. Allerdings fanden wir eine signifikante Grasnarbentyp*Beobachtungszeitraum - Interaktion ($p = 0,0005$), wobei im Frühling 2015 auf den grasdominierten Flächen signifikant mehr Biomasse als im Sommer 2014 aufgenommen wurde, was vermutlich durch einen unterschiedlichen Weidedruck verursacht wurde.

Der Weiderest (Abb. 1b) wurde signifikant durch den Patchtyp beeinflusst ($p = 0,011$). Signifikant mehr Biomasse wurde an den Dung- ($173,4 \text{ g m}^{-2}$) als an den Kontrollpatches ($144,9 \text{ g m}^{-2}$) zurückgelassen. Der Weiderest wurde zudem signifikant durch Grasnarbentyp*Beobachtungszeitraum - Interaktion ($p = 0,0005$) beeinflusst, wobei im Frühling 2015 weniger Biomasse an den grasdominierten Flächen als im Sommer 2014 zurückgelassen wurde. Der Weiderest zeigte hierbei keine tierspezifischen Unterschiede.

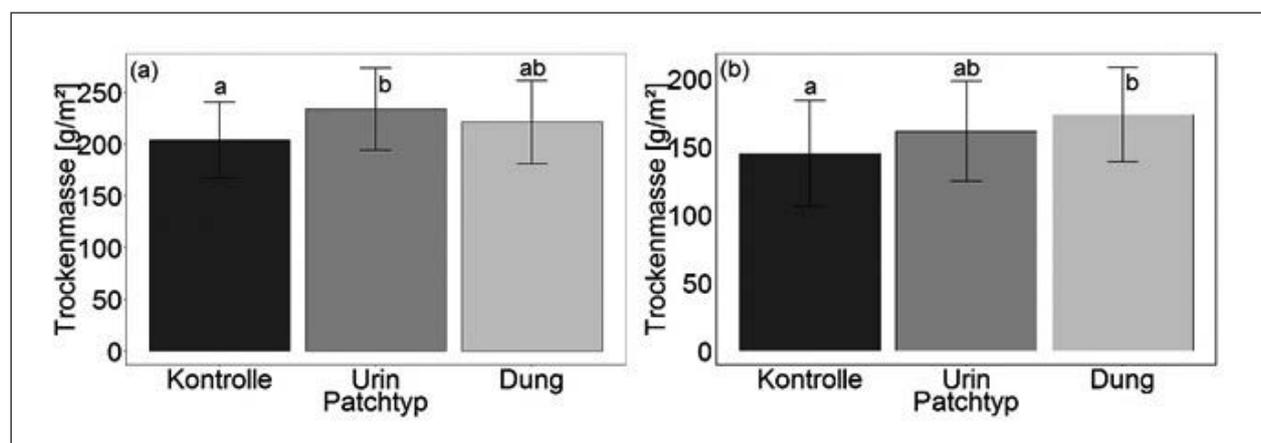


Abbildung 1. Einfluss der unterschiedlichen Patchtypen auf die Biomasseproduktivität (a) und den Weiderest (b), Mittelwerte je Patchtyp. Fehlerbalken zeigen Standardfehler der mittleren Trockenmasse. Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet.

Aufgrund der Rückführung der meisten aufgenommenen mineralischen Nährstoffe in den Exkrementen (WHITEHEAD, 2000), führt die Exkrementablage kleinräumig zu unterschiedlichen durch das Weidetier bedingte Nährstoffsalden (WRAGE *et al.*, 2012). Obwohl der Exkrementstelleneffekt nicht tierspezifisch war, decken sich die Ergebnisse mit denen bisheriger Untersuchungen, welche einen positiven Effekt von Rinderurin von bis zu 15-20 cm über die betroffene Fläche hinaus auf die Produktivität und die N-Aufnahme der Biomasse auch in gedüngten Weidesystemen zeigten (DECAU *et al.*, 2003; SAARIJÄRVI und VIRKAJÄRVI, 2009; WHITE-LEECH *et al.*, 2013).

Der Verbiss der Tiere wurde nicht durch die unterschiedlichen Exkrementstellen beeinflusst. Jedoch hinterließen die Tiere signifikant mehr Biomasse an den Dung- als an den Kontrollstellen, was die Ergebnisse bisheriger Untersuchungen bestätigt (HIRATA *et al.*, 1987). Für Kühe wurde gezeigt, dass sie ihre eigenen Dungstellen 2-18 Monate meiden (HAYNES UND WILLIAMS, 1993). Entgegen existierender Untersuchungen zeigte sich in diesen Versuchen kein signifikanter Effekt der Tierarten auf den Weiderest. FORBES UND HODGSON (1985) fanden beim Vergleich der Selektivität von Kühen und Schafen an deren Dungstellen, dass Schafe eine geringere Meidung ihrer eigenen Dungstellen aufwiesen.

Schlussfolgerungen

Durch den Exkrementabsatz wurden die Biomasseproduktivität und der Weiderest signifikant beeinflusst. Die Urinstellen steigerten die Biomasseproduktivität und die Dungstellen erhöhten die zurückgelassene

Biomasse. Diese Effekte waren unabhängig von der Tierart, dem Grasnarbentyp und dem Beobachtungszeitraum. Die Exkrementstellen können kleinflächig die Futteraufnahme der Tiere und die Produktivität der betroffenen Flächen beeinflussen.

Literatur

- DECAU, M.L., SIMON, J.C. UND JACQUET, A. (2003): Fate of urine nitrogen in three soils throughout a grazing season. *Journal of Environmental Quality* 32: 1405-1413.
- FORBES, T.D.A. UND HODGSON, J. (1985): The reaction of grazing sheep and cattle to the presence of dung from the same or the other species. *Grass and Forage Science* 40: 177-182.
- HAYNES, R.J. UND WILLIAMS, P.H. (1993): Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Advances in Agronomy* 49: 119-199.
- HIRATA, M., SUGIMOTO, Y. UND UENO, M. (1987): Distribution of dung pats and ungrazed areas in Bahiagrass (*Paspalum notatum* Flügge) pasture. *Japanese Society of Grassland Science* 33:128-139.
- LEMAIRE, G., DA SILVA, S.C., AGNUSDEI, M., WADE, M. UND HODGSON, J. (2009): Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: A review. *Grass and Forage Science* 64: 341-351.
- PINHEIRO, J., BATES, D., DEBROY, S., SARKAR, D. UND R CORE TEAM (2015): nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-120, URL <http://CRAN.R-project.org/package=nlme>.
- R CORE TEAM (2015): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- ROTZ, C.A., TAUBE, F., RUSSELLE, M.P., OENEMA, J., SANDERSON, M.A. UND WACHENDORF, M. (2005): Whole-farm perspectives of nutrient flows in grassland agriculture. *Crop Science* 45: 2139-2159.
- RUSSELL V. LENTH UND MAXIME HERVÉ (2015): lsmeans: Least-Squares Means. R package version 2.17. URL <http://CRAN.R-project.org/package=lsmeans>.
- SAARIJÄRVI, K. UND VIRKAJÄRVI, P. (2009): Nitrogen dynamics of cattle dung and urine patches on intensively managed boreal pasture. *Journal of Agricultural Science* 147, 479-491.
- WHITE-LEECH, R., LIU, K., SOLLENBERGER, L.E., WOODART, K.R. UND INTERRANTE, S.M. (2013): Excreta deposition on grassland patches. 2. Spatial pattern and duration of forage responses. *Crop Science* 53: 696-703.
- WHITEHEAD C. (2000): *Nutrient elements in grassland: Soil-plant-animal relationships*. CABI, Wallingford.
- WRAGE, N., ŞAHİN DEMIRBAĞ, N., HOFFMANN, M. UND ISSELSTEIN, J. (2012): Vegetation height of patch more important for phytodiversity than that of paddock. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 155, 696-703.

Mein besonderer Dank gilt Anne Vor für ihre tatkräftige Unterstützung bei den Feldversuchen und der Datenaufnahme

Einfluss der Variabilität der Qualität von Wiesenfutter auf Effizienzkennzahlen von Milchproduktionssystemen

B. GREGIS UND B. REIDY

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, Zollikofen, Schweiz

braida.gregis@bfh.ch

Einleitung

Für die Beurteilung der Effizienz von Milchproduktionssystemen wurden in den letzten Jahren Methoden entwickelt, die umfassende Vergleiche ermöglichen (z.B. THOMET UND REIDY, 2013; LEISEN *et al.*, 2013; ERTL *et al.* 2015). Die Methoden unterscheiden sich nebst der Berechnungsweise selbst auch im Detaillierungsgrad der Inputgrößen. Mangels Möglichkeiten zur genauen Erfassung wichtiger produktionstechnischer Parameter in der Praxis, müssen Annahmen getroffen und Standardisierungen vorgenommen werden. Dies führt dazu, dass die Variabilität dieser Größen nur ungenügend berücksichtigt werden kann (z.B. unterdurchschnittliche Konservierungsverluste, überdurchschnittliche Futterqualität) und sich deren Einfluss deshalb nur teilweise auf die berechneten Effizienzkennzahlen (kg ECM/kg TS resp. kg ECM/ha) auswirkt. Der Beitrag hat zum Ziel auf Grundlage effektiver Betriebsdaten, den Einfluss einer unterschiedlichen Qualität des Wiesenfutters auf die berechneten Kennzahlen abzuschätzen und das Potential einer erhöhten Wiesenfutterqualität auf die Effizienzparameter Futterkonvertierungseffizienz (kg ECM/kg TS) und Flächenleistung (kg ECM/ha) in Abhängigkeit des Betriebstyps aufzuzeigen.

Material und Methoden

Als Berechnungsmethode diente die in THOMET UND REIDY (2013) vorgestellte Methode zur Berechnung der Effizienzkennzahlen Futterkonvertierungseffizienz (kg ECM/kg Trockenmasse) und Flächenleistung (kg ECM/ha). Bei der erwähnten Methode werden mittels Fragebogen die effektive verfütterte Trockenmasse- und produzierte Milchmenge erfasst. Für die Plausibilisierung der erhobenen Parameter und der Berechnung der Kennzahlen werden standardisierte Energiegehalte der verfütterten Trockenmasse-Ration zu Grunde gelegt. Bekanntlich sind bei Wiesenfutter grosse Qualitätsunterschiede möglich und unter anderem Ausdruck eines professionellen Futterbaus. Auf Grundlage des AGFF-Merkblattes 3 (DACCORD *et al.*, 2007) wurden der Berechnung die Energiegehalte des Wiesenfutters einerseits einer durchschnittlichen Wiesenfutterqualität und zusätzlich einer erhöhten Wiesenfutterqualität zu Grunde gelegt (Tabelle 1). Die Berechnungen wurden mit 19 Milchviehbetrieben im Schweizer Mittelland mit vergleichbaren Standortverhältnissen und solider Datenbasis durchgeführt. Um den Einfluss möglicher Qualitätsunterschiede auf die ausgewählten Effizienzparameter in Abhängigkeit des Betriebstyps aufzuzeigen, wurden die Betriebe der Futterration entsprechend in die Betriebstypen Grünfütterung (GF), Silage-Stallfütterung (SST) und Vollweide (VW) eingeteilt. Da eine höhere Qualität des Wiesenfutters bei gleichbleibender Futteraufnahme eine höhere produzierte Milchmenge ermöglicht, wurde die produzierte Milchmenge der nach der Anpassung der Energie von Wiesenfutter höheren verfügbaren Energie entsprechend korrigiert. Der Energiegehalt des Wiesenfutters der Galtviehration wurde nicht angepasst, da dies in der Praxis nicht erstrebenswert ist. Die statistische Auswertung der Unterschiede zwischen den Betriebstypen erfolgte mittels Varianzanalyse und anschliessendem Tukey-Kramer-Test im Statistik-Programm R (R-CORE-TEAM, 2013).

Tabelle 1: Für die Berechnung der Effizienzparameter verwendete NEL-Gehalte des Wiesenfutters (nach AGFF-Merkblatt 3, AGFF, 2007)

Futterart	Der Ration zu Grunde liegende NEL-Gehalte [MJ NEL/kg TM]	
	Hohe NEL-Gehalte	Durchschnittliche NEL-Gehalte
Weide, Kurzrasen	6.7	6.5
Eingrasen, Grünfütterung	6.4	6.2
Grassilage	6.0	5.8
Dürrfutter, Emd	5.6	5.4

Ergebnisse und Diskussion

Zusammensetzung der Ration

Die Zusammensetzung der Rationen der untersuchten Betriebe unterscheidet sich statistisch signifikant ($p < 0.001$) (Tabelle 2). Während bei den VW-Betrieben die Ration hauptsächlich aus Weidegras besteht, sind es bei den GF-Betrieben Grünfütter und Dürrfütter und bei den SST-Betrieben Mais- und Grassilage. Der Anteil an Wiesenfutter inklusive Konserven beläuft sich von durchschnittlich 43 % bei den SST- über 64 % bei den GF- bis zu 79 % bei den VW-Betrieben. Der Kraftfutteranteil ist mit 25 % bei den SST-Betrieben am höchsten während bei den VW-Betrieben mit durchschnittlich 2 % kaum Kraftfutter eingesetzt wird, was sich auch in einem signifikanten Unterschied des durchschnittlichen Energiegehaltes der Ration niederschlägt. Insofern ergibt sich ein unterschiedliches Potential für die Verbesserung der Energiedichte der Ration durch eine verbesserte Qualität des Wiesenfutters zwischen den Betriebstypen. Innerhalb der Betriebstypen ist die VW-Gruppe die homogenste mit der geringsten Streuung bezüglich Rationszusammensetzung. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei den untersuchten VW-Betrieben die Vollweidestrategie konsequent durchgeführt wird, während bei den übrigen Betriebstypen die klare Abgrenzung auf Grund unterschiedlicher Fütterungs-Kombinationen schwieriger ist. Das Ausmass der Streuung innerhalb einer Betriebsgruppe ist durch die standardisierten Energiegehalte direkt von der Variation der Rationszusammensetzung (Anzahl, Art und Anteile unterschiedlicher Rationskomponenten) abhängig.

Tabelle 2: Ration und Effizienzkennzahlen verschiedener Milchviehbetriebe unter Berücksichtigung von durchschnittlichen und hohen Energiegehalten des Wiesenfutters

Parameter	Grünfütterung n=6		Silo-Stallfütterung n=7		Vollweide n=6	
	Mittelwert	sd	Mittelwert	sd	Mittelwert	sd
Jahresration [t TM/Kuh/Jahr]	6.8	0.3	7.3	0.2	5.6	0.3
Anteil Wiesen- und Weidefutter ¹	64%	10%	43%	7%	79%	4%
Anteil Weide	9%	9%	6%	5%	60%	3%
Anteil Silage ²	5%	13%	47%	16%	11%	10%
Anteil Kraftfutter	13%	5%	25%	7%	2%	2%
Wiesenfutter mit durchschnittlichen Gehalten*						
Standardisierter Energiegehalt der Ration [MJ NEL/kg TS]	6.2	0.1	6.4	0.1	6.1	0.0
Futterkonvertierungseffizienz [kg ECM/kg TM]	1.12	0.08	1.22	0.04	1.06	0.06
Flächenleistung [kg ECM/ha]	12'788	1'791	11'656	1'162	1'2367	1'422
Milchleistung [kg ECM/Kuh/365 Tg]	7'609	850	8'860	526	6'104	572
Wiesenfutter mit erhöhten Gehalten*						
Standardisierter Energiegehalt der Ration [MJ NEL/kg TM]	6.4	0.1	6.5	0.1	6.2	0.0
Futterkonvertierungseffizienz [kg ECM/kg TS]	1.14	0.08	1.24	0.04	1.09	0.06
Flächenleistung [kg ECM/ha]	13'054	1'841	11'813	1'194	12'692	1'471
Berechnete Milchleistung [kg ECM/Kuh/365 Tg]	7'773	858	8'973	499	6'156	587

¹ Weide, Grünfütterung, Grassilage, Dürrfütter

² Gras- und Maissilage

* NEL-Gehalte Wiesen- und Weidefutter auf Grundlage AGFF-Merkblatt 3 mit Gehaltsunterschieden von 0.2 MJ NEL/kg TM

Effizienzparameter

Die Futterkonvertierungseffizienz bei zu Grunde liegenden durchschnittlichen NEL-Gehalten des Wiesenfutters für die SST-Betriebe war mit im Schnitt 1.22 kg ECM/kg TM am höchsten und für die VW-Betriebe mit 1.02 kg ECM/kg TM am tiefsten (Abbildung 1). Diese statistisch signifikanten Unterschiede ($p < 0.001$) sind mit den unterschiedlichen Energiedichten der Rationen gut erklärbar. Die Flächeneffizienz war für die GF-Betriebe mit 12'788 kg ECM/ha am höchsten und für die VW-Betriebe mit 11'656 kg ECM/ha am geringsten, allerdings zeigte sich hier statistisch kein signifikanter Unterschied.

Absolut betrachtet lag das berechnete Verbesserungspotential durch erhöhte NEL-Gehalte von Wiesenfutter bei 0.02 kg ECM/kg TM für die SST- bis 0.03 kg ECM/kg TM für die VW-Betriebe. Im Mittel resultiert dies in einer Erhöhung der produzierten Milchmenge von 324 kg ECM/ha bei den VW-, 266 kg ECM/ha bei den GF- und 157 kg ECM/ha bei den SST-Betrieben. Vorausgesetzt, dass eine Erhöhung der Futterqualität ohne Zusatzkosten verbunden ist, dürfte sich eine höhere Wiesenfutterqualität für die VW- und GF-Betriebe in Abhängigkeit der Betriebsgrösse und des Milchpreises durchaus lohnen. Das relative Verbesserungspotential ist für alle berechneten Grössen linear abhängig vom Anteil an Wiesenfutter in der Ration. Bei den VW-Betrieben liegt demnach eine Verbesserung der berechneten Effizienzkennzahlen um durchschnittlich 2.6 % während es bei den GF-Betrieben 2.1 % und bei den SST-Betrieben 1.3% beträgt.

Betrachtet man die Varianz der berechneten Grössen im Hinblick auf einen Vergleich zwischen den Betriebstypen wirken sich die unterschiedlichen Energiegehalte des Wiesenfutters zwar in Abhängigkeit der Rationsanteile unterschiedlich stark aus. Das Ausmass ist aber geringer als die Streuung innerhalb der Betriebstypen. Während das Verbesserungspotential bei der Futterkonvertierungseffizienz zwischen 0.02 und 0.03 kg ECM/kg TM liegt beläuft sich die Standardabweichung innerhalb der Betriebstypen von 0.04 bis 0.08 kg ECM/kg TM. So scheint ein Vergleich der Betriebstypen nach Effizienzparameter trotz Unsicherheit bei der Schätzung des NEL-Gehaltes beim Wiesenfutter zulässig.

Die grosse Streuung der Ergebnisse innerhalb der Betriebstypen zeigt ein beachtliches Verbesserungspotential bezüglich Effizienz auf. Die eingehende Untersuchung derer Ursache dürfte bei der Anstrengung zur Verbesserung der Effizienz von nicht zu unterschätzender Bedeutung sein.

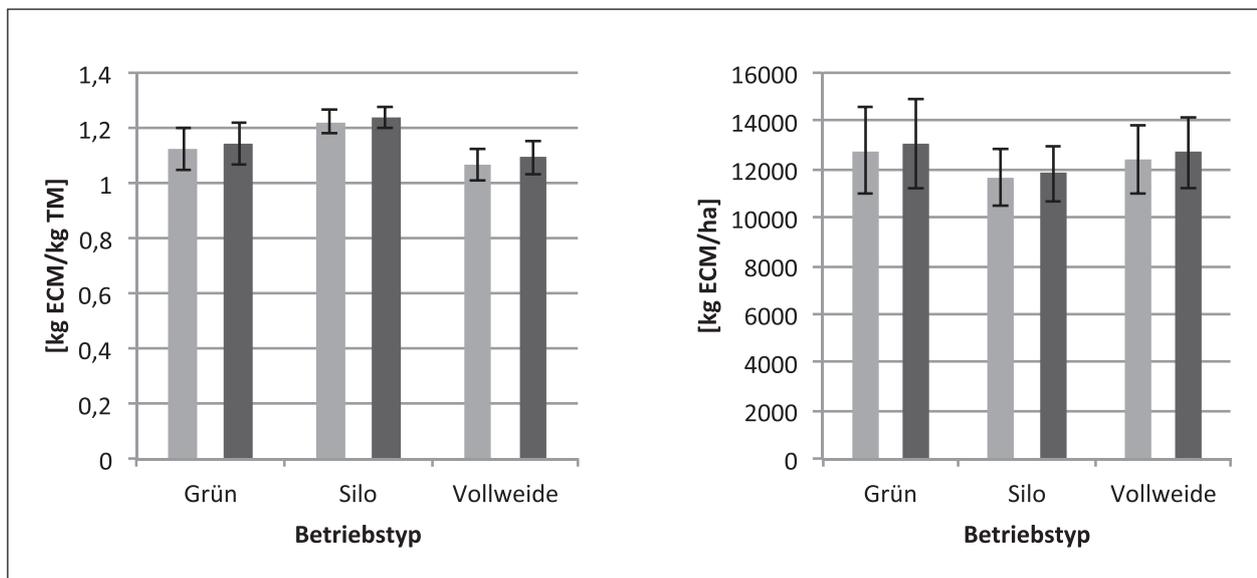


Abbildung 1: Futterkonvertierungseffizienz [kg ECM/kg TM] und Flächenleistung [kg ECM/ha] nach verschiedenen Milchproduktions-Betriebstypen im Schweizer Mittelland in Abhängigkeit der Berechnung zu Grunde gelegten Gehalte des Wiesenfutters (Wiesenfutter mit durchschnittlichen ■ und hohen ■ NEL-Gehalten (+0.2 MJ NEL/kg TM))

Folgerungen

Wiesenfutter mit hoher Qualität ist für Betriebe mit einem hohen Anteil dieses Futters in der Ration von entsprechender Bedeutung. Das Potential einer unterstellten verbesserten Futterqualität von 0.2 MJ NEL/kg TM hat bei Anteilen in der Ration von 60-80% eine Erhöhung der Flächenleistung um 260-320 kg ECM/ha zur Folge. Eine so erzielte bessere Effizienz ist grundsätzlich anzustreben, da sie bereits durch eine optimierte Bewirtschaftung (z.B. Nutzung in optimalerem Stadium und dadurch Steigerung der Qualität des Wiesenfutters) ohne zusätzliche Input bzw. negativen Output erreicht werden kann.

Die grosse Streuung der Effizienz innerhalb der Betriebstypen ist bei der Suche nach den Ursachen für verbesserte Effizienz von Bedeutung und sollte eingehender untersucht werden.

Neben den Unsicherheiten bei der Bewertung der Qualität des Wiesenfutters müssen bei Effizienzberechnungen auch weitere Unsicherheitsfaktoren (z.B. Erträge pro Flächeneinheit, Erhaltungsbedarf der Milchkühe) und den Einfluss derer Varianz auf das Ergebnis berücksichtigt werden.

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. Tagungsband der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 181 – 183.

THOMET, P., REIDY, B., (2013): Entwicklung von neuen Effizienzparametern zur Charakterisierung von Milchproduktionssystemen. Tagungsband der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 70-76.

DACCORD, R., WYSS, U., JEANGROS, B., MEISSER, M., HUGUENIN, O. (2007): Bewertung von Wiesenfutter. Nährstoffgehalt für die Milch- und Fleischproduktion. AGFF-Merkblatt 3. Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus AGFF, Zürich.

ERTL, P., KLOCKER, H., HÖRTENHUBER, S., KNAUS, W., ZOLLITSCH, W. (2015): The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agricultural Systems* 137, 119-125.

Einfluss von Wirtschaftsweise und Betriebstyp auf die Artenvielfalt im Grünland

H. HEIDT¹, E. STOLL¹, G. MOES², R. DAHLEM² und S. ZIMMER¹

¹Institut für biologische Landwirtschaft und Agrarkultur (IBLA),
13, rue Gabriel Lippmann, L-5365 Munsbach

²Natur & Umwelt, 5, route de Luxembourg, L-1899 Kockelscheuer

heidt@ibla.lu

Einleitung und Problemstellung

Seit Jahrzehnten ist der Artenverlust in der freien landwirtschaftlichen Kulturlandschaft sehr hoch, vor allem auf den intensiv genutzten Grünlandflächen. Zudem stellt sich die Frage wie sich die Erhaltung von artenreichem Grünland und die Wirtschaftlichkeit der Betriebe unter einen Hut bringen lassen. Deshalb war es das Ziel der hier vorgestellten Untersuchung, die Beziehungen zwischen der Artenvielfalt des Grünlandes und der Wirtschaftsweise (biologisch und konventionell), der Nutzungsweise (extensiv und intensiv), der Wirtschaftlichkeit sowie des Betriebstypes (Milchvieh- und Mutterkuhbetriebe) zu untersuchen.

Material und Methoden

Die vergleichende ökonomisch-ökologische Analyse von biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben kann unter unterschiedlichen Prämissen durchgeführt werden. Dabei kommt es darauf an, welchem Zweck der Vergleich dienen soll. Für diese Analyse wurden 12 konventionell und 12 biologisch wirtschaftende Betriebe gemäß der Paarvergleichsmethode ausgewählt. Diese Zahl ergab sich aus der begrenzten Anzahl von in Frage kommenden Bio-Betrieben. Zunächst wurden die biologischen Betriebe aufgrund des Betriebstyps ausgewählt, lediglich die Betriebstypen „Milchviehbetriebe“ (MV) und „Mutterkuhbetriebe“ (MK) wurden selektiert. Bei beiden Betriebstypen wurden jeweils möglichst typische Vollerwerbsbetriebe ausgewählt. Geeignete konventionelle Vergleichsbetriebe wurden mittels Betriebsstrukturdaten anhand folgender Kriterien festgelegt: Landnutzungsfläche, Milchquote, Milchleistung, Anteil Dauergrünland, Anteil Feldfutterbau, Vieheinheiten, Anzahl Milchkühe, Anteil Mutterkühe. Zudem wurde versucht, konventionelle Betriebe zu identifizieren, die möglichst ähnliche naturräumliche Voraussetzungen haben. Da die konventionellen Betriebe aufgrund ihrer strukturellen Vergleichbarkeit mit dem jeweiligen Biobetrieb ausgewählt wurden, sind die konventionellen Betriebe als Gruppe nicht repräsentativ für konventionelle Betriebe in Luxemburg. Somit ist davon auszugehen, dass es sich bei den teilnehmenden konventionellen Betrieben um vergleichsweise extensiv wirtschaftende Betriebe handelt (SCHADER *et al.*, 2012). Für alle Betriebe wurden die ökologischen Indikatoren (Nährstoff- und Energiebilanzen, Futterautarkie, etc.), die Buchhaltungsdaten, die Biodiversitätsindikatoren und die Daten aus der Grünlandkartierung erhoben.

Für die Untersuchung der Artenvielfalt des Grünlandes wurde zunächst die Grünlandübersichtskartierung genutzt, um das Biotopkataster zu vervollständigen. Ziel war es, innerhalb des bewirtschafteten Dauergrünlandes Flächen ausfindig zu machen, die aufgrund ihrer Artenzusammensetzung geeignet schienen, im Zuge eines Biodiversitätsvertrages gefördert und somit abgesichert zu werden. Neben den Flächen, die unmittelbar in der Übersichtskartierung des Grünlandes dokumentiert sind, wurden zusätzlich artenreichere Flächen mit laufenden Biodiversitätsverträgen berücksichtigt.

Neben der Grünlandübersichtskartierung wurden zudem Vegetationsaufnahmen des Grünlandes durchgeführt, um die Artenbestände abzubilden. Im Grünland wurden ausschließlich intensiv bewirtschaftete Mähweiden aufgenommen, also Grünlandflächen, die mit Maschinen zu bewirtschaften sind und deswegen die übliche Bewirtschaftungsart und -intensität des Betriebes wiedergeben. Die Grünlandaufnahmen erfolgten auf 5x5m großen, phänologisch homogenen Flächen. Die Lage der Aufnahmeflächen wurde so gewählt, dass sie repräsentativ für die Fläche und damit für die Bewirtschaftung waren. Weideeingänge, durch Bäume beschattete Bereiche, auffällig trockene und magere Bereiche wurden ebenso ausgeschlossen, wie feuchte Mulden.

Die Aufnahmen erfolgten im Grünland nach Braun-Blanquet (1964) mit einer angepassten Schätzskala nach Wilmanns (1998).

Ergebnisse und Diskussion

Von den insgesamt 24 Betrieben verfügten die meisten über Flächen, die entweder in der Grünlandkartierung erfasst wurden oder auf denen ein Biodiversitätsvertrag abgeschlossen war. Bei genauer Betrachtung zeigten sich aber deutliche Unterschiede zwischen den biologisch und den konventionell wirtschaftenden Betrieben.

Die Mehrzahl der an der Studie beteiligten Bio-Betriebe verfügen über Flächen, die in der Grünlandkartierung (GK) erhoben wurden (93%) und sie nehmen fast alle an den Biodiversitätsprogrammen (83%) teil. Dagegen wurde lediglich die Hälfte der konventionellen Betriebe in der GK erfasst und nur 63% der Betriebe nehmen an Biodiversitätsprogrammen teil. Somit verfügen mehr Bio-Betriebe über Flächen, die den Kriterien der GK entsprechen (höherer Anteil an Arten in Anhang II des Biodiversitätsreglements) und sie nehmen auch häufiger mit ihren Flächen an Grünland-Extensivierungs-Programmen teil. Zudem zeigt sich bei der Betrachtung der absoluten und relativen Zahlen für den Flächenanteil an artenreichem Grünland auch hier ein deutlicher Unterschied in Abhängigkeit von der Wirtschaftsweise. Im Durchschnitt verfügen die untersuchten Bio-Betriebe über 12,4 ha und die konventionellen Vergleichsbetriebe über 6,4 ha artenreiches Grünland. Die Anteile liegen bei 17,6% (bio) bzw. 9,1% (konventionell) am Gesamtgrünland des Betriebes. Die Bio-Betriebe leisten auf diesem Wege einen direkt vergleichbaren flächenrelevanten doppelt so hohen Beitrag hinsichtlich der Erhaltung wertvoller Grünlandflächen.

Bei der Betrachtung der betrieblichen Ausrichtung (Milchvieh- oder Mutterkuhhaltung) zeigt sich, dass die Milchviehbetriebe im Schnitt mehr Flächen (absolut und relativ) mit artenreichem Grünland besitzen, als die Mutterkuhbetriebe. Allerdings steigt der Anteil von artenreichem Grünland in Relation zum gesamtbetrieblichen Grünland sowohl bei den Milch- als auch bei den Mutterkuhbetrieben mit zunehmender betrieblicher Grünlandfläche (den größeren Betrieben) im annähernd gleichen Verhältnis. Doch entgegen der gängigen Auffassung sowohl bei Naturschutz- und landwirtschaftlichen Experten, dass Mutterkuhhaltung eine extensivere Wirtschaftsweise darstellt als Milchviehhaltung, zeichnet sich bei der Auswertung des betrieblichen Anteils an artenreicherem Grünland ein anderes Bild ab. Denn der Anteil an artenreichem, mesophilen Grünland am gesamtbetrieblichen Grünland, das als Hinweis auf die Intensität (z.B. Viehbesatz, N-Bilanz, etc.) des Betriebes gilt, ist bei Mutterkuhbetrieben geringer (siehe Abbildung 1).

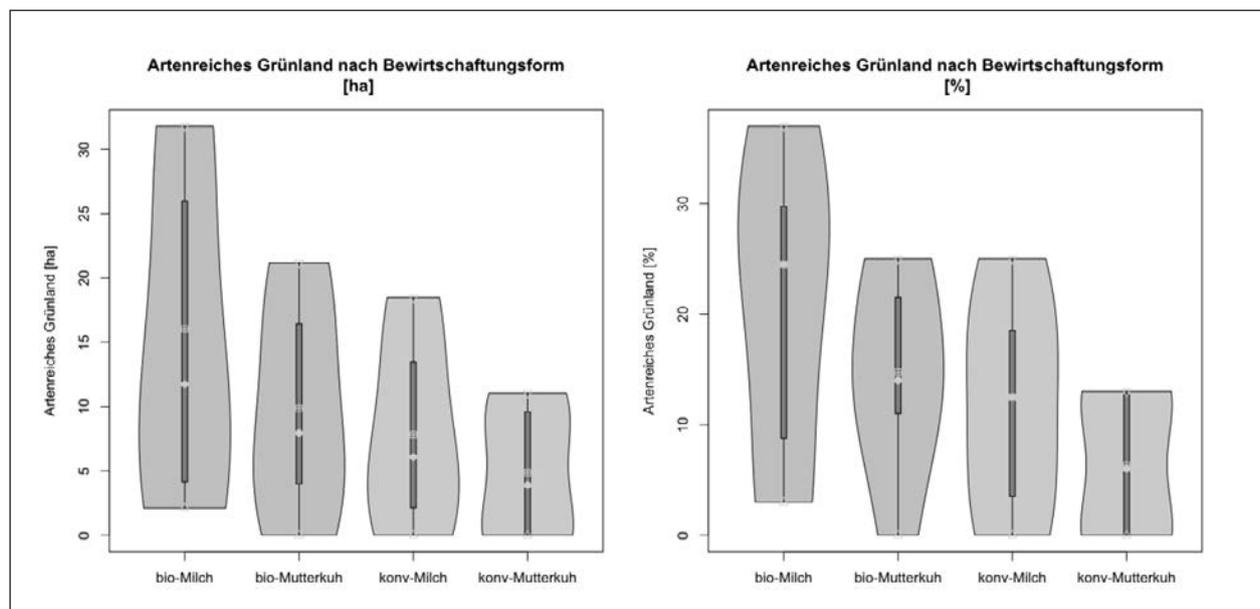


Abbildung 1: Anteil an artenreichem Grünland nach biologisch-konventionell und Milchvieh- bzw. Mutterkuhbetrieben aufgeteilt (links Grünland absolut (ha), rechts Grünland relativ zum Gesamtgrünland in Prozent)

Ein Grund hierfür könnte sein, dass die Mutterkuhbetriebe stärker auch peripher gelegene Grünlandflächen beweideten, während bei Milchviehbetrieben das intensive Grünland stärker genutzt und dadurch das periphere Grünland weniger bewirtschafteten. Somit werden diese Flächen in höherem Ausmass extensiv genutzt oder aber bereitwilliger mit Biodiversitätsverträgen belegt. Insgesamt weisen die biologisch wirtschaftenden Milchviehbetriebe den höchsten Anteil an wertvollen Grünlandflächen auf im Vergleich zu den drei anderen Wirtschaftsformen.

Das intensive Grünland steht im Gegensatz zu den extensiven Grünlandbeständen im Mittelpunkt des betrieblichen Geschehens und wird mit sämtlichen, dem Betrieb zur Verfügung stehenden mechanischen,

chemischen oder sonstigen Mitteln bewirtschaftet. Die Erreichbarkeit und Befahrbarkeit der Flächen mit Traktoren sind dabei die wichtigsten Kriterien.

Vergleicht man die Artenzahlen des untersuchten Intensivgrünlandes, so fällt auf, dass auch hier die Artenzahlen auf den Flächen der biologisch wirtschaftenden Betriebe deutlich höher sind im Vergleich zu den konventionell wirtschaftenden Betrieben. Selbst, wenn die Mittelwerte bei biologischer Bewirtschaftung (18,2 Arten) und bei konventioneller Bewirtschaftung (14,2 Arten) ähnlich sind, so umfassen die Aufnahmen der Bio-Betriebe eine deutlich größere Spannweite (10 bis 32 Arten) im Vergleich zu dem konventionell bewirtschafteten Intensivgrünland (10 bis 20 Arten) (siehe Abbildung 2).

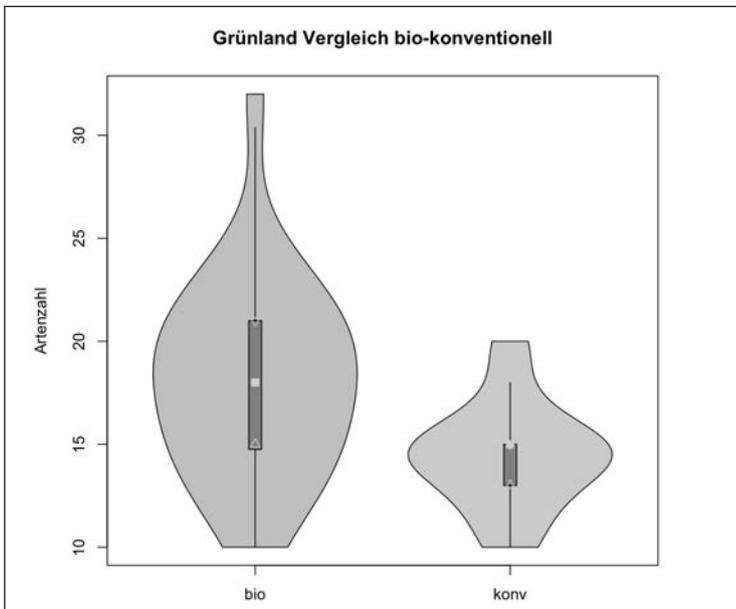


Abbildung 2: Artenzahlen im Intensivgrünland aufgeteilt nach biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben

Der generelle Trend beim Intensivgrünland (biologisch-konventionell) bleibt auch erhalten, wenn man zusätzlich die Ausrichtung der betrieblichen Produktion - Milch oder Mutterkuhhaltung - berücksichtigt. Allerdings sind hier die Unterschiede eher gering, lediglich die Artenzahlen auf den Grünlandflächen der Mutterkuhbetriebe umfassen eine höhere Spanne als auf den Flächen der Milchviehbetriebe (siehe Abbildung 3).

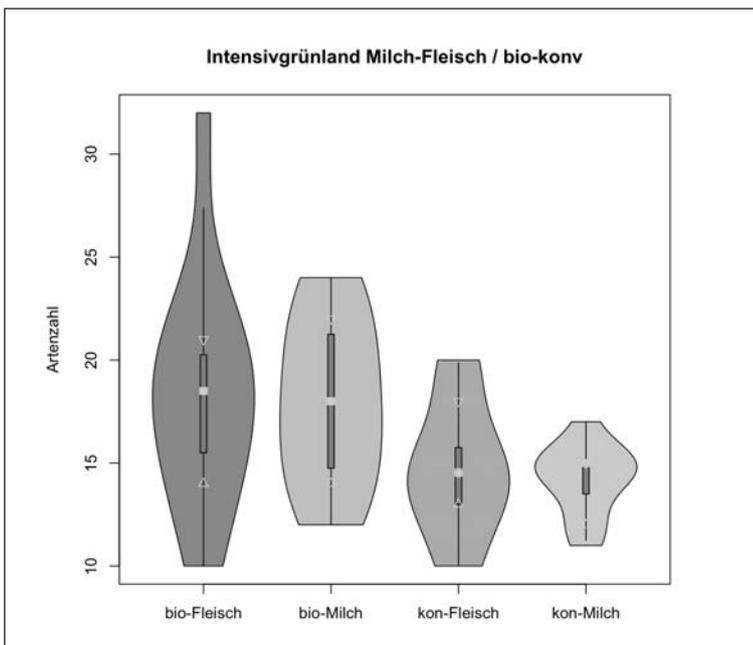


Abbildung 3: Artenzahl im Intensivgrünland. Aufgeteilt nach biologisch-konventionell und Mutterkuh-Milchviehbetrieben

Somit scheinen die Mutterkuhbetriebe die intensiven Grünlandflächen extensiver zu nutzen als die Milchviehbetriebe. Mutterkuhbetriebe scheinen ihre Tiere gleichmässig auf alle dem Betrieb zur Verfügung

stehenden Flächen zu verteilen. Somit sind die Mutterkuhbetriebe insgesamt extensiver, auch wenn die extensiven Grünlandflächen intensiver genutzt werden.

Bei der Betrachtung der mittleren Artenzahlen aufgeteilt in Gräsern und Kräutern zeigt sich, dass die biologisch bewirtschafteten Flächen einen höheren Kräuteranteil aufweisen, dagegen wurde bei der mittleren Artenzahl der Gräser kein nennenswerter Unterschied festgestellt. Allerdings wurde innerhalb der Bestandszusammensetzung eine deutliche Verschiebung des Artenrepertoires identifiziert. Die biologisch bewirtschafteten Flächen besitzen einen deutlich höheren Anteil an Gräsern und Kräutern des mesophilen Grünlandes, während im konventionell bewirtschafteten Grünland weiter verbreitete Arten des Intensivgrünlandes vorherrschen. Der erhöhte Anteil an Kräutern im intensiven Grünland bei Bio-Betrieben hat positive Auswirkungen auf das Tierwohl. Denn die Kräuter weisen neben einer hohen Schmackhaftigkeit auch häufig einen höheren Protein- sowie Mineralstoffgehalt auf. Zudem fördern die sekundären Inhaltsstoffe Gesundheit und Leistung der Rinder (LASER, 2008). Allerdings darf ihr Anteil wegen der Verdrängung von Gräsern und wegen der Bröckelverluste bei der Trocknung zur Futtermittelkonservierung nicht zu hoch sein (BERENDONK, 2011). Für dieses Ergebnis dürfte im Wesentlichen die niedrigere Düngeintensität der biologisch wirtschaftenden Betriebe verantwortlich sein (N-Input). Neben der intensiveren mineralischen und organischen Düngung bei den konventionellen Betrieben dürfte besonders auch der Einsatz von selektiven Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung von Kräutern im Grünland ebenso eine Rolle spielen, wie die häufigere Erneuerung des Grünlandes durch Nachsaat mit Hochleistungsgräsern bzw. Neuansaat nach Umbruch und Behandlung der Fläche mit einem Totalherbizid (SCHADER *et al.*, 2012).

Lässt sich nun der Erhalt des artenreichen Grünlandes und die Wirtschaftlichkeit des Betriebes unter einen Hut bringen? Dies lässt sich anhand der Milchviehbetriebe, die an dieser Studie teilnahmen erläutern. Die Milchleistung der Betriebe lag zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahmen (2007-2009) im Durchschnitt bei 5912 kg/Kuh (bio) und 7163 kg/Kuh (konventionell) mit einem unterschiedlichen Milchpreis von etwa +4,5 ct/kg von Konventionell auf Bio. Zudem war die Futterautarkie bei den biologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben sowohl bei Trockensubstanz (96,2%), Energie (90,5%) und Eiweiss (94,8%) deutlich höher im Vergleich zu den konventionellen Milchviehbetrieben mit Autarkiewerten von 82,5%, 74,9% und 52,3%. Hier stellt sich der Landwirt die Frage, ob sich der Erhalt des artenreichen Grünlandes überhaupt lohnt. Denn meist werden die positiven Eigenschaften des artenreichen Grünlandes unterschätzt, da hauptsächlich der Futterwert betrachtet und nicht auf die positiven Eigenschaften der sekundären Inhaltsstoffe geachtet wird. Die Situation auf dem luxemburger Milchmarkt hat sich aber in der Zwischenzeit geändert. Nicht nur die durchschnittliche Milchleistung der Betriebe ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen auf ca. 6560 kg/Milch (bio) und ca. 8130 kg/Milch (konventionell). Auch der Milchpreis hat sich deutlich über die Jahre geändert, mittlerweile ist der Unterschied im Milchpreis zwischen Bio und konventionellen Betrieben bei ca. 20 ct/kg. Somit wird die biologische Wirtschaftsweise rentabler und auch der Erhalt der Artenvielfalt im Grünland.

Schlussfolgerungen

Biologisch wirtschaftende Betriebe zeichnen sich durch einen höheren Anteil an artenreichen Grünlandbeständen aus. Sie besitzen nicht nur einen flächenmäßig höheren Anteil wertvoller Biotope, sondern haben höhere Artenzahlen insbesondere bei den mesophilen Kräutern innerhalb der intensiv bewirtschafteten Grünlandflächen. Dieser erhöhte Anteil an mesophilen Kräutern hat positive Eigenschaften auf die Tiergesundheit, was die biologisch wirtschaftenden Betriebe bei der Fütterung berücksichtigen. Zusätzlich hat sich die wirtschaftliche Situation der Bio-Milchviehbetriebe deutlich verbessert auf Grund der steigenden Milchpreise. Somit kann sowohl der Erhalt der Biodiversität als auch eine gute Wirtschaftlichkeit unter einen Hut gebracht werden. Dennoch sollten erneute Vegetationsaufnahmen im Grünland durchgeführt werden, um den derzeitigen Stand der Artenzusammensetzung genauer abbilden zu können.

Literatur

- BERENDONK, C. (2011): Standortgerechte Weide- und Mähweidenutzung des Dauergrünlands Grünlandanlage, Pflege, Düngung, Nutzung, Weidemanagement.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie; Grundzüge der Vegetationskunde (Wien: Springer).
- LASER, H. (2008): Mischbestände des Grünlandes Die Bedeutung von Kräutern.
- SCHADER, C., MÜLLER, A., ZIMMER, S., AENDEKERK, R., LIOY, R., REDING, R., TURMES, S., CONTER, G., ADAM, S., DAHLEM, R. & MOES G. (2012): Vergleichende ökonomisch-ökologische Analyse von biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben in Luxemburg ("öko-öko").
- WILMANN, O. (1998): Ökologische Pflanzensoziologie: eine Einführung in die Vegetation Mitteleuropas (Wiesbaden: Quelle & Meyer).

Respiration von Graslandökosystemen – autotrophe und heterotrophe Komponenten und Steuerungsgrößen

U. OSTLER (GEB. GAMNITZER), C. A. LEHMEIER, I. SCHLEIP, H. SCHNYDER

Technische Universität München, Lehrstuhl für Grünlandlehre, D-85354 Freising

schnyder@wzw.tum.de

Einleitung und Problemstellung

Respiratorische CO₂ Verluste stellen eine dominante Komponente des Kohlenstoffhaushalts von Ökosystemen dar. Gemeinhin wird angenommen, dass ca. 50% des assimilierten Kohlenstoffs autotroph, d.h. durch die Pflanzen selbst und die mit ihnen assoziierten Rhizosphärenmikroorganismen respiriert wird. Die autotrophe Respiration deckt die Kosten für Erhaltungs- und Wachstumsprozesse der Pflanzen. Der übrige Teil des assimilierten Kohlenstoffs wird in strukturelle Pflanzenkomponenten, wie Blätter und Wurzeln, eingebaut und gelangt – falls nicht geerntet – über die Streufraktion in den Boden, wo dieses Material dann als Substrat für die heterotrophe Respiration dient. In einer Gleichgewichtssituation wird davon ausgegangen, dass sämtliche Streu schließlich (heterotroph) ‚veratmet‘ wird.

Es ist bisher unbekannt, welche Faktoren die Substratversorgung der autotrophen Respiration – Wachstums- und Erhaltungsrespiration der Pflanzen – im Grasland begrenzen und steuern. In diesem Beitrag untersuchen wir (1) kinetische Eigenschaften des Substratsystems, welches die autotrophe Respiration eines Weideökosystems auf der Grünschwaige versorgt, sowie (2) den Zusammenhang zwischen den kinetischen Eigenschaften dieses Systems und potentiell respiratorisch nutzbaren Substratpools. Letztere umfassten die nicht-strukturellen Kohlenhydrate (NSKH, hauptsächlich wasserlösliche Kohlenhydrate) und das nicht-strukturelle, d.h. nicht in den Zellwänden gebundene, Protein (MP, metabolisches Protein).

Material und Methoden

Zu diesem Zweck führten wir Dauermarkierungsexperimente mit ¹³CO₂/¹²CO₂-Gemischen über Zeiträume von bis zu 16 Tagen in drei verschiedenen Perioden durch: September 2006, Mai 2007 und September 2007. Insgesamt wurden 11 Markierungsexperimente durchgeführt. Die Markierung der Photosyntheseprodukte des Weideökosystems erfolgte mithilfe von ‚open-top‘ Kammern (GAMNITZER *et al.*, 2009), welche jeweils eine Fläche von 0.8 m² überdeckten. In der Nacht registrierten wir die Respirationsrate und die ¹³C/¹²C-Zusammensetzung der gesamten Ökosystemrespiration mit Gaswechsellmessungen und Isotopenverhältnismassenspektrometrie vor Ort. Durch Modellierung der ¹³C/¹²C-Tracerkinetiken mit einem Poolmodell konnten wir die autotrophe und heterotrophe Komponente der Ökosystemrespiration quantifizieren, und die Umwälzung der Substratpools der autotrophen Respiration darstellen (Turnover bzw. Verweildauer des Kohlenstoffs im respiratorischen Substratpool). Am Ende der jeweiligen Markierungsexperimente wurden die Ökosysteme einschließlich ober- und unterirdischer pflanzlicher Biomasse beprobt und die Gehalte an NSKH- und MP-Kohlenstoff bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion

34 bis 56% der Ökosystemrespiration wurde im Laufe der Markierungsexperimente markiert. Dieser Teil der Ökosystemrespiration, welcher durch aktuelle Assimilationsprodukte gespeist wurde, war daher als autotrophe Komponente der Ökosystemrespiration anzusehen. Die Verweildauer des Kohlenstoffs im respiratorischen Substratpool variierte zwischen 2 und 6 Tagen. Die Größe des Pools korrelierte mit der NSKH-, aber nicht mit der MP-Menge. Interessanterweise, zeigte jedoch die Summe aus NSKH und MP eine insgesamt bessere Korrelation mit der Größe des respiratorischen Substratpools, als die NSKH-Menge allein.

Schlussfolgerungen

Die Untersuchungsergebnisse bestätigen Ergebnisse aus Untersuchungen an Einzelpflanzen von Deutsch Weidelgras unter artifiziellen Bedingungen: diese deuteten auf NSKH als dominantes Substrat der autotrophen Respiration. Darüber hinaus scheint es, dass MP als zusätzliches Substrat für die Respiration unter Stressbedingungen angesehen werden kann.

Literatur

GAMNITZER, U., SCHÄUFELE R. UND SCHNYDER, H. (2009): Observing ¹³C labeling kinetics in CO₂ respired by a temperate grassland ecosystem. *New Phytologist* 184: 376-386.

Kohlenstoffdynamik in kodominanten Arten eines Graslandökosystems: ähnlich oder verschieden?

U. OSTLER (GEB. GAMNITZER), I. SCHLEIP, F. A. LATTANZI, H. SCHNYDER

Technische Universität München, Lehrstuhl für Grünlandlehre, D-85354 Freising

snyder@wzw.tum.de

Einleitung und Problemstellung

Eine der wichtigsten ungelösten Fragen zum Kohlenstoffhaushalt von Ökosystemen betrifft die Bedeutung der einzelnen autotrophen und heterotrophen Organismen und Arten. Wie interagieren sie und wie beeinflussen sie die Kohlenstoffflüsse und beteiligten Prozesse im System? In diesem Kontext haben wir in der vorliegenden Studie die Frage untersucht, ob kodominante Pflanzenarten eines Weideökosystems sich in der Kohlenstoffdynamik der oberirdischen Pflanzenteile unterscheiden, und somit allenfalls unterschiedliche Auswirkungen auf den ersten Prozess des Ökosystemkohlenstoffhaushalts, nämlich den Eintrag von Kohlenstoff in das Ökosystem, haben können.

Material und Methoden

Zu diesem Zweck untersuchten wir die Verweildauer von Kohlenstoff in metabolischen und nicht-metabolischen (d.h. strukturellen) Pools bzw. Kompartimenten und die Verteilung des Kohlenstoffs in der oberirdischen Biomasse von vier kodominanten Pflanzenarten (Deutsches Weidelgras, Wiesenrispe, Weißklee und Wiesenlöwenzahn) in einem Weideökosystem auf der Grünschwaige. Ökosystemausschnitte mit einer Fläche von jeweils 0.8 m² wurden über Zeiträume von 1 bis 16 Tagen mit ¹³CO₂/¹²CO₂-Gemischen in ‚opentop‘ Kammern kontinuierlich markiert (GAMNITZER *et al.*, 2009). Markierungsexperimente fanden in drei Perioden statt: September 2006, Mai 2007 und September 2007. Die vier Arten wurden zu unterschiedlichen Terminen über einen Zeitraum von 1 bis 14 bzw. 16 Tagen beprobt, und nicht-struktureller Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff, sowie die ¹³C/¹²C-Signatur des Gesamtkohlenstoffs bestimmt.

Die ¹³C/¹²C-Tracerkinetik in der gesamten oberirdischen Biomasse wurde mit verschiedenen Kompartimentmodellen untersucht. Ein 2-Poolmodell mit einem gut durchmischten metabolischen Pool und einem inkrementellen (bzw. geschichteten) strukturellen Pool der oberirdischen Biomasse ergab die beste und einfachste biologisch sinnvolle Darstellung der Tracerkinetiken aller Arten in allen Perioden. In dieser Modellkonfiguration wurde das biologische System durch den metabolischen Pool mit Assimilaten gespeist, und der metabolische Pool versorgte die Biosynthese der oberirdischen strukturellen Biomasse, sowie die Gesamtrespiration und Allokation von Kohlenstoff zu den Wurzeln.

Ergebnisse und Diskussion

Die verschiedenen Arten zeigten in allen Perioden eine ähnliche Verweildauer des Kohlenstoffs im metabolischen Pool (5 bis 8 Tage). Währenddessen variierte die Verweildauer des Kohlenstoffs im strukturellen oberirdischen Pool von 20 bis 58 Tagen (mit Ausnahme eines Ausreißers). Die Allokation von Kohlenstoff zum oberirdischen strukturellen Pool variierte zwischen 7 und 45%.

Schlussfolgerungen

Es ist bemerkenswert, dass die Variation in der Verweildauer des Kohlenstoffs im strukturellen oberirdischen Pool und die Allokation von Kohlenstoff zu diesem Pool keine systematischen Unterschiede zwischen den Arten und experimentellen Perioden zeigte. Insgesamt zeigten also die kodominanten Arten ähnliche Kohlenstoffdynamiken. Hingegen korrelierte die Verweildauer des Kohlenstoffs im strukturellen oberirdischen Pool eng mit der Blattlebensdauer, während die Allokation von Kohlenstoff zu diesem Pool eine negative exponentielle Beziehung mit der Blattlebensdauer zeigte. Diese Ergebnisse verleihen der Eigenschaft ‚Blattlebensdauer‘ eine weitere Bedeutungsdimension im Kohlenstoffhaushalt von Graslandökosystemen.

Literatur

GAMNITZER, U., SCHÄUFELE R. UND SCHNYDER, H. (2009): Observing ¹³C labeling kinetics in CO₂ respired by a temperate grassland ecosystem. *New Phytologist* 184: 376-386.

OSTLER U., SCHLEIP I., LATTANZI F.A. UND SCHNYDER H. (2016): Carbon dynamics in aboveground biomass of co-dominant plant species in a temperate grassland ecosystem: same or different? *New Phytologist* 210: 471-484.

Posterbeiträge

_____Pflanze/Zucht

Festuca arundinacea in Ansaatmischungen für Grünland

H. JÄNICKE¹⁾, H. CZYZ²⁾, T. KITCZAK²⁾, M. BURY²⁾

¹⁾ Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern,
Institut für Tierproduktion, Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf

²⁾ Westpommersche Technische Universität Szczecin
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie Katedra Lakarstwa
ul. Slowackiego 17, 71 434 Szczecin (Polen)

h.jaenicke@lfa.mvnet.de

Einleitung

Der Bedarf an Saatmischungen für Grünland besteht ständig. Gefragt sind leistungsstarke ausdauernde Futtergräser, die sich für den jeweiligen Standort und die dort praktizierte Nutzung eignen. Die Angebote werden seit Jahren dominiert von *Lolium perenne*, das mit hohem Potential bei Futterqualität und Ertrag überzeugt. Allerdings kann es sein Leistungsvermögen nicht unter allen Bedingungen gut entfalten. So zeigen sich auf Niedermoor Grenzen hinsichtlich Ausdauer und Leistung. In Mecklenburg-Vorpommern befinden sich über $\frac{3}{4}$ des Grünlandes auf Niedermoorböden. *Lolium perenne* gilt auf diesen Standorten, obwohl die Pflanzenzüchtung Fortschritte in der Mooreignung erreichen konnte, immer noch als unsicherer Mischungspartner.

Somit steht nach wie vor die Frage nach Alternativen zu *Lolium perenne*. BADOUX (1974), KOCHANOWSKA (1988), PETERSEN (1992), BARYLA und KULIK (2012) wiesen auf die Möglichkeit der Nutzung von *Festuca arundinacea* in Ansaatmischungen für organische Böden bzw. vergleichbare Standorte hin. In Untersuchungen von CZYZ u.a. (2015) zeigte sich *Festuca arundinacea* auf nordostdeutschem Niedermoor gegenüber tieferen Temperaturen im Winter und zeitweiliger Überflutung im Frühjahr widerstandsfähig und ausdauernd. SUTER u.a. (2009) machen mit Prüfungsergebnissen für die Schweiz auf die hohe Bedeutung der Sortenfrage und auf Futterqualitätsaspekte bei *Festuca arundinacea* aufmerksam. An verschiedenen Standorten zeigte *Festuca arundinacea* sehr hohe Ertragsleistungen. Als vital und robust unter ungünstigen Bedingungen bekannt, kommt diese wüchsige Grasart als ein weiterer Hauptbestandbildner in Betracht, auch wenn es Kritik an der verschiedentlich mangelnden Futterqualität gibt. Für schwierige Standorte sind der Erfolg der Bestandsetablierung und die Ausdauer des Bestandes von herausragender Bedeutung. Möglichkeiten zur Arbeit mit *Festuca arundinacea* in Ansaatmischungen sollten darum untersucht werden. Dabei sollen die Ausdauer von *Festuca arundinacea* und das Verhalten der Arten in den Jahren nach der Ansaat besonders verfolgt werden. Ergebnisse aus einem Mischungsvergleich werden dazu im Folgenden vorgestellt.

Material und Methoden

Der Versuch wurde im April 2011 in Form einer einfaktoriellen Blockanlage mit vier Wiederholungen auf Niedermoor angesät. Dieser Grünlandstandort im Uecker-Randow-Kreis ist gekennzeichnet durch Jahresniederschläge von 520 mm/Jahr im langjährigen Mittel sowie einer Jahresmitteltemperatur von 9,2 °C. Die Versuchsfläche wurde betriebsüblich bewirtschaftet. Die Nutzung erfolgte mit vier bzw. fünf Schnitten jährlich. Die Ertragsmessung und die Beprobung zur Analyse der Pflanzenbestandszusammensetzung (botanische Gewichtsanalyse, Trennproben von Hand) und der Futterqualität wurden in den Jahren 2012, 2013 und 2015 jeweils vor der ganzflächigen Ernte durch den Betrieb durchgeführt. Der Erntetermin war sowohl praxisüblich, als auch ein Kompromiss in Hinblick auf die Befahrbarkeit der Flächen.

Die im Versuch enthaltenen Varianten sind in Tabelle 1 aufgeführt. *Festuca arundinacea* wurde in vier Varianten mit 100 % ausgedrillt. Dazu wurden die Sorten LIPALMA, KORA, HYKOR und FAWN jeweils in Reinsaat verwendet (in dieser Reihenfolge entsprechend Variante 1 bis 4). In den Artenmischungen wurden die Anteile an *Festuca arundinacea* von 20 bis 90% der Saatmenge gestaffelt und kombiniert mit verschiedenen Futtergräsern (Tabelle 1).

Tab. 1: Zusammensetzung der Saatmischungen, Vergleich von Ansaatmischungen auf Niedermoor, Ansaat 2011, Ramin

Varianten	Anteile der Arten in %						
	Festuca arundinacea	Lolium perenne	Festuca pratensis	Phleum pratense	Poa pratensis	Dactylis glomerata	Festulolium braunii
	Fe ar	Lo p	Fe p	Ph p	P pr	D gl	F br
1-RS	100						
2-RS	100						
3-RS	100						
4-RS	100						
5-RS20+	20	20	40	20			
6-RS30+	30	70					
7-RS+DW	50	50					
8-RS50+	50						50
9-RS50+KG	50					50	
10-RS+	50	5				45	
11-RS70+	70			20	10		
12-RS70+	70	30					
13-RS80+	80	20					
14-RS90+	90	10					
15-RG6		20	50	30			

Ergebnisse und Diskussion

Ergebnisse der botanischen Gewichtsanalyse sind in den Tabellen 2 und 3 dargestellt. Die Sorten in den Varianten 1 bis 4 waren 2012 bis auf eine Ausnahme (Variante 1, Schnitt I: 99 %) zu 100 % Bestandsbildner (darum nicht in Tabelle 2 aufgeführt).

Tab. 2: Zusammensetzung der Bestände in Abhängigkeit von Variante und Schnitt im 1. Nutzungsjahr (=2012), Artenanteile in %; Mischungsvergleich auf Niedermoor

Variante	Schnitt	Fe ar	Lo p	Fe p	Ph p	P pr	D gl	F br	Sonstige
5-RS20+	I	22	21	39	18				
	II	25	25	34	16				
	III	29	21	33	17				
6-RS30+	I	43	56						1
	II	38	61						1
	III	39	60						1
7-RS+DW	I	48	52						
	II	47	53						
	III	58	42						
8-RS50+	I	46						54	
	II	42						58	
	III	44						56	
9-RS50+KG	I	62					36		2
	II	60					37		3
	III	48					50		2
10-RS+	I	66	8				26		
	II	67	10				23		
	III	46	8				46		
11-RS70+	I	67			25	8			
	II	69			18	13			
	III	74			15	11			
12-RS70+	I	85	15						
	II	79	21						

13-RS80+	III	83	17			
	I	71	29			
	II	79	21			
14-RS90+	III	84	16			
	I	88	12			
	II	86	14			
15-RG6	III	88	12			
	I		26	36	38	
	II		28	46	26	
	III		26	43	31	

Tab. 3: Zusammensetzung der Bestände in Abhängigkeit von Variante und Schnitt im 4. Nutzungsjahr (=2015), Artenanteile in %; Mischungsvergleich auf Niedermoor

Variante	Schnitt	Fe ar	Lo p	Fe p	Ph p	P pr	D gl	F br	Sonstige
1-RS	I	97							3
	II	95							5
	III	94							6
	IV	92							8
2-RS	I	99							1
	II	98							2
	III	96							4
	IV	95							5
3-RS	I	99							1
	II	98							2
	III	97							3
	IV	96							4
4-RS	I	99							1
	II	97							3
	III	96							4
	IV	94							6
5-RS20+	I	33	17	36	14				
	II	31	18	40	10				1
	III	32	19	36	12				1
	IV	34	18	35	11				2
6-RS30+	I	67	31						2
	II	63	32						5
	III	62	32						6
	IV	63	29						8
7-RS+DW	I	69	28						3
	II	71	26						3
	III	69	28						3
	IV	71	25						4
8-RS50+	I	43						51	6
	II	52						38	10
	III	49						41	10
	IV	51						40	9
9-RS50+KG	I	45					52		3
	II	50					44		6
	III	47					43		9
	IV	48					40		12
10-RS+	I	45	10				43		2
	II	46	11				37		6
	III	44	14				36		6
	IV	45	12				35		8
11-RS70+	I	67			18	13			2

	II	70		13	14	3
	III	68		15	15	2
	IV	67		13	16	4
12-RS70+	I	71	27			2
	II	70	26			4
	III	68	28			4
	IV	71	24			5
13-RS80+	I	76	21			3
	II	79	18			3
	III	76	21			3
	IV	75	21			4
14-RS90+	I	84	13			3
	II	80	14			6
	III	78	15			7
	IV	79	13			8
15-RG6	I		26	41	32	1
	II		27	40	31	2
	III		30	38	29	3
	IV		31	41	24	4

In der Variante 5 steht *Festuca arundinacea* (bei Ansaat 20%) mit *Lolium p.*, *Festuca pr.* und *Phleum pr.* in direkter Konkurrenz, nahm leicht zu mit den Jahren und erreichte im 4. Nutzungsjahr in allen Aufwüchsen über 30% (Tab. 3). Obwohl *Lolium p.* in der Anfangsentwicklung im Vorteil ist, erreichte es in Variante 6 (bei Ansaat 70 %) im 1. Nutzungsjahr nur um die 60 % im Bestand und *Festuca arundinacea* (bei Ansaat 30 %) konnte dagegen im Bestand einen höheren Anteil (um die 40 %) einnehmen (Tab. 2). Die Winter wurden anscheinend von *Lolium p.* weniger gut verkräftet, denn im 4. Nutzungsjahr hatte *Festuca arundinacea* über 60 % des Bestandes inne, also doppelt soviel wie bei der Ansaat. Vergleichbar konnte *Festuca arundinacea* in Variante 7 von 50 % bei der Ansaat auf 70 % im 4. Nutzungsjahr zulegen. Auch in den Varianten 8 bis 10 wurde *Festuca arundinacea* mit 50 % ausgesät, verhielt sich etwas weniger stabil als in den vorherigen Varianten und erreichte im 4. Nutzungsjahr um die 45 bis 50 % im Bestand (Tab 3). In den Varianten 11 bis 14 war *Festuca arundinacea* mit 70 bis 90 % in der Saatmischung vertreten und diese Größenordnung wurde auch im 4. Nutzungsjahr etwa erreicht.

Schlussfolgerungen

Damit zeigte sich *Festuca arundinacea* im Zeitraum 2011 bis 2015 auf diesem nordostdeutschen Niedermoorstandort vergleichsweise recht zuverlässig als Mischungspartner und war trotz von Natur aus langsamer Jugendentwicklung durchaus in der Lage, von Beginn an seine in den Saatmischungen enthaltenen Anteile auch im Bestand einzunehmen und zu halten bzw. in zwei Varianten sogar deutlich zu steigern. Als Vertreter der Mischungspartner wurden regional empfohlene und bewährte Sorten eingesetzt, so dass für *Festuca arundinacea* durchaus starke Konkurrenz gegeben war. Bei bestimmten betriebliche Bedingungen kann *Festuca arundinacea* als Leistungsträger auf dem Grünland durchaus empfohlen werden, insbesondere für schwierige Standorte, an denen primär stabile ausdauernde Bestände für die Futterproduktion benötigt werden.

Literatur

- BADOUX, S. (1974): Les possibilites d'emploi de la fetuque elevee'. Revue Suisse d'Agricult, 1, 13-16.
- BARYLA, R. u. M. KULIK (2012): Podsiew jako sposób poprawy runi łąk i pastwisk w aspekcie komponowania mieszanek. Łąkarstwo w Polsce, 15, 9-28.
- CZYZ, H., H. JÄNICKE, T. KITCZAK, M. BURY (2015): Ocena użytków zielonych odnowionych metodą pełnej uprawy położonych na glebie organicznej w dolinie rzeki Randow (Niemcy). Łąkarstwo w Polsce. 18, 59-74.
- KOCHANOWSKA, R. (1988): Plonowanie kostrzewy trzcinowej i tymotki łąkowej na siedliskach łąkowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. Z. 336, s. 57-60.
- PETERSEN, W. (1992): Untersuchungen zum Anbau von Rohrschwengel (*Festuca arundinacea* SCHREB.) und Rohrschwengelbastarden (*Festuca arundinacea* SCHREB. X *Lolium multiflorum* LAM.) auf Niedermoorgrünland. Diss., Rostock.
- SUTER, D., R. FRICK, H. HIRSCHLI, S. CHAPUIS (2009): Rohrschwengel- und Timothesorten geprüft. Agrarforschung 16 (7), 250-255.

„Welche funktionalen Merkmale erklären den Zuchtfortschritt von Silomais?“

K. BUDDE, F. TAUBE UND A. HERRMANN

Institut für Pflanzenbau und –züchtung, Grünland & Futterbau/ Ökologischer Landbau
Christian-Albrechts-Universität Kiel
Hermann-Rodewald-Straße 9, 24118 Kiel

kbudde@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Für Silomais ist ein im Vergleich zu anderen Getreiden und Futterpflanzen hoher züchterischer Ertragsfortschritt dokumentiert. So berichten LAIDIG *et al.* (2014) für deutsche Silomaisorten einen genetisch bedingten Ertragszuwachs von $0.192 \text{ t TM ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ für die letzten 3 Jahrzehnte. Für US-amerikanisches Material wird ein linearer Ertragsrend von 0.128 bis $0.164 \text{ t ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ für den Zeitraum 1930-1998 nahezu ausschließlich über höhere Kolbenenerträge erklärt. Es kann angenommen werden, dass sich der Zuchtfortschritt nicht nur in einem Anstieg der Sprossmasse manifestiert, sondern indirekt auch das Wurzelsystem, d.h. die Wurzelmasse bzw. Wurzelarchitektur modifiziert wurde. Belastbare Studien hierzu liegen für Mais jedoch nur in einem sehr begrenzten Umfang vor. Nach einer Studie zum Zuchtfortschritt bei chinesischer Maisgenetik zeichnen sich neuere Sorten durch eine größere Wurzelmasse, Wurzellänge sowie einen höheren Anteil Wurzeln im Unterboden (30-60 cm) aus, was in einer verbesserten Wasser- und N-Nutzungseffizienz resultieren kann (NING *et al.* 2014). Eine US-amerikanische Studie belegt für neuere Sorten eine veränderte Wurzelarchitektur, beispielsweise eine geringere Anzahl nodaler Wurzeln und ein modifiziertes Verzweigungsmuster, welches eine effizientere Nährstoff- und Wasseraufnahme und verbesserte Ertragsleistung ermöglichen soll (YORK *et al.* 2015).

Ziel des aktuellen CarboMais-Projektes ist es, den Beitrag funktionaler Merkmale von Spross und Wurzel zum Zuchtfortschritt von Silomais zu quantifizieren. Hierbei sollen folgende Hypothesen geprüft werden: (i) der in den letzten 4 Jahrzehnten erfolgte Ertragsfortschritt hat zu einer überproportionalen Akkumulation von Wurzelmasse und zu einem Anstieg des Wurzel/Spross-Verhältnisses geführt, (ii) höhere Erträge neuer Maissorten sind mit einer gesteigerten Wurzelmasse (Brutto, Netto) im Unterboden korreliert, und (iii) bei ähnlichen Abbauraten der Wurzel weisen neuere Sorten günstigere Humusbilanzsalden auf als ältere Sorten.

Material und Methoden

Basis der Untersuchungen bildet ein zweijähriger Feldversuch (2015–2016), der am Standort Ostfeld (Schleswig-Holstein) auf den Versuchsfeldern der FH Kiel („Lindenhof“) mit den in Tab.1 dargestellten Silomaisorten durchgeführt wird. Die vorherrschenden Bodenarten sind lehmiger Sand und sandiger Lehm und die Flächen sind mit durchschnittlich 50 Bodenpunkten bewertet. Der Standort zeichnet sich im langjährigen Mittel durch eine Durchschnittstemperatur von $8,9 \text{ °C}$ bei 847 mm Jahresniederschlag aus. Im Versuchsjahr 2015 lagen der Jahresniederschlag mit 1007 mm und die Durchschnittstemperatur mit 9.7 °C über dem jeweiligen langjährigen Mittel.

Der Versuch wurde als einfaktorielle, randomisierte Blockanlage mit drei Wiederholungen angelegt. Das geprüfte Maissortiment ist Tabelle 1 zu entnehmen. Insgesamt wurden 10 Sorten aus dem mittelfrühen Sortiment ausgewählt, welche das Sortenspektrum der letzten 40 Jahre repräsentieren und sich durch ein hohes Ertragspotenzial und eine hohe Futterqualität auszeichneten. Zusätzlich zu den in Tabelle 1 aufgeführten Varianten wurde die Sorte Ronaldinio als ungedüngte Variante mitgeführt zur Abschätzung der N-Nachlieferung, sowie eine unbewachsene Parzelle zur Quantifizierung der heterotrophen Bodenrespiration. Die Aussaat fand am 11.05.2015 statt. Die N-Versorgung erfolgte nach N-Sollwert-Prinzip (180 kg N ha^{-1}). Die Grundnährstoffversorgung wurde in Höhe von $160 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$, $300 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ und 90 kg ha^{-1} MgO appliziert, davon 30 kg N ha^{-1} und $46 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ als Unterfußgabe. Die maschinelle Silomaisernte fand am 26. Oktober statt.

Zur Erfassung der ober- und unterirdischen Biomasseakkumulation wurden folgende Parameter erfasst: Dynamik der Spross-Trockenmassebildung inkl. verschiedener Pflanzenfraktionen (Blatt, Stängel, Kolben, Fahne) an 5 Terminen mittels Handbeprobung, wöchentliche Erfassung der Blattflächenentwicklung (LICOR LAI-2200C), Quantifizierung des Blatt-Gaswechsels (LICOR LI-6400XT) an 5 Terminen, Dynamik

der Brutto-Wurzelmassenbildung im Oberboden mittels ingrowth-core Methode (STEINGROBE *et al.* 2000) im 4-wöchentlichen Intervall bzw. Erfassung der Netto-Wurzelmasse mittels Bohrkernmethode zur Blüte und zur Siloreife in 0-60 cm Tiefe. Die C- und N-Gehalte von Spross und Wurzel sowie relevante Futterqualitätsparameter werden mittels NIRS/Nasschemie ermittelt. Die Varianz- und Regressionsanalytische statistische Auswertung erfolgte mit der Software R.

Tab. 1: Im Versuch geprüfte Sorten, Jahr der Sortenzulassung und Reifezahl.

Variante	Sorte	Zulassung	Reifezahl
1	Brilliant	1971	FAO 230
2	Blizzard	1975	S250/K230
3	Tau	1977	S230/K220
4	Mutin	1980	FAO 240
5	Beketrio	1990	FAO 230
6	Helix	1994	S230/K220
7	Oldham	1999	S220/K230
8	LG 3232 Lupus	2003	S240/K240
9	Ronaldinio gedüngt	2006	S240/K240
10	LG 30224	2012	S230

Ergebnisse und Diskussion

Der zur Siloreife ermittelte Trockenmasse(TM)-Ertrag der geprüften Sorte zeigte einen abgesicherten Einfluss der Sorte, wobei die älteren Sorten Brilliant, Blizzard und Mutin signifikant unterdurchschnittliche Erträge realisierten, während die neueren Sorten Lupus, Ronaldinio und LG 30224 einen überdurchschnittlichen Ertrag aufwiesen (ohne Abb.). Die regressionsanalytische Auswertung belegt einen signifikanten Anstieg des TM-Ertrags mit dem Jahr der Zulassung (Abb. 1), was den in der Literatur dokumentierten Zuchtfortschritt von Silomais bestätigt. Vergleichbare vom Bundessortenamt ermittelte Zahlen belegen einen leicht höheren Ertragsfortschritt von 1.41 dt TM ha⁻¹ (LAIDIG *et al.* 2014). Der Trockensubstanz(TS)-Gehalt variierte zwischen 27.3 (LG 3232) und 32.3% (Tau), d.h. für die meisten Sorten wurde der optimale Erntebereich (30-35% TS) nicht erreicht (ohne Abb.), hauptsächlich bedingt durch eine verzögerte Jugendentwicklung. Die Regressionsanalyse belegt eine signifikante Abnahme des TS-Gehaltes mit dem Zulassungsjahr ($y = 160.78 - 0.0662 * x$), d.h. neuere Sorten zeichneten sich durch tendenziell geringere TS-Gehalte aus.

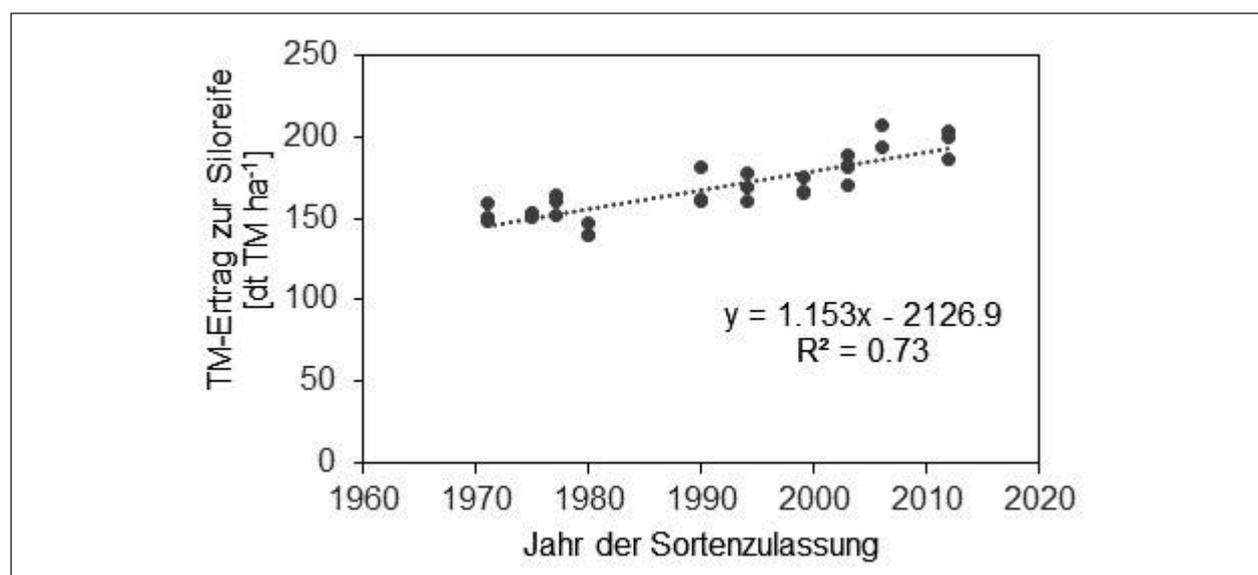


Abb. 1: Beziehung zwischen Jahr der Zulassung und dem Trockenmasseertrag der geprüften Sorten [dt TM ha⁻¹] zur Siloreife für das Versuchsjahr 2015.

Für die mittels ingrowth core Methode ermittelte Brutto-Wurzelmasse ergab die Varianzanalyse eine signifikante Interaktion zwischen Termin und Sorte. Tabelle 2 zeigt die kumulierte Brutto-Wurzelmasse [dt TM ha⁻¹] der 10 Sorten in Abhängigkeit des Termins. Ein Grandmean-Test zeigte zu keinem der 5 Termine einen signifikanten Sortenunterschied. Allerdings wiesen die geprüften Sorten eine unterschiedliche Dynamik der Wurzelmassenbildung auf. Von Termin 1 zu Termin 2 war nur für die Sorten Blizzard und Lupus kein signifikanter Anstieg der Wurzelmasse feststellbar, während von Termin 2 zu Termin 3 (weibliche Blüte) nur für Lupus und LG 30224 ein signifikanter Zuwachs an Wurzelmasse abgesichert werden konnte. Nach der Blüte zeigte keine Sorte einen weiteren Anstieg der Brutto-Wurzelmasse. Auch die Regressionsanalyse ergab keinen signifikanten Anstieg der zur Siloreife akkumulierten Brutto-Wurzelmasse (ohne Abb.), d.h. die Hypothese, dass der Zuchtfortschritt auch in einer Akkumulation von Brutto-Wurzelmasse resultiert hat, konnte nicht bestätigt werden.

Tab. 2: Kumulierte Brutto-Wurzelmasse [dt TM ha⁻¹] der geprüften Sorten in Abhängigkeit des Termins (T); Wurzelmasse erfasst mit der ingrowth-core Methode (4-wöchentliches Intervall); die Symbole stellen die Signifikanzniveaus der Sequence-Tests dar.

Sorte	T 1		T 2		T 3		T 4		T 5
Brilliant	2.79	.	10.00		13.13		13.44		13.52
Blizzard	2.56		9.24		12.92		13.16		13.26
Tau	3.86	***	14.32		17.29		17.58		17.69
Mutin	2.47	***	12.82		16.94		17.20		17.26
Beketrio	1.62	***	11.86		14.03		14.22		14.39
Helix	2.57	***	13.59		17.72		18.21		18.23
Oldham	1.07	**	10.70		14.49		14.99		15.13
Lupus	2.10		8.17	***	17.25		17.15		16.35
Ronaldinio	2.43	***	13.73	.	18.65		20.56		20.64
LG 30224	1.72	.	8.19	*	13.26		13.74		13.84
Gesamtmittel	2.31		11.16		15.55		16.09		16.19

Für die mittels Wurzelbohrern erfasste Netto-Wurzelmasse belegt die varianzanalytische Auswertung für den Pflughorizont (0-30 cm) einen signifikanten Sorteneffekt, wohingegen für den Termin und die Interaktion kein Einfluss nachgewiesen werden konnte. Für die im Unterboden (30-60 cm) erhobenen Wurzeldata konnte kein Effekt der geprüften Faktoren abgesichert werden. Die regressionsanalytische Auswertung zeigt für beide Termine und beide Bodentiefen einen signifikanten Anstieg der Netto-Wurzelmasse mit dem Zulassungsjahr (Abb. 8), d.h. einen Zuchtfortschritt von bis zu 0.124 dt TM ha⁻¹ und Jahr. Dieser war höher zum Zeitpunkt kurz nach der weiblichen Blüte sowie in der oberen Bodenschicht. Einschränkend muss erwähnt werden, dass für den Termin Siloreife in 30-60 cm Bodentiefe die Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% leicht überschritten wurde. Die Ergebnisse bestätigen den für chinesisches Maismaterial dokumentierten Anstieg der Netto-Wurzelmasse neuerer Sorten (NING *et al.* 2014).

Der Anstieg der Netto-Wurzelmasse kann dahingehend interpretiert werden, dass durch den Zuchtfortschritt, d.h. eine verbesserte Assimilatversorgung der Wurzelmasse über einen länger grün und damit photosynthetisch aktiv bleibenden Blattapparat (THOMAS & OUGHAM 2014), die Umsetzungsprozesse der Wurzel verzögert sind. Dies wird bestätigt durch Berechnungen des Wurzelumsatzes, der über zwei methodische Herangehensweisen quantifiziert wurde. Zum einen wurden in den Varianten Brilliant und LG 30224 zusätzlich zu den fünf 4-wöchigen Intervallen der ingrowth core Methode ein 20-wöchiges Intervall beprobt. Während Brilliant und LG 30224 eine über 5 Intervalle (à 4 Wochen) kumulierte Wurzelmasse von 15.5 bzw. 13.8 dt TM ha⁻¹ aufwiesen, wurden für das 20-wöchige Intervall 5.9 bzw. 7.8 dt TM ha⁻¹ ermittelt, was einem Wurzelumsatz von 55% (Brilliant) bzw. 43% (LG 301224) entspricht. Zum anderen kann der Wurzelumsatz aus Brutto- und Netto-Wurzelmasse zum Zeitpunkt der Siloreife abgeleitet werden. Eine regressionsanalytische Auswertung zeigt eine negative Beziehung zum Jahr der Zulassung (ohne Abb.). Übereinstimmend berichten NING *et al.* (2014) eine geringere Abnahme der Netto-Wurzelmasse nach der weiblichen Blüte für neuere Sorten.

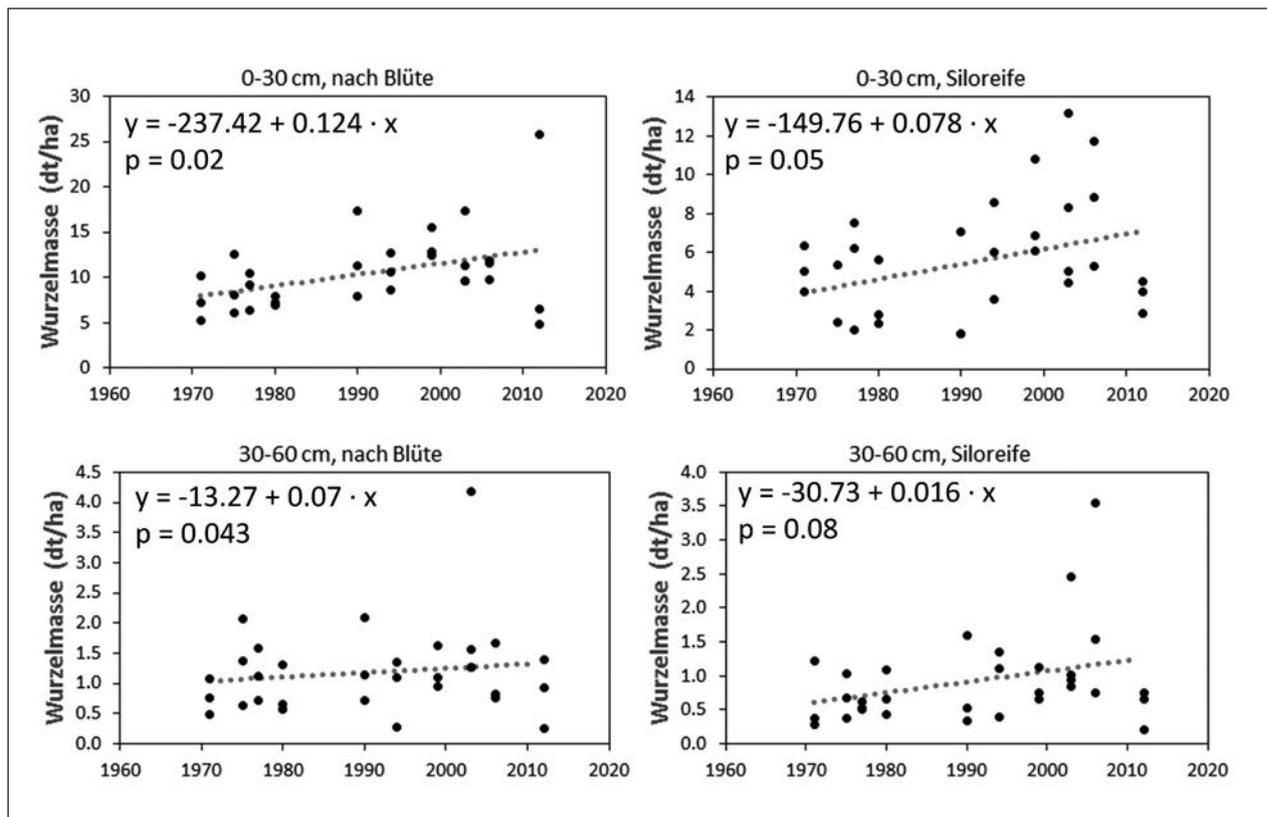


Abb. 2: Netto-Wurzelmasse [dt TM ha⁻¹] der 10 Silomaissorten, erfasst mit der Bohrkernmethode zum Zeitpunkt der weiblichen Blüte (links) und zur Siloreife (rechts) für 0-30 cm Bodentiefe (oben) und 30-60 cm Bodentiefe (unten).

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Ergebnisse des ersten Versuchsjahres belegen einen Zuchtfortschritt der erntbaren oberirdischen Biomasse von 1.15 dt ha⁻¹ und Jahr. Die höheren Erträge neuerer Silomaissorten sind jedoch nicht mit einer höheren Brutto-Wurzelmasse korreliert. Allerdings zeigen die Ergebnisse einen signifikanten Anstieg der Netto-Wurzelmasse von älteren zu neueren Sorten, d.h. die eingangs formulierte Hypothese kann nur zum Teil bestätigt werden. Die gesteigerte Netto-Wurzelmasse deutet auf eine verzögerte Wurzelseneszenz neuerer Sorten hin. Der Anstieg der Netto-Wurzelmasse ist jedoch deutlich geringer als der Ertragsanstieg der Sprossmasse. Eine Zunahme des Wurzel-Spross-Verhältnisses kann daher nicht bestätigt werden. Für detailliertere Informationen zur Wurzeldynamik wird im Versuchsjahr 2016 die Brutto-Wurzelmasse auch im Unterboden (30-60 cm) quantifiziert.

Literatur

- Laidig, F., Piepho, H.-P., Drobek, T. & Meyer, U. (2014): Genetic and non-genetic long-term trends of 12 different crops in German official variety performance trials and on-farm yield trends, *Theoretical and Applied Genetics* 127, 2599-2617.
- Lauer, J.G., Coors, J.G. & Flannery, P.J. (2001): Forage yield and quality of corn cultivars developed in different eras, *Crop Science* 41, 1449-1455.
- Ning, P., Li, S., Li, X. & Li, C. (2014): New maize hybrids had larger and deeper post-silking root than old ones, *Field Crops Research* 166, 66-71.
- Steingrobe, B., Schmid, H. & Claasen, N. (2000): The use of the ingrowth core method for measuring root production of arable crops – influence of soil conditions inside the ingrowth core on root growth, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 163, 617-622.
- Thomas, H. & Ougham, H. (2014): The stay-green trait. *Journal of Experimental Botany* 65, 3889-3900.
- York, L.M., Galindo-Castañeda, T., Schussler, J.R. & Lynch, J.P. (2015): Evolution of US maize (*Zea mays* L.) root architectural and anatomical phenes over the past 100 years corresponds to increased tolerance of nitrogen stress, *Journal of Experimental Botany* 66, 2347-2358.

Was will der Klee, was braucht die Öko-Kuh und was ist eigentlich da? Zur Rolle des Klees im Nährstoffzyklus Boden-Klee/Gras-Rind am Beispiel eines ökologisch bewirtschafteten Primäraufwuchses

B. MAHNKE, M.-T. MACHNER, J. MÜLLER, N. WRAGE-MÖNNIG

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät,
Grünland und Futterbauwissenschaften, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

barbara.mahnke@uni-rostock.de

Einleitung und Problemstellung

Die Vielfalt an Bestandesbildnern des Wirtschaftsgrünlandes vermag sich sowohl positiv auf dessen Biomasseproduktion als auch auf diverse Ökosystemdienstleistungen auszuwirken (PIRHOFFER-WALZL *et al.*, 2013). Während die funktionelle Gruppe der Gräser hauptsächlich als Ertragsbildner und Energieträger des vom Grünland gewonnenen Futters in Erscheinung tritt und die Silierbarkeit des Erntegutes erhöht, spielen die Leguminosen mit hohen Mineralstoff- und Rohproteingehalten und ihrer Funktion als Stickstofffixierer besonders im ökologischen Landbau eine wichtige Rolle (PÖTSCH, 2009). 21% der ökologisch bewirtschafteten Grünlandflächen in Deutschland zeigen mit der Gehaltsklasse A eine Phosphorunterversorgung und teilweise deutlich negative P-Salden auf (KOLBE, 2015). Gleichzeitig haben Leguminosen einen hohen, artspezifischen Phosphorbedarf. DAVIS (1991) ermittelte mithilfe eines Feldversuchs in Neuseeland für *Trifolium repens* kritische Gehalte (für 90% des maximalen Ertrages) von 0,31% bis 0,34% in der oberirdischen Biomasse, für *Lotus corniculatus* Werte von 0,21% und 0,23%. Zur Versorgung von Milchkühen und Aufzuchtrindern werden zudem Phosphorkonzentrationen von 2,6 g kg⁻¹ TM (bei 10 kg Milch d⁻¹) bis 4,2 g kg⁻¹ TM (bei 50 kg Milch d⁻¹) in der Gesamtration benötigt (GfE, 2001). Mit der Untersuchung des ersten Aufwuchses eines phosphorarmen Grünlandstandortes wurde geprüft, ob die für den Klee und die Versorgung von Milchkühen kritischen Phosphorkonzentrationen eingehalten werden können und wie es sich mit weiteren Nährstoffen verhält.

Material und Methoden

Auf einem ökologischen Versuchsstandort in Nordostdeutschland (53°54'56,006" N 12°29'30,319" E; 8,7°C durchschnittliche Jahrestemperatur, 607 mm mittlerer jährlicher Niederschlag, 1981-2010; Bodenart IIS, pH 6,6) wurden die Mineralstoffversorgung von Gräsern und Grünlandleguminosen sowie deren Nährstoffgehalte zum ersten Aufwuchs 2015 untersucht. Der Versuch wurde im Frühjahr 2014 mit vier Wiederholungen etabliert. Die Schnittnutzung erfolgte dreimal im Jahr. Im Frühjahr wurden 40 kg P ha⁻¹ (Phytag G25) sowie insgesamt 100 kg ha⁻¹ K₂O (Kainit) in zwei Gaben vor dem ersten und nach dem zweiten Schnitt gedüngt. Die untersuchten Leguminosenarten sind *Trifolium repens sylvestre* (kleinblättriger Weißklee), *Trifolium repens giganteum* (großblättriger Weißklee) und *Lotus corniculatus* (gewöhnlicher Hornklee). Die gedrillten Graspartner sind *Lolium perenne*, *Festuca pratensis*, *Poa pratensis* und *Phleum pratense*. Im April 2015 wurden Bodenproben gezogen (0-10 cm Tiefe) und mittels DL-Methode (RIEHM, 1948) bestimmt. Im Mai 2015 wurde der Aufwuchs von 1 m x 1 m großen Teilplots komplett geerntet, nach funktionellen Gruppen (Gräser, Kräuter, Leguminosen) sortiert, die Ertragsanteile frisch per Wägung ermittelt und in Trockenmasseertragsanteile umgerechnet. Die Mineralstoffgehalte des getrockneten Erntegutes wurden mittels MS-ICP bestimmt. Für die Analyse der P-, K-, Ca- und Mg-Gehalte erfolgte vorher eine Reaktion mit HNO₃ und H₂O₂ sowie Aufschluss in der Mikrowelle. Die Gruppe der Kräuter wurde bei der Analyse aufgrund ihres teilweise sehr geringen Ertragsanteils vernachlässigt. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm R (Version 3.0.2, R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2011). Mittels t-Test, ANOVA und Tukey post hoc Test wurde geprüft, ob signifikante Unterschiede zwischen den Mineralstoffgehalten und Qualitätsparametern der untersuchten Varianten festzustellen sind. Die Signifikanzniveaus waren dabei: < 0.001 '****', < 0.01 '***', < 0.05 '**' und > 0.05 'n.s'.

Ergebnisse und Diskussion

Die Nährstoffgehalte des Bodens lagen jeweils an der unteren Grenze der Bodengehaltsklasse B und damit auf einem niedrigen Niveau. Die Schwankungen waren dabei z. T. erheblich. Die niedrigsten Gehalte an Phosphor zeigte die Variante mit *L. corniculatus*. Signifikante Effekte der Kleevarianten waren aber nicht feststellbar (Tab. 1). Bis zu einem K₂O-Gehalt von 10 mg 100 g⁻¹ (=8,3 mg K 100 g⁻¹) und einem

P₂O₅-Gehalt von 10 mg 100 g⁻¹ (=4,4 mg 100 g⁻¹) sollte im ökologisch bewirtschafteten Grünland wegen des hohen Bedarfs von Klee eine entsprechende K- bzw. P-Düngung vorgenommen werden (DRANGMEISTER, 2011).

Tab. 1: Vergleich der Boden-Nährstoffgehalte in Versuchsgliedern mit unterschiedlichen Leguminosen. Signifikante Unterschiede waren nicht vorhanden.

		<i>T. repens sylvestre</i>	<i>T. repens giganteum</i>	<i>L. corniculatus</i>
P	mg 100 g ⁻¹	2,9 ± 1,3	3,2 ± 2,1	2,3 ± 0,7
K	mg 100 g ⁻¹	6,3 ± 1,6	5,8 ± 0,3	6,4 ± 2,2
Mg	mg 100 g ⁻¹	5,9 ± 1,4	6,3 ± 0,7	6,4 ± 1,4

n=12, 4 pro Art

Die Leguminosenarten konnten im kurzen Versuchszeitraum noch keinen signifikanten Effekt auf die Ertragsanteile der funktionellen Gruppen entfalten. Die Variante mit *T. repens sylvestre* zeigte bislang den größten Kräuteranteil, die mit *T. repens giganteum* den größten Gräseranteil, während die Bestände mit *L. corniculatus* im Mittel einen höheren Leguminosenanteil aufwiesen (Tab. 2).

Tab. 2: Vergleich der Trockenmasse-Ertragsanteile der funktionellen Gruppen und der Gesamterträge in Abhängigkeit von der angesäten Leguminose in der Mischung. Signifikante Unterschiede waren nicht vorhanden.

		<i>T. repens sylvestre</i>	<i>T. repens giganteum</i>	<i>L. corniculatus</i>
Anteil Gräser	%	63,0 ± 10,0	70,5 ± 27,4	54,3 ± 12,9
Anteil Leguminosen	%	26,5 ± 11,0	29,1 ± 27,8	41,5 ± 14,7
Anteil Kräuter	%	10,5 ± 7,1	0,4 ± 0,6	4,2 ± 6,9
Ertrag gesamt	dt ha ⁻¹	35,8 ± 9,2	30,4 ± 3,7	32,9 ± 11,3

n=12, 4 pro Art

Während sich die untersuchten Mineralstoffgehalte der beiden funktionellen Gruppen Gräser und Leguminosen signifikant voneinander unterschieden, scheint die Leguminosenart keinen Einfluss darauf gehabt zu haben (Tab. 3). PETERSON et al. (2013) zeigten, dass die botanische Zusammensetzung der Grünlandnarbe schon in den ersten Jahren nach ihrer Etablierung wenig Einfluss auf die Mineralstoffgehalte hat, sondern diese hauptsächlich von der Bewirtschaftung der Fläche beeinflusst werden. Im Gegensatz zu unseren Ergebnissen stellten LIEBISCH et al. (2013) in Leguminosen höhere P-Gehalte als in Gräsern fest. Für eine optimale Versorgung sollte das N/P-Verhältnis der Gräser nach LIEBISCH et al. (2013) zwischen 5,5 und 9 liegen, was hier zutrifft. Kritische N/P-Verhältnisse bezüglich des Wachstums unterscheiden sich je nach Pflanzenart. Für *T. repens* liegt das kritische N/P-Verhältnis im Bereich 13-18 (GÜSEWELL et al., 2004). Unsere Ergebnisse weisen demnach auf eine möglicherweise unzureichende Versorgung des Weißklee hin. Zudem wurden die artspezifischen, auf den Ertrag bezogenen kritischen Phosphorkonzentrationen des Weißklee nach DAVIS (1991) von 0,31% bis 0,34% ebenso wie die Empfehlungen der GfE (2001) bezüglich der P-Konzentrationen größtenteils unterschritten. Die für *L. corniculatus* niedrigeren kritischen P-Konzentrationen nach DAVIS (1991) von 0,21% und 0,23% wurden im Mittel erreicht. *L. corniculatus* hat eine hohe Phosphornutzungseffizienz, kann also auch wenig P sehr effizient in Biomasse umsetzen (CASTILLO et al., 2013). Er stellt somit auf P-armen Standorten eine gute Alternative zum Weißklee dar und kann diesen deutlich in der Biomasseproduktion übertreffen (CASTILLO et al., 2013; DAVIS, 1991). Dieses Potenzial des Hornklee zeigte sich auch in unserem Versuch. Das geringe P-Angebot wurde von ihm effizient in Biomasse umgesetzt.

Auch Schwefelmangel (N/S > 15) kann zu einer verringerten Stickstofffixierung, zu Ertragsverlusten und geringeren Leguminosenanteilen führen (DIMITO & SADRAS, 2014, FISCHINGER et al. 2011, LEISEN et al., 2011). Unsere Grünlandfläche scheint ausreichend mit Schwefel versorgt zu sein. Bezüglich der Calciumkonzentrationen liegen die Empfehlungen der GfE (2001) bei 4,1 bis 6,7 g kg⁻¹ TM, im Falle des Magnesiums bei 1,6 g kg⁻¹ TM. Dieser Bedarf wird dank des hohen Anteils an Leguminosen in allen Varianten gedeckt.

Tab. 3: Vergleich der Mineralstoffgehalte und der nutritiven Parameter der funktionellen Gruppen sowie der einzelnen Leguminosenarten im Versuch. Signifikante Ergebnisse sind fett gedruckt.

		Gräser	Leguminosen	<i>T. repens sylvestre</i>	<i>T. repens giganteum</i>	<i>L. corniculatus</i>
P	g kg ⁻¹	2,5 ± 0,2	2,2 ± 0,3	2,2 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,1 ± 0,4
N	g kg ⁻¹	17,4 ± 2,9	38,9 ± 2,7	39,0 ± 2,3	38,1 ± 4,5	39,5 ± 0,8
C	g kg ⁻¹	418,3 ± 2,3	404,0 ± 5,8	403,0 ± 4,9	401,4 ± 5,4	407,6 ± 6,5
S	g kg ⁻¹	3,5 ± 0,2	3,2 ± 0,2	3,2 ± 0,2	3,1 ± 0,3	3,3 ± 0,3
Ca	g kg ⁻¹	3,7 ± 0,3	19,9 ± 2,6	19,7 ± 2,6	20,8 ± 2,3	19,3 ± 3,4
K	g kg ⁻¹	23,9 ± 2,4	26,0 ± 3,1	26,5 ± 3,1	28,2 ± 1,2	23,3 ± 2,7
Mg	g kg ⁻¹	1,1 ± 0,1	2,9 ± 0,3	2,7 ± 0,2	3,1 ± 0,3	2,8 ± 0,5
C/N	-	24,5 ± 3,5	10,4 ± 0,7	10,4 ± 0,5	10,6 ± 1,2	10,3 ± 0,1
N/P	-	6,9 ± 0,7	17,9 ± 2,6	17,8 ± 1,1	16,8 ± 1,4	19,2 ± 4,1
N/S	-	4,9 ± 0,6	12,2 ± 0,6	12,3 ± 0,3	12,2 ± 0,8	12,0 ± 0,8

n=12, 4 pro Art

Schlussfolgerungen

Auf unterversorgten Grünlandstandorten ist gerade im ökologischen Landbau eine Phosphor- und Kalidüngung dringend zu empfehlen, um den hohen Bedarf der Leguminosen hinsichtlich dieser Nährstoffe abzudecken und so ihr Ertragspotenzial sowie ihre Stickstofffixierung und -bereitstellung für die gesamte Narbe zu erhöhen. In einer gezielten Phosphordüngung liegt außerdem das Potenzial, die Qualität des Futters mit einer Erhöhung des Phosphorgehaltes zu verbessern und auf eine Zufütterung eher verzichten zu können. Wenngleich die Leguminosenart keinen signifikanten Effekt auf die Mineralstoffgehalte zeigte, so kann mit der Wahl einer bestimmten Leguminosenart doch eine standortangepasste Bewirtschaftung erfolgen und auch dadurch der Leguminosenanteil und der Ertrag der Fläche erhöht werden. Dafür wäre eine gezielte Untersuchung kritischer Mineralstoffgehalte verschiedener Leguminosenarten für die gemäßigten Breiten wünschenswert.

Literatur

- CASTILLO, C., ACUÑA, H., ZAGAL, E. & INOSTROZA, L. (2013): Phosphorus absorption and use efficiency by Lotus spp. under water stress conditions in two soils: A pot experiment. Chilean journal of agricultural research 73, 31-40.
- DAVIS, M. R. (1991): The comparative phosphorus requirements of some temperate perennial legumes. Plant and Soil 133, 17-30.
- DIMITO, G. A. & SADRAS, V. O. (2014): How do phosphorus, potassium and Sulphur affect plant growth and biological nitrogen fixation in crop and pasture legumes? A meta-analysis. Field Crops Research 156, 161-171.
- DRANGMEISTER, H. (2011): Ökologische Grünlandbewirtschaftung Weidewirtschaft-Schnittnutzung-Pflege, D2 Spezieller Pflanzenbau, Informationsmaterialien über den ökologischen Landbau (Landwirtschaft einschließlich Wein-, Obst- und Gemüsebau) für den Unterricht an landwirtschaftlichen Berufs- und Fachschulen, BLE.
- FISCHINGER, S. A., BECKER, K. & LEITHOLD, G. (2011): Auswirkungen unterschiedlicher S-Versorgungszustände auf den N-Flächenertrag eines Luzerne-Grasbestandes. In: Leithold, G., Becker, K., Brock, C., Fischinger, S., Spiegel, A.-K., Spory, K., Wilbois, K.-P. & Williges, U. (Hrsg) (2011): Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis. Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Justus-von-Liebig-Universität Gießen, 15.-18. März 2011, Verlag Dr. Köster Berlin, 183-184.
- GfE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
- GÜSEWELL, S. (2004): N:P ratios in terrestrial plants: variation and functional significance. New Phytologist 164, 243-266.
- KOLBE, H. (2015): Wie ist es um die Bodenfruchtbarkeit im Ökolandbau bestellt: Nährstoffversorgung und Humusstatus? Bodenfruchtbarkeit - Grundlage erfolgreicher Landwirtschaft (BAD Tagungsband 2015), Bundesarbeitskreis Düngung (BAD), Frankfurt/Main, 89-123.

LEISEN, E., HOF-KAUTZ & LASER, H. (2011): Schwefelmangel bei Grünland und Klee gras? Praxistest und Status-quo-Analyse, <http://www.oekolandbau.nrw.de/forschung/projekte-versuche-nrw/detail.php?mID=707&seite=8&limit=30&sortierung=thema&passend=Alle&text=&top5=Alle%20Kategorien&adresseID=Alle%20Institutionen&projekt=Alle%20Projekte&richtung=DESC&>. Stand: 03.06.2016

PIRHOFFER-WALZL, K., ERIKSEN, J., RASMUSSEN, J., HØGH-JENSEN, H., SØEGAARD, K. & RASMUSSEN, J. (2013): Effect of four plant species on soil 15N-access and herbage yield in temporary agricultural grasslands. *Plant Soil* 371, 313-325.

PÖTSCH, E. M. (2009): Einflussfaktoren auf Ertrag und Qualität von Grünlandfutter. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Tierärztetagung 2009, 5-14.

R CORE DEVELOPMENT TEAM (2011): R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.

RIEHM (1948): Arbeitsvorschrift zur Bestimmung der Phosphorsäure und des Kaliums nach Lactatverfahren. *Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde* 40, 152-156, 170-172.

Lichtverhältnisse in extensiv genutzten Grünlandbeständen

U. THUMM UND M. ESSIG

Universität Hohenheim, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften

ulrich.thumm@uni-hohenheim.de

Einleitung und Problemstellung

Der Erhalt extensiv genutzter artenreicher Grünlandflächen ist aufgrund ihrer ökologischen Funktionen und abnehmender Verbreitung von großer Bedeutung. Im Rahmen von Landschaftspflege- und Agrarumweltprogrammen wird daher eine angepasste Bewirtschaftung gefördert. Häufig haben diese Grünlandflächen einen Schutzstatus nach der FFH-Richtlinie oder Biotopschutzgesetzen und stehen im Fokus von Politik und Öffentlichkeit. Trotzdem wird über einen Rückgang artenreicher Grünlandflächen berichtet und der Gesamttrend des Erhaltungszustandes von FFH-Mähwiesen wird negativ eingeschätzt (BfN, 2014). Als Ursachen werden die Intensivierung der Flächen mit Anstieg der Schnitthäufigkeiten und vermehrter Düngereinsatz genannt (DIETERICH und KANNENWISCHER, 2012). Artenreiche Grünlandflächen sind allerdings auch durch zu extensive oder fehlende Bewirtschaftung gefährdet (SCHRÖDER *et al.* 2008).

Im Rahmen eines von der Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg geförderten Forschungsvorhabens wurden auf einer artenreichen Grünlandfläche die Düngung und der Schnittzeitpunkt des ersten Aufwuchses variiert und die Lichtverhältnisse im Bestand untersucht. Ziel der Untersuchung war es, die Auswirkung der variierten Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Lichtverhältnisse im Bestand zu erfassen und mögliche Zusammenhänge mit der Bestandsentwicklung zu erkennen.

Material und Methoden

Auf einer FFH-Mähwiese (2-Schnittnutzung) mit gutem Erhaltungszustand im Vorland der Schwäbischen Alb bei Kirchheim/Teck (470 m ü. NN) wurde im Mai 2013 ein 2-faktorieller Feldversuch als randomisiertes Blockdesign mit drei Wiederholungen angelegt. Die Parzellengröße beträgt 25 m² (5 x 5 m). Versuchsfaktoren sind die Düngung (KAS, Superphosphat, KCl) und der Zeitpunkt des Schnitts des ersten Aufwuchses (siehe Tab. 1). Der zweite Schnitt erfolgte einheitlich Mitte September.

Tab. 1: Untersuchungsfaktoren

Faktor	Level
Düngung	ohne
	PK: P ₂ O ₅ (35 kg ha ⁻¹ a ⁻¹) / K ₂ O (120 kg ha ⁻¹ a ⁻¹)
	NPK: N (35 kg ha ⁻¹ a ⁻¹) / P ₂ O ₅ (35 kg ha ⁻¹ a ⁻¹) / K ₂ O (120 kg ha ⁻¹ a ⁻¹)
Schnittzeitpunkt	S1: Mitte Mai S1: 08.05.2014 S2: 26.05.2014 S1: 13.05.2015 S2: 02.06.2015
	1. Aufwuchs

Die Lichtmessungen erfolgten mit einem „Sun Scan Canopy Analysis System“ jeweils kurz vor der ersten Nutzung der entsprechenden Varianten. Das Gerät erfasst die photosynthetisch aktive Strahlung mit einer 1 m langen Sonde mit 64 Sensoren. Mit Hilfe einer Auflage konnte das Gerät in verschiedenen Höhen (10 cm Abstufung) positioniert werden. Die Messwerte werden in Prozent der Lichtstärke der obersten Messhöhe dargestellt. Dadurch werden die aufgrund unterschiedlicher Witterungsbedingungen an den

verschiedenen Messtagen variierende Ergebnisse der Lichtmessungen vergleichbar. Die Erfassung der Bestandszusammensetzung erfolgte als Schätzung der Ertragsanteile nach Klapp/Stählin vor der ersten Nutzung.

Ergebnisse und Diskussion

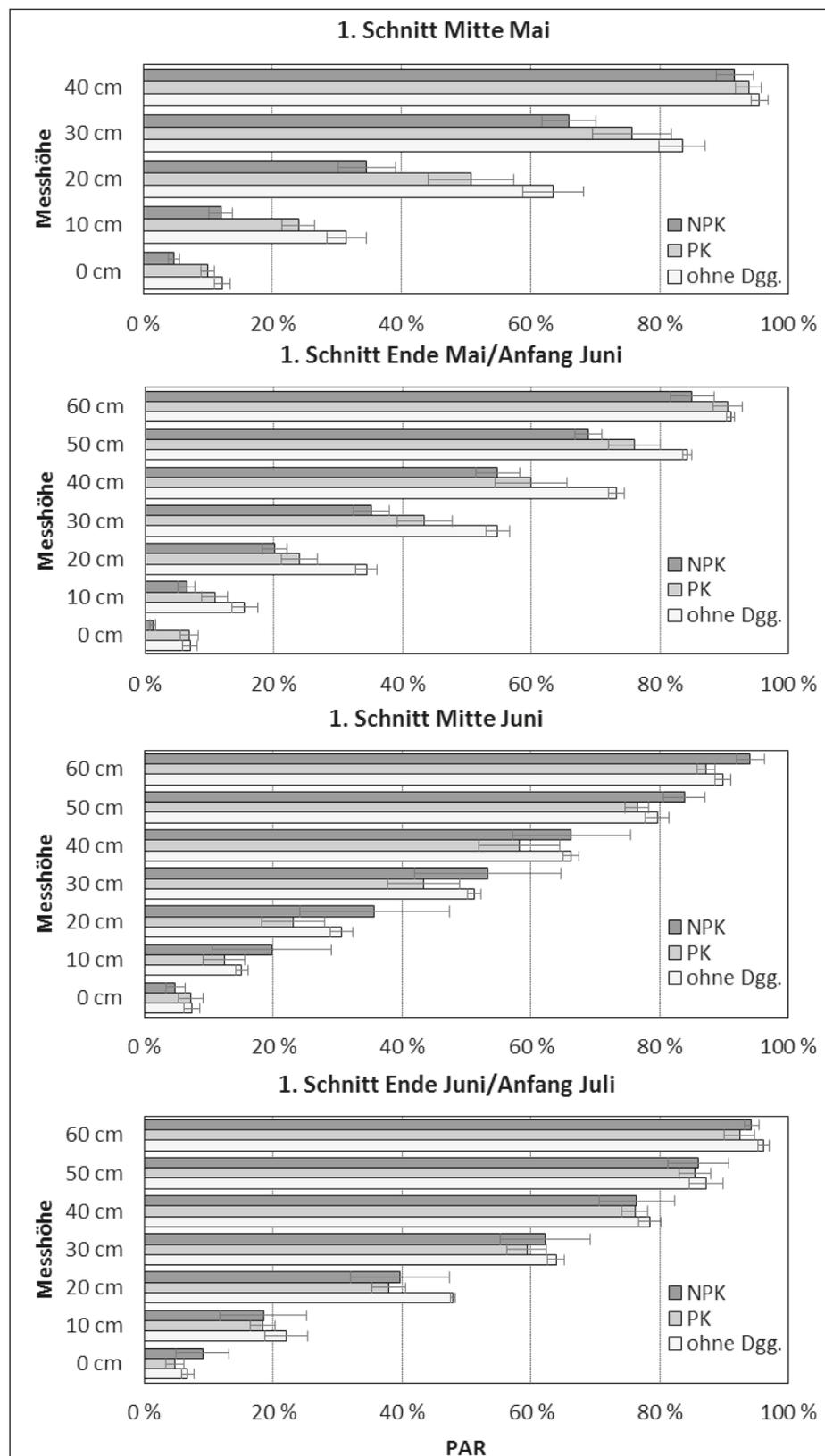


Abb. 1: Photosynthetisch aktive Strahlung (PAR) und Standardabweichung in verschiedenen Bestandesschichten im 3. Versuchsjahr (in % der Strahlung der obersten Messhöhe)

Die Ergebnisse der Lichtmessungen zeigen bei einem ersten Schnitt Mitte Mai und Ende Mai/Anfang Juni einen deutlichen Einfluss der Düngung auf die Strahlungsmenge in den unteren Bestandsschichten. Durch Düngung, insbesondere N-Zufuhr, wurden vor allem die Gräseranteile gefördert (Tab. 2) und entsprechend war ein Rückgang der Kräuter und Leguminosenanteile zu beobachten. Besonders hochwüchsige Gräser wie *Arrhenatherum elatius* und *Festuca pratensis* konnten sich ausbreiten, während Untergräser wie *Lolium perenne* und *Poa pratensis* keinen Vorteil durch Düngung hatten. Die Anteile von *Festuca rubra* und *Trisetum flavescens* nahmen sogar ab. Von den Kräutern wurden *Centaurea jacea*, *Knautia arvensis*, *Leucanthemum vulgare* und *Salvia pratensis* bei besserem Nährstoffangebot durch die Gräser zurückgedrängt, während *Centaurea scabiosa*, *Crepis biennis* und *Galium mollugo* weniger stark beeinflusst wurden. Die bekannte Förderung von *Heracleum sphondylium* war nur bei frühen Schnittterminen zu erkennen. Auch die Untersuchungen von HAUTIER *et al.* (2009) ergaben, dass die Lichtkonkurrenz die Biodiversität von Grünlandbeständen beeinflusst. Düngung senkt demnach nicht durch eine direkte Nährstoffwirkung, sondern vor allem durch eine Verstärkung der Lichtkonkurrenz die Artenzahlen.

Tab. 2: Bestandszusammensetzung (% Ertragsanteile) im 3. Versuchsjahr

Schnitttermin 1. Aufwuchs	Mitte Mai			Mai/Juni			Mitte Juni			Juni/Juli		
	ohne	PK	NPK	ohne	PK	NPK	ohne	PK	NPK	ohne	PK	NPK
Gräser (Summe)	54	53	67	56	61	75	51	63	72	56	60	73
<i>Arrhenatherum elatius</i>	8	12	17	19	23	31	12	25	34	18	20	35
<i>Dactylis glomerata</i>	1	2	7	2	3	4	2	2	5	2	2	5
<i>Festuca pratensis</i>	3	2	6	3	3	7	2	4	5	2	4	5
<i>Festuca rubra</i>	18	14	9	10	9	6	11	9	5	11	8	6
<i>Holcus lanatus</i>	3	4	6	5	10	12	5	4	9	5	7	7
<i>Lolium perenne</i>	4	4	4	2	2	3	2	1	2	1	2	2
<i>Poa pratensis</i>	5	4	5	2	1	2	2	1	1	2	1	2
<i>Poa trivialis</i>	2	1	3	3	3	6	2	3	5	3	5	5
<i>Trisetum flavescens</i>	5	3	4	5	4	3	5	6	4	8	7	5
sonstige Gräser	5	7	6	5	3	1	8	8	2	4	4	1
Kräuter (Summe)	42	41	31	40	34	24	45	33	26	42	36	25
<i>Centaurea jacea</i>	2	2	+	4	3	1	5	1	1	2	2	1
<i>Centaurea scabiosa</i>	9	9	7	6	3	2	9	7	6	2	3	4
<i>Crepis biennis</i>	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1	2	1
<i>Galium mollugo</i>	2	2	2	1	2	1	1	3	2	4	2	2
<i>Heracleum sphondylium</i>	3	3	7	3	4	6	2	3	3	6	4	4
<i>Knautia arvensis</i>	7	8	3	8	7	3	7	6	3	10	9	4
<i>Leucanthemum vulgare</i>	2	1	+	3	1	+	5	2	+	2	1	+
<i>Salvia pratensis</i>	6	6	2	4	5	3	9	5	3	6	4	4
sonstige Kräuter	9	8	9	9	7	7	6	4	7	9	9	5
Leguminosen (Summe)	4	6	2	4	5	1	4	4	2	2	4	2
<i>Lotus corniculatus</i>	1	1	+	1	1	+	+	1	+	1	+	+
<i>Trifolium pratense</i>	+	1	+	2	2	+	2	1	1	+	1	+
<i>Trifolium repens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Vicia sepium</i>	1	2	2	+	1	+	+	1	1	+	1	1
sonstige Leguminosen	2	2	+	1	1	+	2	1	+	+	2	+

Bei einem späteren Schnitt des 1. Aufwuchs (Mitte Juni, Ende Juni/Anfang Juli) ist der Effekt der Düngung auf die Lichtverhältnisse in den Beständen nicht mehr so stark ausgeprägt (Abb. 1). Die Gräser werden durch eine N-Düngung stark gefördert und dementsprechend reduzierten sich die Kräuter- und Leguminosenanteile (Tab. 2). Für den Erhalt artenreicher Grünlandflächen scheint daher die Kombination von Düngung und späten Nutzungsterminen besonders negativ zu wirken. Es stellt sich jedoch die Frage, inwieweit bei einer früheren Nutzung mit noch günstigeren Lichtverhältnissen in der unteren Bestandschicht noch eine generative Vermehrung der Pflanzen möglich ist. Daher könnten sich bei längerer Untersuchungsdauer andere Reaktionen der Pflanzenbestände zeigen als bisher beobachtet wurde, da eine eingeschränkte Regeneration über Samenbildung bei ausdauernden Arten erst mit einer Zeitverzögerung am Bestand erkennbar wird.

Schlussfolgerungen

Die Lichtverhältnisse in Pflanzenbeständen scheinen in engem Zusammenhang mit der Bestandszusammensetzung von extensiven Grünlandbeständen zu stehen. Daher könnte die Bestimmung der Lichtintensität bzw. damit direkt korrelierte Bestandseigenschaften wie Wuchshöhe und Triebdichte geeignete Messgrößen für eine Vorhersage der Entwicklung der Erhaltungszustände von Grünlandbeständen mit hoher Diversität darstellen. Diese lässt sich aus der aktuellen botanischen Zusammensetzung nicht direkt ableiten.

Literatur

BFN (2014): Nationaler Bericht. Bewertung der FFH-Lebensraumtypen. Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie. Bundesamt für Naturschutz.

DIETERICH M. UND KANNENWISCHER N. (2012): Defizitanalyse Natura 2000. Situation von artenreichem Grünland im süddeutschen Raum. NABU – Bundesverband.

HAUTIER, Y., NIKLAUS, P.A. & HECTOR, A. (2009): Competition for light causes plant biodiversity loss after eutrophication. *Science* 324, 636-638.

SCHRÖDER, E., SSYMANK, A., VISCHER-LEOPOLD, M. & ERSFELD, M. (2008): Die Umsetzung der FFH-Richtlinie in der Agrarlandschaft. *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung* 20, 264-274.

Posterbeiträge

Technologie

Optimierung der satellitengestützten Erfassung von Schnittterminen durch RADOLAN-Niederschlagsdaten

K. GRANT¹⁾, M. WAGNER²⁾, R. SIEGMUND²⁾, H. MAIER³⁾, S. HARTMANN¹⁾

1) Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising

2) GAF AG, München

3) Agrarmeteorologie, Deutscher Wetterdienst, Weißenstephan - Freising,

kerstin.grant@lfl.bayern.de

Einleitung und Problemstellung

Mit Methoden der Fernerkundung können flächenhafte Veränderungen auf der Erdoberfläche gut erfasst werden. In dieser Studie wurden Radardaten genutzt, um über die Veränderung der Radarrückstreuung in zeitlich nah aufeinanderfolgenden Radaraufnahmen Schnitte im Grünland auf Einzelschlagebene zu detektieren (GRANT *et al.*, 2015a, b). Bisher hängt die Erfassung des Schnitttermins bzw. des Zeitraumes, in dem ein Schnitt nach dieser Methode detektiert wird, von der Aufnahmehäufigkeit des Testgebietes durch das Radarsystem ab. Allein auf Grundlage der frei verfügbaren Sentinel-1A Radardaten des europäischen Erdbeobachtungsprogramms Copernicus konnten mittels dieser Methode die Schnitte im Mai 2015 auf einen Zeitraum von 6-12 Tage eingegrenzt werden. Da Grünland in der Regel an Regentagen oder unmittelbar vor längeren, meist angekündigten Niederschlagsereignissen nicht geschnitten wird, könnte die Nutzung von flächendeckenden Wetterdaten einer weiteren Einschränkung der Schnittzeiträume dienen. Der Deutsche Wetterdienst hat mit den Wasserwirtschaftsverwaltungen der Bundesländer (LAWA) das Routineverfahren RADOLAN (Radar-Online-Aneichung) entwickelt, das räumlich und zeitlich hoch aufgelöste Niederschlagsdaten aus einem Netz von 17 Radar- und ca. 1200 Bodenniederschlagsstationen liefert (DWD 2015). Im Folgenden wird gezeigt, wie RADOLAN- Daten für eine weitere Einschränkung der in der Studie bestimmten Schnittzeiträume genutzt werden konnten.

Material und Methoden

Als Datengrundlage dieser Arbeit dienten frei verfügbare Sentinel-1A Radaraufnahmen (Pixelauflösung 10 m x 10 m) vom 10.4., 4.5., und 16. Mai 2015 (absteigender Orbit) und 27.4. und 9.5.15 (aufsteigender Orbit). Des Weiteren wurden hochaufgelöste (3 m x 3 m) Radaraufnahmen des COSMO-SkyMed Systems (CSK) vom 1., 9. und 17. Mai 2015 (absteigend) sowie 2., 10., 14. Mai 2015 (aufsteigend) verwendet, die freundlicherweise durch den Datenanbieter e-GEOs zur Verfügung gestellt wurden.

Die Detektion der Schnitte im Grünland beruht auf der Änderung der Rückstreuintensität von Radarwellen. Durch einen Schnitt verändern sich die Höhe und Form des Grünlandbestandes und damit auch die Stärke der Radarrückstreuung. Durch den Vergleich von Radarsignalen zwischen jeweils zwei terminlich aufeinanderfolgenden Radaraufnahmen können so Schnitte festgestellt und zeitlich eingeordnet werden (siehe auch GRANT *et al.* 2015a, b). Für die Ermittlung der Schnitttermine wurden zunächst die Radarsignale der jeweiligen Aufnahmepaare eines Satellitensystems mit gleicher Aufnahmegeometrie verglichen und die Schnitte einem Zeitraum zugeordnet (z.B. für Sentinel-1A (absteigend): „10.4.-3.5.“ oder „4.-16.5.“). Danach wurden die detektierten Zeiträume der einzelnen Systeme kombiniert, so dass sich die Schnitte im Testgebiet auf Zeiträume von wenigen Tagen einschränken ließen (Abb. 1A).

In einem weiteren Schritt wurden Niederschlagsdaten im Zeitraum 27.4.-17.5.2015 über dem Testgebiet betrachtet. Hierzu wurden RADOLAN-Daten vom Server des Deutschen Wetterdienstes in täglicher Auflösung bezogen, mit einer PythonTM- Anwendung gelesen und als projizierte Rasterdatei nach ArcGIS (ESRI Deutschland GmbH) exportiert. In ArcGIS wurden alle relevanten RADOLAN-Grids (1 km x 1 km, Tab. 1) mit der Shapedatei der einzelnen Grünlandfeldstücke verschnitten. Somit wurden jedem Feldstück tägliche Niederschlagswerte zugewiesen. Als Kriterium für die Auswertung der täglichen Niederschlagswerte galt, dass ein Schnitt an einem Tag sehr wahrscheinlich durchgeführt werden kann, wenn der Niederschlag an diesem Tag sowie der Tagesniederschlag des Folgetages gleich 0 mm sind.

Tab. 1: Tagesniederschlagssummen (in mm) vom 1. bis 15. Mai 2015 in allen verwendeten RADOLAN-Grids des Testgebietes

RADOLAN Grid-Nr.	1.5.	2.5.	3.5.	4.5.	5.5.	6.5.	7.5.	8.5.	9.5.	10.5.	11.5.	12.5.	13.5.	14.5.	15.5.
75377	27,3	4,1	18,9	0	0	18,4	0	0	6,2	0	0	0	0	25,3	6,9
74477	29,5	4,9	16,9	0	0	18,2	0	0	4,8	0	0	0	0	25,9	7,7
74478	28	5,2	16,4	0	0	13,7	0	0	4,5	0	0	0	0	24,9	8,2
74479	26	4,7	16,8	0	0	15,7	0	0	4,2	0	0	0	0	23,5	7,6
73577	27,7	6,8	16,2	0	0	15,9	0	0	4	0	0	0	0	31,8	8
73578	28	5,8	17	0	0	14,4	0	0	4,3	0	0	0	0	26,1	8,5
73579	28,3	5,3	17,4	0	0	13,5	0	0	0	0	0	0	0	25,5	8

Ergebnisse und Diskussion

Auf Grundlage der Sentinel-1A Radardaten konnten die Grünlandschnitte im Mai 2015 auf einen Zeitraum von 6-12 Tagen eingegrenzt werden. Durch die Kombination der Sentinel-1A Daten mit zusätzlich erworbenen Radardaten des COSMO-SkyMed Systems konnten hier die Schnittzeiträume weiter auf 4-8 Tage eingeschränkt werden. Die Auswertung aller Radaraufnahmen ergab somit im Beobachtungszeitraum 10.4. bis 17.5.2015 für das Testgebiet sechs mögliche Schnittzeiträume: „1.-9.5.“, „2.-9.5.“, „4.-9.5.“, „9.-10.5.“, „10.-14.5.“ und „10.-15.5.“ (Abb.1A). Für die genauere Bestimmung der Schnitttermine allein auf Basis frei verfügbarer Radardaten sollen künftig auch die Daten des Satelliten Sentinel-1B (gestartet am 25.4.2016, momentan noch in der Testphase) verwendet werden. Mit den zusätzlichen Sentinel-1B Daten wird sich sehr wahrscheinlich eine Verbesserung der Detektion von möglichen Schnitten im Grünland auf einen Zeitraum von ca. 3-6 Tage ergeben.

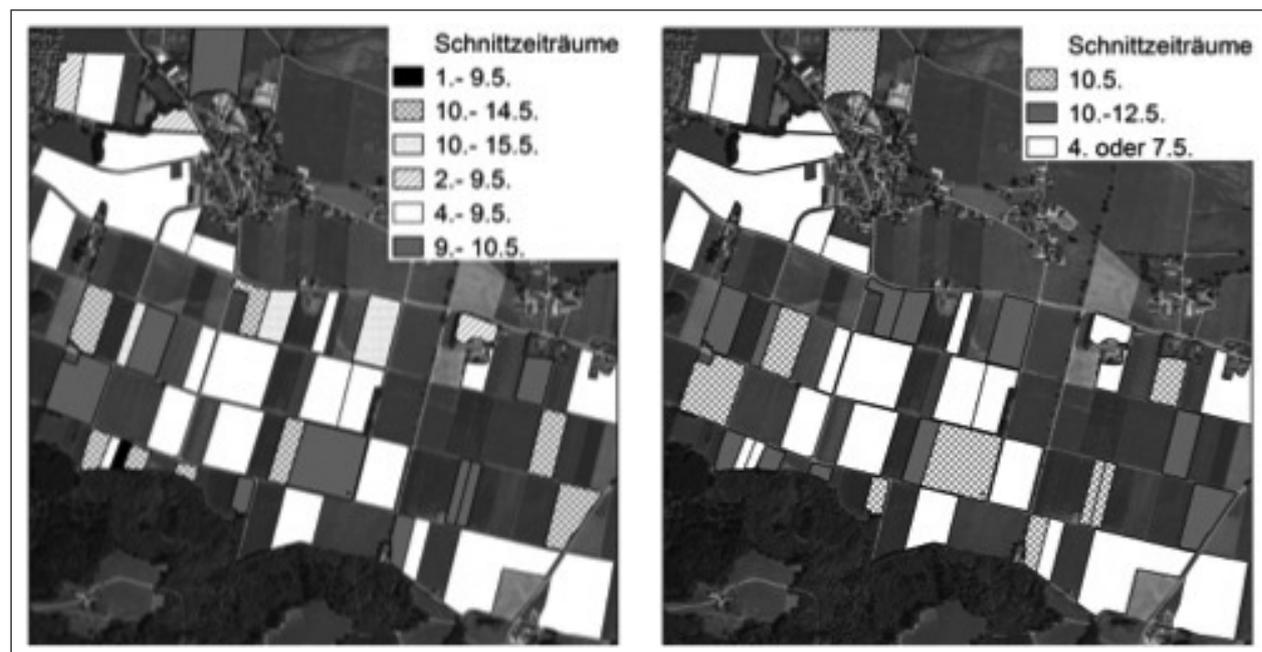


Abb. 1: Ermittelte Schnittzeiträume aus Kombination aller Radaraufnahmen im Beobachtungszeitraum 10.4.-17.5.2015 (A) sowie Schnittzeiträume korrigiert mit Hilfe von RADOLAN-Tagesniederschlagsdaten (B); Quelle des unterlegten Satellitenbildes: ESRI

Darüber hinaus zeigte diese Studie, dass die RADOLAN-Niederschlagsdaten des Deutschen Wetterdienstes für die Schnitttermineingrenzung ebenfalls hilfreich sind. Laut diesen Niederschlagsdaten und dem angewandten Auswahlkriterium waren nur die Tage 4., 7., 10., 11. und 12.5. geeignet, um Grünland zu schneiden und grenzen damit die per Radaraufnahmen detektierten Schnittzeiträume weiter ein (Abb. 1B). Am 5., 8. und 13.5. gab es zwar keinen Niederschlag, als Schnitttermine sind diese Tage aber als eher unwahrscheinlich anzusehen, da Niederschlag am jeweiligen Folgetag fiel und somit das geschnitte-

ne Gras nicht trocknen könnte. Hier wird davon ausgegangen, dass die jeweiligen Regenereignisse den Landwirten bereits am Vortag angekündigt waren und nicht als spontane Regenereignisse eintraten. Auch wird hier angenommen, dass kein Grasschnitt sofort nach dem Schnitt entfernt wurde wie bei der Frischfütterung. Es zeigte sich, dass RADOLAN zum Teil den gefallenen Niederschlag im direkten Vergleich mit Niederschlagsdaten von Versuchsstationen (hier: Karolinenfeld) auf Grund der zugrundeliegenden Methodik der Interpolation von Radar- und Ombrometerdaten überschätzt. Somit können auch vereinzelt Schnitttermine auf Feldstücken in Frage kommen, die mit dem hier angewandten Auswahlkriterium aber ausgeschlossen würden.

Tab. 2: Auswahlkriterien für mögliche Schnitttermine bei Betrachtung von täglichen und stündlichen RADOLAN-Niederschlagsdaten

Szenarien für Niederschlagsereignisse	Tagesniederschlag	Niederschlag des Folgetages	Uhrzeit des Niederschlages	Schnittwahrscheinlichkeit
Abendgewitter/ am Abend	0	>0	nach 12:00 Uhr	möglich
in der Nacht/ am Vormittag	>0	0	vor 12:00 Uhr	möglich

Durch eine zusätzliche Betrachtung von stündlich aufgelösten RADOLAN-Daten kämen zwei weitere Szenarien für die Auswahl von möglichen Schnittterminen in Frage: „Abendgewitter/ Abendniederschlag“ und „Nacht-/ Vormittagsniederschlag vor guter Wetterlage“ (Tab. 2). Durch diese Betrachtung könnten die Schnitttermine in Einzelfällen realistischer wiedergegeben werden, jedoch muss hier abgewogen werden, ob sich der zusätzliche Rechen- und Datenaufwand für den Informationsgewinn lohnt.

Schlussfolgerungen

Diese Studie zeigt, dass Schnitttermine im Grünland mittels frei verfügbarer Sentinel-1A Radaraufnahmen bestimmt und momentan auf einen Schnittzeitraum von 6-12 Tagen eingeschränkt werden können. Die Kombination von Satellitenbildern mehrerer Systeme (z.B. COSMO-SkyMed, Terra-SAR X, Sentinel-1B) verbessert die Genauigkeit des jeweiligen Schnittzeitraumes. Darüber hinaus sind die flächenhaft verfügbaren RADOLAN-Niederschlagsdaten hilfreich, um Tage mit Niederschlag zu ermitteln, an denen Schnitte im Grünland unwahrscheinlich sind. Dadurch lässt sich der Zeitraum des Schnittes, der mittels Radardaten erfasst wurde, weiter präzisieren.

Literatur

DWD 2015: RADOLAN Kurzbeschreibung – Radargestützte Analysen stündlicher Niederschlagshöhen im Echtzeitbetrieb für Deutschland (RADOLAN) und Mitteleuropa (RADOLAN-ME), http://www.dwd.de/DE/leistungen/radolan/radarniederschlagsprodukte/radolankurzbeschreibung_pdf.pdf?blob=publicationFile&v=4 (31.05.2016)

GRANT, K., SIEGMUND, R., WAGNER, M. & HARTMANN, S. (2015A): Satellite-based assessment of grassland yields, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 15XL-7/W3, 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment, Hrsg.: Schreier, G., Skrovseth, P.E., Staudenrausch H., Deutschland, 15-18.

GRANT, K., SIEGMUND, R., WAGNER, M., KLUSS, C., HERRMANN, A., TAUBE, F. & HARTMANN, S. (2015B): Flächenhafte Erfassung von Schnittterminen mittels Radartechnik zur Optimierung von Grünlandertragschätzungen, Tagungsband der 59. Jahrestagung der AGGF, Hrsg. Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei (LAZBW), ISBN: 978-3-00-049985-2, 40-45.

Vorhersage der Welkedauer vom Mähen bis zum Silieren bei unterschiedlichen Grünlandbeständen

J. PICKERT¹, T. HOFFMANN², A. HERRMANN³, J. THAYSEN⁴, G. WEISE⁵, K.-H. WELLENBROCK⁵

¹ Leibniz Zentrum für Agrarlandschaftsforschung,
Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

² Leibniz Institute für Agrartechnik Potsdam-Bornim,
Max-Eyth-Allee 100, 14 469 Potsdam

³ Grass and Forage Science/Organic Agriculture, Kiel University,
Herrmann-Rodewald-Str. 9, 24118 Kiel

⁴ Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein,
Grüner Kamp 15-17, 24768 Rendsburg

⁵ Paulinenauer Arbeitskreis Grünland und Futterwirtschaft e.V.,
Gutshof 7, 14641 Paulinenaue

pickert@zalf.de

Einleitung und Problemstellung

In Abhängigkeit vom Anteil an Leguminosen und von Weidelgräsern in der Grünlandnarbe und vom Ernteverfahren werden die gemähten Grünlandbestände (Mähgut) nach dem Mähen auf einen bestimmten Trockenmasse (TM) – Gehalt angewelkt, bevor sie als Siliergut in das Silo oder einen Folienschlauch eingebracht oder als Ballen eingewickelt werden. Damit sollen der Gärverlauf gesichert und die Silierbarkeit verbessert werden. Der optimale TM-Gehalt wird daher als Spanne angegeben und beträgt zumeist 30 bis 40 %. In den meisten Regionen Deutschlands liegen die Durchschnittswerte zwar im optimalen Bereich, umfassen aber meist nur 50 % und weniger der Grassilagen. Im Rest überwiegt je nach Jahreswitterung zu feuchtes oder zu trockenes Siliergut. Die TM-Gehalte der Grassilagen im Bereich des Futtermittellabors Waldsieversdorf des Landeskontrollverbandes Brandenburg e. V. in den letzten Jahren verdeutlichen beispielhaft die Situation für Brandenburg und Teile von Sachsen-Anhalt (Tab. 1).

Tab. 1: Anteil der Grassilagen (in %) nach TM-Gehalten im Einzugsbereich des Futtermittellabors des Landeskontrollverbandes Brandenburg e.V. (Quelle: Landeskontrollverband Brandenburg e.V.)

Jahr	< 350 g/kg OS	350 – 450 g/kg OS	451 - 600g/kg OS	> 600g/kg OS
2007	38	33	22	7
2008	41	34	20	5
2009	38	38	20	4
2010	51	28	16	5
2011	40	35	20	5
2012	38	34	22	6
2013	45	37	13	5
2014	49	31	15	5
2015	49	33	15	3

Das Problem ist nicht neu. Von 1981 bis 1986 wurden am damaligen Institut für Futterproduktion Paulinenaue (52°41' N, 12°43' E, Brandenburg) an mehr als 1.400 Parzellen der Verlauf des TM-Gehaltes nach dem Mähen des Grünlandes bis zur Silierung untersucht. Die errechneten Funktionsgleichungen ermöglichten die Beschreibung des Welkeverlaufes in Abhängigkeit vom Sättigungsdefizit bzw. von der Verdunstung sowie vom Mähgut (Frischmasse (FM) – Ertrag, TM-Gehalt, aufbereitet oder nicht aufbereitet, gewendet oder nicht gewendet, Verhältnis Mäh- zu Ablagebreite). Aus den Gleichungen wurde ein Modell entwickelt, dass zur Vorhersage der Welkedauer der jeweiligen Grünlandbestände herangezogen werden konnte und der Produktionssteuerung der sich meist über einen längeren Zeitraum hinziehenden Grassilierung in den größeren landwirtschaftlichen Betrieben dienen sollte (RÜBENSAM & BOCKHOLDT, 1987, THÖNS *et al.* 1989). Die Praxiseinführung des Modelles hatte begonnen (THÖNS & RÜBENSAM, 1987), wurde aber

nach der deutschen Wiedervereinigung mit den Veränderungen in den Strukturen der landwirtschaftlichen Betriebe und der landwirtschaftlichen Beratung nicht vollendet.

Es war das Ziel der Untersuchungen, die Eignung des in den 1980er Jahren entwickelten Modelles unter den aktuellen Produktionsbedingungen zu überprüfen. Die vorliegende Arbeit teilt die Ergebnisse mit, die bei der Validierung die Funktionsgleichungen zur Beschreibung des Welkeverlaufes von Grünlandbeständen ermittelt worden sind. Nach der erfolgreichen Validierung sollen die Modellstrukturen im Hinblick auf eine On-Farm-Anwendung erarbeitet werden. Schließlich soll das Modell in der Praxis erprobt und wenn möglich eingeführt werden.

Material und Methoden

Die Validierung der Regressionsgleichungen wurde an sechzehn Versuchen vorgenommen. Sie wurden 2015 in sechs konventionellen Milchviehbetrieben Norddeutschlands, darunter vier in Brandenburg und je einer in Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein, durchgeführt. Die einbezogenen Grünlandflächen waren intensiv geführt, enthielten weidelgrasreiche Grünlandnarben und wurden vor dem Schieben der Blütenstände gemäht. Zehn Versuche wurden im ersten und sechs im zweiten bzw. dritten Aufwuchs durchgeführt. In der Hälfte der Versuche fiel Niederschlag, zwischen 0,5 und 6 mm.

Alle Erntebedingungen wurden erfasst und in die Modellanwendung eingebracht (siehe Abb. 1):

- Mähtermin und Erntetermin (Datum, Uhrzeit)
- Mahd mit oder ohne Aufbereiter, mit oder ohne Schwadbearbeitung (Zetten, Wenden)
- geschätzter Frischmasseertrag (in dt ha⁻¹, im Modellbeispiel betragsgleich als kg 100m⁻²)
- TM-Gehalt (in %) des Mähgutes (Probenahme unmittelbar nach der Mahd) und des Siliergutes (Probenahme während der Silierung an der Entnahmestelle des Mähgutes auf dem Schlag oder am Silo)
- Tägliche Verdunstung (in mm d⁻¹) und Niederschläge (Datum, Uhrzeit, mm) während der Welkedauer an der zum Betrieb nächst gelegenen Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und ggf. Abgleich mit betrieblichen Niederschlagsaufzeichnungen

Eingaben				VERDUNSTUNGSWERTE (mm/d)				Regen Fall 1	
Mahd-Termin:	15.05. 12:00			Datum	Verdunstung	Bodenkorrektur	Schwadbeh.	Mahd	
Mahd-TS:	20,0%			15.05.	3,7	2,814	3,069	Welken	
Soil-TS:	35,0%			16.05.	3,7	2,814	3,069	Regen	
Bodenbedingungen:	2			17.05.				Regen verdunstet zu 100%	
Ertrag:	150	kg/100m ²		18.05.				Welken fortsetzen	
Mähbreite:	7,5	m		19.05.				bis zum nächstem Regen	
Schwadbreite:	5,5	m		20.05.				bzw. bis zur Ernte	
Massebelag:	2,045	kg/m ²		21.05.					
Schwadbehandlung:	3			Ernte ohne Regen: 16.05. 09:43				Aktueller Erntetermin: 16.05. 12:10	
Regen		Erforderliche Regenverdunstung			Neuer Welkbeginn		Neuer Erntetermin	Bemerkungen	
Beginn	Ende	Menge (mm)	Windstärke	aktueller Regen (mm)	Rest letzter Regen (mm)	Verdunstung gesamt (mm)	TS vor Regen (%)	Zeit	
15.05. 18:30	15.05. 18:59	0,5	1	0,578		0,578	32,38%	16.05. 10:52	16.05. 12:10
			1						(Regen Fall1)

Abb. 1 Erfassungs- und Ergebnismaske des Modells (Stand 2015)

Bei der Modellanwendung diente der jeweilige gemessene TM-Gehalt des Mähgutes als Eingangs-TM-Gehalt und der gemessene TM-Gehalt des Siliergutes als Ziel-TM-Gehalt. Die vom Eingangs- bis zum Ziel-TM-Gehalt erforderliche Zeitspanne (Welkedauer) wurde mit dem Modell für jeden Versuch errechnet und der tatsächlich benötigten Welkedauer gegenüber gestellt. Die tägliche Welkezeit wurde auf 9 bis 19 Uhr begrenzt. Die Verdunstung blieb innerhalb der täglichen Welkezeit konstant. Die Vorhersageeignung des Modells wurde anhand des MAE (Mean Absolute Error), des RSME (Root Mean Square Error) und der EF (Modelling Efficiency) bewertet.

Ergebnisse und Diskussion

Im Durchschnitt aller Versuche betrug die Welkedauer ca. 2.000 Minuten (ca. 33 Stunden). Die Modellierung Efficiency betrug 0,99 über alle Versuche (Abb. 2). Die Vorhersage der Welkedauer war gekennzeichnet durch einen mittleren absoluten Fehler (MAE) von 108 Minuten, bei einem RSME von 129 Minuten.

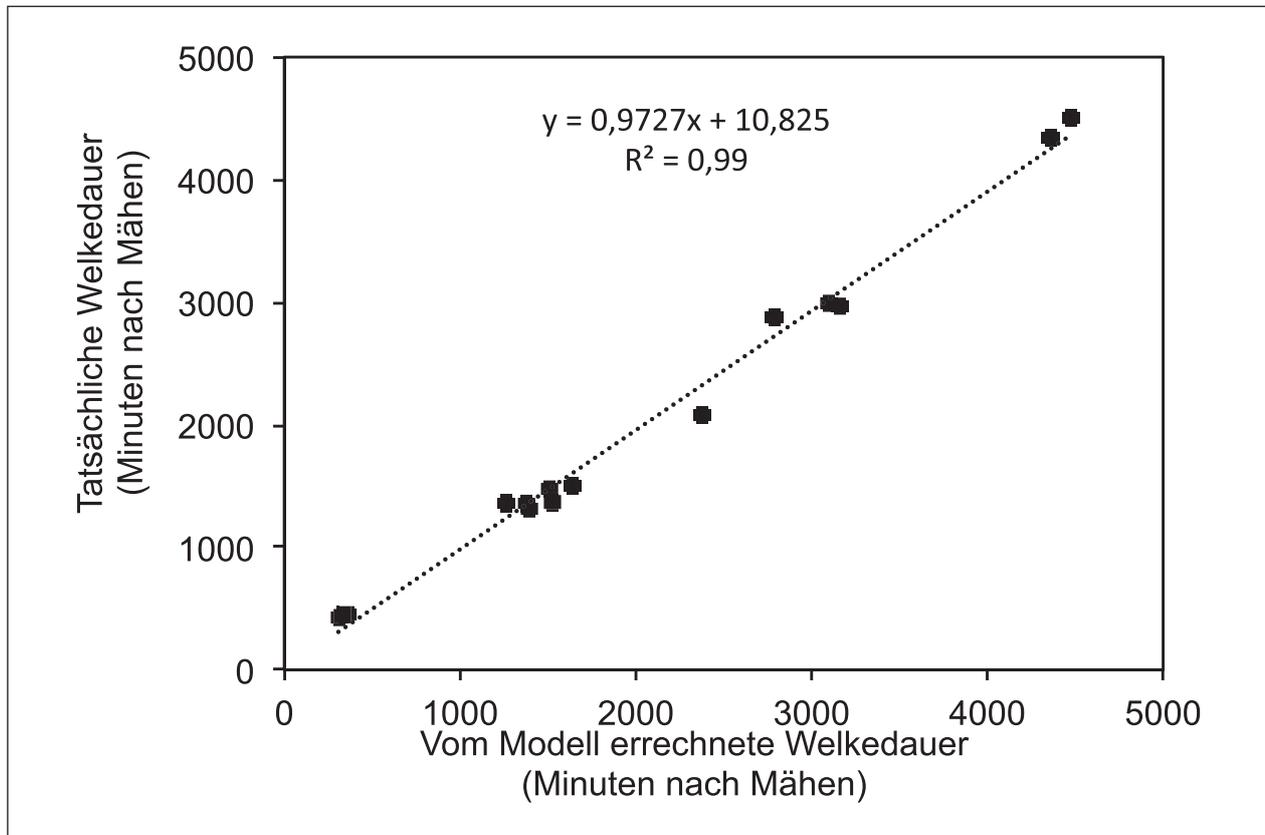


Abb. 2: Vergleich der tatsächlichen mit der im Modell errechneten Welkedauer (alle Versuche) (PICKERT *et al.*, 2016).

Auch bei Gruppierung in Versuche des ersten und der Folgeschnitte, sowie mit und ohne Regen während der Welkedauer, werden vergleichbare Ergebnisse zwischen der tatsächlichen und der mit dem Modell errechneten Welkedauer erzielt (Tab. 2).

Tab. 2: Vorhersageeignung des Modells (PICKERT *et al.*, 2016).

Versuche	n	Regen	TM-Gehalt		Vorhersageeignung des Modells		
			Mähgut	Siliergut	MAE	RMSE	EF
	--	mm	g kg FM ⁻¹	g kg FM ⁻¹	Minuten	Minuten	--
alle	16		220,3	402,1	108	129	0,99
Ohne Regen	8		248,5	448,5	130	147	0,98
Mit Regen	8	3,2	192,1	355,8	87	110	0,99
1. Schnitt	10	2,8	210,2	379,1	103	119	0,99
2. / 3. Schnitt	6	6,0	237,2	440,5	118	145	0,99

MAE - Mean Absolute Error, RMSE - Root Mean Square Error, EF - Modelling Efficiency

In den Versuchen ist ein tendenzieller Zusammenhang zwischen dem TM-Gehalt des Mähgutes und des Siliergutes erkennbar (Abb. 3). Ungeachtet des offenkundigen Probenahmefehlers beim Mäh-TM-Gehalt von 36% gingen auch die für die Thematik sensibilisierten Betriebsleiter eher von konstanten Welkeperioden aus. Im Hinblick auf das Erreichen eines TM-Gehaltes zwischen 30 und 40 % wäre in der Hälfte der Versuche eine z.T. erheblich kürzere Welkedauer ausreichend.

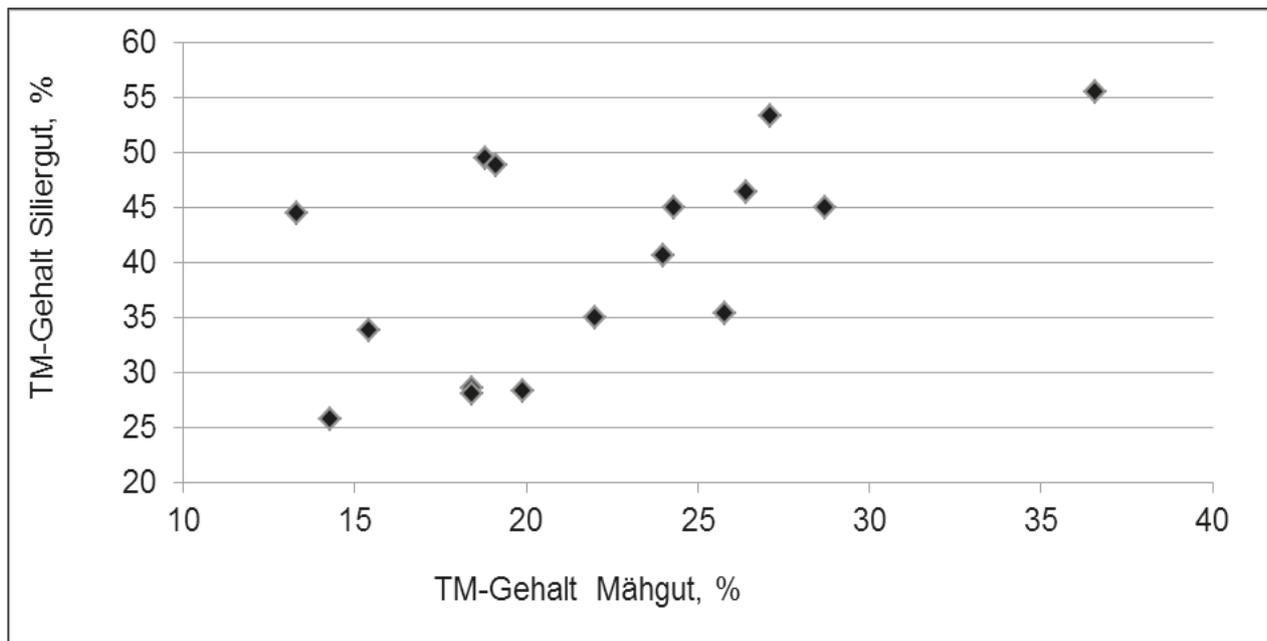


Abb. 3: Vergleich der TM-Gehalte des Mähgutes und des Siliergutes (alle Versuche)

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass das Modell in der Lage ist, die Welkedauer sicher vorherzusagen. Die vergleichbaren Ergebnisse in den gewählten Gruppen „ohne Regen“ vs. „mit Regen“ sowie „1. Schnitt“ vs. „2./3. Schnitt“ deuten darauf hin, dass kein systematischer Fehler vorliegt und das Modell die relevanten Erntebedingungen darstellen kann.

Ausgehend von diesen Ergebnissen kann das Modell weiterentwickelt werden. Eine mögliche Anwendung als App bietet sich an und ist vorgesehen. Folgende Schritte werden bearbeitet:

- Automatische Zuordnung der für die Verdunstungsprognose des DWD ausgewählten Wetterstation zum jeweiligen Schlag
- Anpassung der bisher über die tägliche Welkezeit konstanten Verdunstungsprognose an unterschiedliche Mäh- und Silierzeiten
- Stärkere Berücksichtigung der aktuellen Windverhältnisse
- Variationsmöglichkeit des Beginnes und des Endes der täglichen Welkezeit in Anhängigkeit von der Jahreszeit und der aktuellen Witterung
- Variationsmöglichkeit des Beginnes und des Endes der täglichen Welkezeit in Anhängigkeit von den standortbezogenen Erfahrungen des landwirtschaftlichen Betriebes

Literatur

PICKERT, J., HOFFMANN, T., HERRMANN, A., THAYSEN, J., WEISE, G. & WELLENBROCK, K.-H. (2016): WiltExpert' – a model for on-farm prediction of grass wilting time from mowing to ensiling dry matter content. Grassland Science in Europe 21 (im Druck)

RÜBENSAM, A. & BOCKHOLDT, K. (1987): Weiterentwicklung der Welksilageproduktion durch Breitablage – Breitaufnahme und prozeßoptimierte Organisation. Promotionsarbeit. Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin, 302 S.

THÖNS, H. & RÜBENSAM, A. (1987): Welksilage – eine Instruktion zur Gestaltung des Ernteverfahrens. Paulinenaue, Institut für Futterproduktion, 64 S.

THÖNS, H., RÜBENSAM, A. & PICKERT, J. (1989): Computer-aided prediction of the wilting period of fodder crops. International Grassland Congress: 4 - 11 Oct. 1989, Nice, France, Vol. 2. Vol. 2, 967-968

Ist die Blatttemperatur ein Indikator für Konkurrenz zwischen Grünlandpflanzen?

K. SCHICK, J. MÜLLER, N. WRAGE-MÖNNIG

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Grünland und Futterbauwissenschaften, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock, Deutschland

kristina.schick2@uni-rostock.de

Einleitung

In Grünlandpopulationen wird häufig ein positiver Zusammenhang zwischen Artenvielfalt und Produktivität gefunden (z.B. HECTOR *et al.*, 1999; TILMAN *et al.*, 1996). Bei einer Verringerung der Diversität kann es zu einer nachhaltigen Wirkung auf die Funktionalität und Stabilität der Ökosysteme kommen (NAEEM *et al.*, 1994, 2009; ISBELL, 2012). Studien über die Auswirkung der Diversitätsveränderung und das Zusammenspiel von Arten und ihrer Konkurrenz wurden oft in experimentellem Grünland durchgeführt. Einheitliche Wirkungen sowie allgemein gültige Zusammenhänge sind jedoch bisher schwer auszumachen (HUSTON *et al.*, 2000). Weiterhin sind Ergebnisse von experimentellem Grünland nicht ohne weiteres auf etabliertes Dauergrünland übertragbar (CALDEIRA *et al.*, 2001; ISSELSTEIN, 2005). Bisher sind Abschätzungen der Auswirkungen von Konkurrenz auf Einzelarten kosten- und zeitintensiv (z.B. Bestimmung der Konkurrenz um Wasser anhand von Kohlenstoffisotopenverhältnissen). Um zukünftige Untersuchungen der Konkurrenz zwischen Arten im Grünland zu erleichtern, möchten wir mithilfe von Infrarotthermografie eine Methode entwickeln, die die Konkurrenzverhältnisse um Ressourcen wie Wasser und Nährstoffe vereinfacht einschätzen und bewerten kann. Ein erster Versuch mit Infrarotmessungen an Blattoberflächen eines Grünlandbestandes wurde auf Dauergrünland durchgeführt. Es sollte die Hypothese getestet werden, inwieweit die Blatttemperatur des jüngsten, voll entwickelten Blattes einer Pflanze als Indikator für die Konkurrenz um Ressourcen dienen kann. Dabei lag der Fokus der Untersuchung auf der Konkurrenz um Wasser, da sie als Hauptfaktor der Temperaturosbildung der Blätter angesehen werden kann. Neben Wasser liegen jedoch noch weitere Einflussfaktoren vor, die ebenfalls Temperaturveränderungen bedingen können. Zwei davon, die Nährstoffversorgung und die pflanzenmorphologischen Unterschiede der Testarten, haben wir mit betrachtet.

Material und Methoden

Das Experiment wurde auf Dauergrünland, einer Glatthaferwiese auf lehmigem Sand, durchgeführt und befindet sich an der Versuchsstation der Universität Rostock, Deutschland (54°3'39" N, 12°4'52" E). Die Versuchsfläche wird durch extensive Pflegeschnitte bearbeitet und unterliegt keiner Düngung. Für den Versuch wurden zehn Flächen von jeweils 1 m² Größe abgesteckt (Kantenlängen 1 m × 1 m). Fünf der zehn Flächen wurden mit KAS (Kalkammonsalpeter) am 07. Mai und 27. Mai 2015 behandelt (300 kg ha⁻¹ KAS oder 81 kg N ha⁻¹ je Applikation). Am zweiten Applikationstag wurde zuvor ein Pflegeschnitt (8 cm Schnitthöhe) durchgeführt. Es wurden drei Testpflanzen ausgewählt, die eine große Präsenz im Bestand hatten: *Rumex acetosa* (Ra), *Taraxacum officinale* (To) und *Dactylis glomerata* (Dg). Die Temperaturen wurden mit dem Handthermometer Optris MS aufgenommen, welches zuvor auf Messgenauigkeit getestet wurde. Das stets jüngste, voll entwickelte Blatt der jeweiligen Testpflanzen wurde zur Messung verwendet. An insgesamt 15 Messtagen wurden die Blatttemperaturen der drei Testpflanzen je Fläche mit je 3 Messwiederholungen erhoben und gemittelt. Die Messungen fanden nur an Tagen mit stabiler Wetterlage (klarer Himmel) und bei keinem bis wenig Wind statt (Beaufortskala: 1- 2). Weiterhin wurden Wurzeltiefen sowie Pflanzenhöhen aus KUTSCHERA *et al.* (1982, 1992) für die entsprechenden Testpflanzen übernommen. Über die Software R, Version 0.99.491, wurden lineare gemischte Modelle erstellt und die Faktoren "Fläche" und „Messtag“ als Zufallseffekte sowie „Behandlung“ (gedüngt/ungedüngt) und „Pflanzenart“ als fixe Effekte eingesetzt (R Core Team, 2014). Unterschiede wurden über ANOVA und Tukey-Test ($\alpha = 0,05$) ausgewertet.

Ergebnisse und Diskussion

Wir konnten einen signifikanten Einfluss der Testarten auf die Blatttemperatur erkennen ($P < 0,001$). Die zwei Kräuter Ra und To unterschieden sich von Dg mit signifikant höheren Temperaturen (Abb.1, a.)

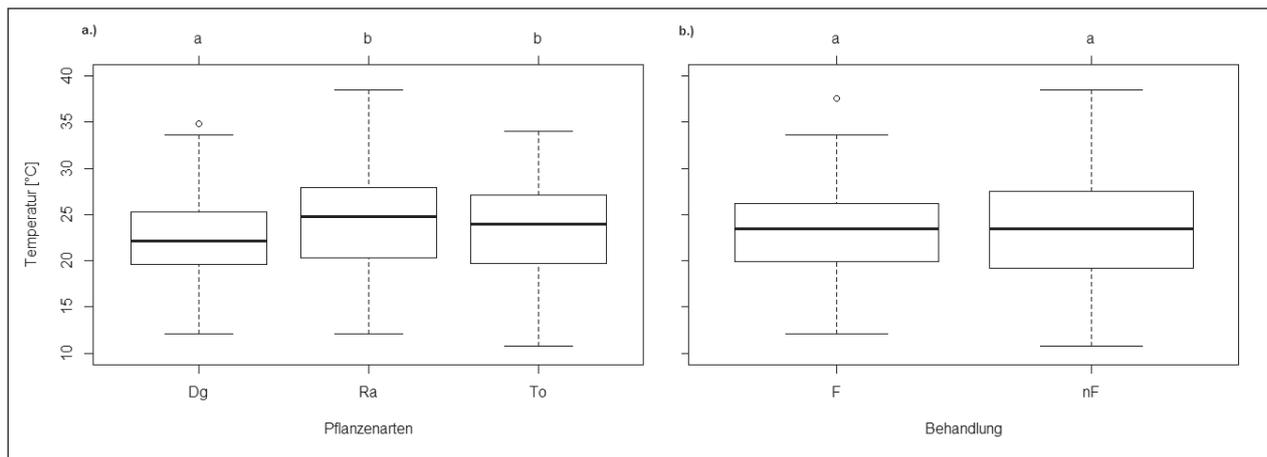


Abbildung 1: a.) Temperaturverteilung [°C] der Pflanzenarten *Dactylis glomerata* (Dg), *Rumex acetosa* (Ra) und *Taraxacum officinale* (To) aller Testflächen und Messtage insgesamt mit Tukey Test. b.) Temperaturverteilung [°C] aller Pflanzenarten, Testflächen und Messtage insgesamt, aufgeteilt nach Behandlung der Flächen, gedüngt (F) und ungedüngt (nF) mit Tukey Test.

An sieben von fünfzehn Messtagen war ein signifikanter Einfluss durch den Faktor "Pflanzenart" vorhanden. An fünf dieser sieben Messtage war dafür Ra mit den höchsten Temperaturen ausschlaggebend (Messtage 4 – 8). An den zwei übrigen Messtagen (Messtag 11 & 14) besaß To die höchsten Temperaturwerte. Dg zeigte an keinem Messtag die höchsten Messwerte (Tab. 1). Damit besaß die höchstgewachsene Testpflanze (Dg) durchgängig die niedrigsten Temperaturen, während Ra als niedrigste Pflanze durchschnittlich die höchsten Temperaturen hatte. To lag mit dem Wachstum und der Blatttemperatur im Durchschnitt zwischen Dg und Ra.

Tabelle 1: Temperaturmittelwerte [°C] von *Dactylis glomerata* (Dg), *Taraxacum officinale* (To) und *Rumex acetosa* (Ra) aller Testflächen je Messtag, mit Standardabweichung (in Klammern) und Tukey Test (signifikante Unterschiede zwischen den Arten mit hochgestellten Buchstaben gekennzeichnet).

Messtag	Dg	To	Ra
1	16.5 (3.3)	18.6 (4.0)	16.4 (2.8)
2	13.1 (2.8)	12.5 (3.5)	12.4 (1.9)
3	18.6 (1.0)	19.0 (0.7)	18.8 (0.4)
4	21.6 (1.5) ^a	24.3 (3.3) ^b	27.0 (3.3) ^c
5	22.3 (4.1) ^a	24.7 (1.3) ^{ab}	26.6 (2.4) ^b
6	21.7 (4.2) ^a	25.8 (3.2) ^b	27.7 (3.0) ^b
7	22.0 (3.1) ^a	24.7 (2.5) ^{ab}	26.5 (4.7) ^b
8	28.2 (4.8) ^a	27.9 (1.2) ^a	32.0 (3.5) ^b
9	20.2 (2.7) ^{ab}	19.5 (1.5) ^a	22.9 (4.5) ^b
10	20.3 (1.5)	19.9 (2.4)	20.6 (2.3)
11	23.5 (1.5) ^a	26.2 (2.3) ^b	24.9 (1.4) ^b
12	26.2 (1.6)	27.2 (2.9)	27.7 (1.4)
13	25.9 (1.3)	27.9 (1.9)	26.6 (3.3)
14	27.4 (1.4) ^a	29.9 (2.4) ^b	28.4 (2.1) ^{ab}
15	19.9 (3.2)	20.2 (4.4)	20.1 (4.9)

Der Abstand der Messblätter vom Boden stellte bei der Temperaturentwicklung einen entscheidenden Einfluss dar, da die Bodenwärmeabstrahlung die Pflanzentemperaturen bedingen kann. Größere Temperaturunterschiede sind insbesondere nach dem Pflegeschnitt (ab Messtag 4, siehe Tab. 1) aufgetreten,

da die zu messenden jüngsten Blätter der Kräuter Ra und To lange sehr bodennah verblieben. Nur Dg zeigte im Wachstum eine schnelle Entfernung vom Boden nach dem Schnitt, was zu niedrigeren Temperaturen durch geringeren Bodenwärmeeinfluss führte. Die Höhe der Arten (nach Schnitt und morphologischen Gegebenheiten) steht somit in Relation zu den gemessenen Temperaturen und sollte mit einer festgelegten Messhöhe für Folgeversuche bedacht werden. Es konnte keine Abhängigkeit zwischen den Blattemperaturen und den Wurzellängen der Testarten gefunden werden. Dies könnte an der Nutzung von Literaturdaten für die Wurzellängen liegen. Die reduzierte Konkurrenz zwischen verschiedenen tief wurzelnden Grünlandarten in Mono- sowie Mischkulturen wurde schon häufiger beschrieben (z.B. HOEKSTRA *et al.*, 2014; BERENDSE, 1982; VON FELTEN *et al.*, 2009, 2012). Daher wird zukünftig auf die individuellen Wurzeltiefen mehr Augenschein gelegt, um mögliche Rückschlüsse auf die Temperaturentwicklungen der Arten ziehen zu können. Entgegen unserer Erwartung, zeigte die Düngung keinen signifikanten Effekt auf die Blattemperaturen ($P > 0,599$). Jedoch war ein Trend zu niedrigeren Temperaturen auf den gedüngten Testflächen im Vergleich zu den ungedüngten (durchschnittliche Temperatur gedüngter zu ungedüngten Flächen: 22,8 °C zu 23,1 °C) erkennbar (Abb. 1, b.)). Auch konnte ein höherer Biomasseaufwuchs auf den gedüngten Flächen festgestellt werden, der den Düngeeinfluss bestätigt (Trockensubstanz gedüngte zu ungedüngte Flächen gesamt: 2027,3 g/m² zu 1382,3 g/m²). In zukünftigen Versuchen soll vor allem die Weiterentwicklung der Methodik im Vordergrund stehen. Wir möchten noch genauere Messergebnisse mit sensitiverer Technik erzielen, sowie den Messverlauf noch weiter präzisieren. Dabei soll der Messvorgang noch genauer durchdacht werden, um unerwünschte Einflussfaktoren und Fehlerquellen zu vermeiden.

Schlussfolgerungen

Es wird häufig angenommen, dass Ressourcen in artenreichem Grünland effizienter genutzt werden als in artärmeren Beständen, da durch komplementäre Lebensweisen die interspezifische Konkurrenz geringer ist als die intraspezifische. Eine direkte Untersuchung der Konkurrenz im agrarischen Dauergrünland ist methodisch anspruchsvoll. Durch Einsatz der Thermografie sehen wir Chancen, eine verbesserte Methode zur Erforschung des Konkurrenzverhaltens, insbesondere um die Ressource Wasser, im Dauergrünland zu erhalten. Die Blattemperaturen stehen im direkten Zusammenhang mit der Wasserversorgung sowie der Transpiration. Wichtige Ressourcen wie Wasser und Nährstoffe können die gegebene Transpiration und somit Temperaturentwicklung des Blattes maßgeblich beeinflussen. Die Infrarottemperaturerhebung könnte eine Unterstützung in der Erforschung kompetitiven Verhaltens zwischen Grünlandarten darstellen. Es bedarf jedoch einer einheitlichen Messmethodik, mit sehr genauer Technik und standardisiertem Messverhalten, um Zusammenhänge zwischen Blattemperaturen und Einflussfaktoren, wie Düngegaben, zu verdeutlichen.

Literatur

- BERENDSE F. (1982): Competition between plant-populations with different rooting depths. 3. Field experiments, *Oecologia*, 53, 50 - 55.
- CALDEIRA, M. C., RYEL, R. J., LAWTON, J. H. & PEREIRA, J. S. (2001): Mechanisms of positive biodiversity-production relationships: insights provided by $\delta^{13}C$ analysis in experimental Mediterranean grassland plots. *Ecology Letters*, 4, 439-443.
- HECTOR, A., SCHMID, B., BEIERKUHNEIN, C., CALDEIRA, M. C., DIEMER, M., DIMITRAKOPOULOS, P., FINN, J. A., FREITAS, H., GILLER, P. S., GOOD, J., HARRIS, R., HOCHBERG, P., HUSS-DANELL, K., JOSHI, J., JUMPPONEN, A., KORNER, C., LEADLEY, P., LOREAU, M., MINNS, A., MULDER, C. P. H., O'DONOVAN, G., OTWAY, S. J., PEREIRA, J. S., PRINZ, A., READ, D. J., SCHERER-LORENZEN, M., SCHULZE, E.-D., SIAMANTZIOURAS, A.-S. D., SPEHN, E. M., TERRY, A. C., TROUMBIS, A. Y., WOODWARD, F. I., YACHI, S. & LAWTON, J. H. (1999): Plant diversity and productivity experiments, in European grasslands. *Science*, 286, 1123 - 127.
- HOEKSTRA, N. J., FINN, J. A., HOFER, D. & LÜSCHER, A. (2014): The effect of drought and interspecific interactions on depth of water uptake in deep- and shallow-rooting grassland species as determined by $\delta^{18}O$ natural abundance. *Biogeosciences*, 11, 4493–4506.
- HUSTON, M. A., AARSSSEN, L. W., AUSTIN, M. P., CADE, B. S., FRIDLEY, J. D., GARNIER, E., GRIME, J. P., HODGSON, J., LAUENROTH, W.K., THOMPSON, K., VANDERMEER, J. H. & WARDLE, D. A. (2000): No consistent effect of plant diversity on productivity. *Science*, 289,1255a.
- ISBELL, F. (2012): Causes and Consequences of Biodiversity Declines. *Nature Education Knowledge* 3, 54.
- ISSELSTEIN, J. (2005): Enhancing grassland biodiversity and its consequences for grassland management and utilisation. In: McGilloway DA (ed) XX international grassland congress, keynote lectures. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- KUTSCHERA, L., LICHTENEGGER, E. & SOBOTIK, M. (1982): Wurzelatlas mitteleuropäischer Gründlandpflanzen, Volume 1 Monocotyledoneae, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 516 pp.

KUTSCHERA, L., LICHTENEGGER, E. & SOBOTIK, M. (1992): Wurzelatlas mitteleuropäischer Grünlandpflanzen, Volume 2 Pteridophyta und Dicotyledoneae (Magnoliopsida), Part 1 Morphologie, Anatomie, Ökologie, Verbreitung, Soziologie, Wirtschaft, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York, 851 pp.

NAEEM, S., BUNKER, D. E., HECTOR, A., LOREAU, M. & PERRINGS, C. (2009): Biodiversity, Ecosystem Functioning, and Human Wellbeing: An Ecological and Economic Perspective. Oxford, UK: Oxford University Press.

NAEEM, S., THOMPSON, L. J., LAWLER, S. P., LAWTON, J. H. & WOODFIN, R. M. (1994): Declining biodiversity can alter the performance of ecosystems. *Nature*, 368, 734-737.

R CORE TEAM (2014): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

TILMAN, D., WEDIN, D. A. & KNOPS, J. (1996): Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. *Nature*, 379, 718-720.

VON FELTEN, S., HECTOR, A., BUCHMANN, N., NIKLAUS, P. A., SCHMID, B. & SCHERER-LORENZEN, M. (2009): Belowground nitrogen partitioning in experimental grassland plant communities of varying species richness. *Ecology*, 90, 1389–1399.

VON FELTEN, S., NIKLAUS, P. A., SCHERER-LORENZEN, M., HECTOR, A., & BUCHMANN, N. (2012): Do grassland plant communities profit from N partitioning by soil depth? *Ecology*, 93, 2386–2396.

Posterbeiträge

Weide

Effektive Ampferbekämpfung durch Kurzrasenweide?

M. WOLF und H. LASER

Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft, Lübecker Ring 2, 59494 Soest

wolf.marcjoerg@fh-swf.de

Einleitung und Problemstellung

Stumpfblättriger Ampfer (*Rumex obtusifolius* L.) und Krauser Ampfer (*Rumex crispus* L.) gelten in der Praxis als die am schwersten zu bekämpfenden Unkräuter des Grünlandes. Beide Arten werden mit der Futterwertzahl 1 (KLAPP et al., 1953) und damit als futterbaulich „wertlos oder geringwertig“ bewertet. Die Pflanzen enthalten antinutritive Substanzen, wie Oxalsäure und verschiedene Gerbstoffe (ROTH et al., 1988), und werden in der Regel nur in frühen Entwicklungsstadien von Weidetieren gefressen. Bei später Beweidung, ausreichend Selektionsmöglichkeiten oder späten Schnitfterminen hat die Ampferpflanze Zeit in der kräftigen Wurzel für den Wiederaustrieb benötigte Reserven anzulegen. Kommen die Pflanzen auch zur Samenreife, ist das Samenpotential erheblich. Pro Fruchtstand können über 15.000 Samen ausgebildet werden (MÜLLER 2008), wobei pro Pflanze mehr als ein Fruchtstand und pro Saison mehr als eine Reifeperiode auftreten können. Darüber hinaus sind die Samen oft für Jahrzehnte im Boden keimfähig. Hohe Nitratgehalte im Boden und Licht wirken keimungsfördernd (ZIRON 2000), so dass bei Vegetationslücken in nährstoffreichen Grünlandbeständen vermehrt eine generative Ausbreitung stattfinden kann („Gap-Detection“). Grünlandbetriebe, die das System Kurzrasenweide betreiben, beobachten oft bereits nach der ersten Saison rückläufige Ampferanteile. Zweijährige Untersuchungen in Österreich (STARZ et al., 2010) bestätigen diese Feststellung. Mit dem in diesem Beitrag ausgewerteten Versuch werden langjährige Effekte der Kurzrasenweide auf die Anteile von *Rumex obtusifolius* L. im Systemvergleich mit intensiver Schnittnutzung dargestellt.

Material und Methoden

Die Anzahl der Ampferpflanzen wurde auf randomisierten Parzellen (1,25 x 8 m) erhoben, die als Spaltanlage in drei Wiederholungen angelegt sind. Der Standort befindet sich auf der Grünlandversuchsstation in Meschede-Remblinghausen. Die langjährigen Jahredurchschnitte betragen für den Niederschlag 1006 mm und für die Lufttemperatur 7,5°C. Der Versuch liegt auf einer schluffreichen Braunerde mit hohem Skelettanteil (Schiefer). Die Gründigkeit beträgt etwa 70 cm, die nutzbare Feldkapazität 19 vol. % (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2005). Die Lage ist hängig, bei einer Neigung von etwa 4° und Exposition nach Osten.

Seit der Ansaat des Versuches im Spätsommer 2011 erfolgte auf der Fläche bis 2015 keine Bekämpfung von Ampfer oder anderen Unkräuter, abgesehen von Schröpfschnitten in 2012.

Verglichen werden die Ampferpopulationen in einer Simulation von Kurzrasen-Vollweide bei Aufwuchshöhen von sieben bis 10 cm mit anderen Grünlandnutzungssystemen (Tab.1). Während die Ernten der vierfachen Nutzungen mit einem Haldrup-Vollernter durchgeführt werden (6 cm), werden die Kurzrasenweiden mit einem Aufsitzrasenmäher geschnitten (4 cm). Dies kommt dem gleichmäßigen und tiefen Verbiss in einer intensiven Weide näher. Die Trittbelastung wird über eine Rasenwalze simuliert, auf die Klauenprofile geschweißt sind, und das Gewicht einer Großvieheinheit aufweist. In der Summe werden 230 kg N ha⁻¹ a⁻¹ gedüngt. Alle Varianten erhalten eine Frühjahrsgabe Kalkammonsalpeter in der Höhe von 60 kg N ha⁻¹. Der Rest des Stickstoffs wird über Biogasgülle appliziert. Die vierfachen Nutzungen erhalten diese flächig im Frühjahr nach dem ersten und nach dem dritten Schnitt. Auch die Variante mit einem Siloschnitt im Frühjahr, dem dann intensive Beweidung folgt, erhält diese Frühjahrsgabe, bevor die Kurzrasennutzung simuliert wird. Auf den Parzellen der Kurzrasenvarianten werden nach jeder Weidesimulation punktuell jeweils 1,5 l Biogasgülle aufgebracht. Die Höhen der Einzelgaben und die Zahl der Überfahrten mit der Walze, richten sich nach den Besatzempfehlungen für Kurzrasenweiden im Mittelgebirge (BERENDONK, 2014). Dem entsprechend erfolgen zwischen drei und einer Überfahrten von den Parzellen, von Frühjahr bis Herbst abnehmend.

Alle Ampferpflanzen wurden zum 10. Juli 2015 mechanisch ausgestochen, bzw. gezogen. Im unmittelbaren Vorfeld dieser Bekämpfungsmassnahme erfolgte die zweite Bonitur.

Tab. 1: Übersicht der Prüfglieder des Weidesimulationsversuchs mit den Nutzungsintensitäten, inklusive Kurzrasenweide (KRW), und den Sorten von *Lolium perenne* (DWG) oder Sortenmischungen (G II und „Lippa“), di- (2n) oder tetraploid (4n).

Nutzungsintensität	Sorte/Sortenmischung	
1. Kurzrasenweide	1. Hochzucker DWG 4n „Zocalo“	5. Rasen DWG „Vesuvius“
2. Weide konventionell (4x)	2. G II (ohne Weißklee)	6. DWG 2n früh „Picaro“
3. Schnitt dann KRW	3. G II (mit Weißklee)	7. DWG 2n spät „Ambero“
4. 4-Schnitt-Nutzung	4. Lippa Strapazierrasen	8. DWG 4n spät „Valerio“

Ergebnisse und Diskussion

Deutlich waren mehr Ampferpflanzen in den Varianten vertreten, wo eine niedrigere Nutzungsfrequenz anzutreffen war (Abb. 1). Besonders mit Ampfer besetzt wurden die Parzellen mit der späten, diploiden Weidelgrassorte. Es kann spekuliert werden, dass hier Auswinterung vor 2014 den Bestand hat ausreichend lückig werden lassen, um die Ampferausbreitung zu begünstigen. Auch nicht an Schnittnutzung adaptierte Bestände wiesen viel Ampfer auf. Zu nennen wären hier die Rasenmischung und die Rasensorte „Vesuvius“. Weniger betroffen war die Rasenmischung in der Variante mit viermaliger Beweidung. Hingegen ist die diploide, frühe Sorte stärker in dieser Weidevariante betroffen gewesen.

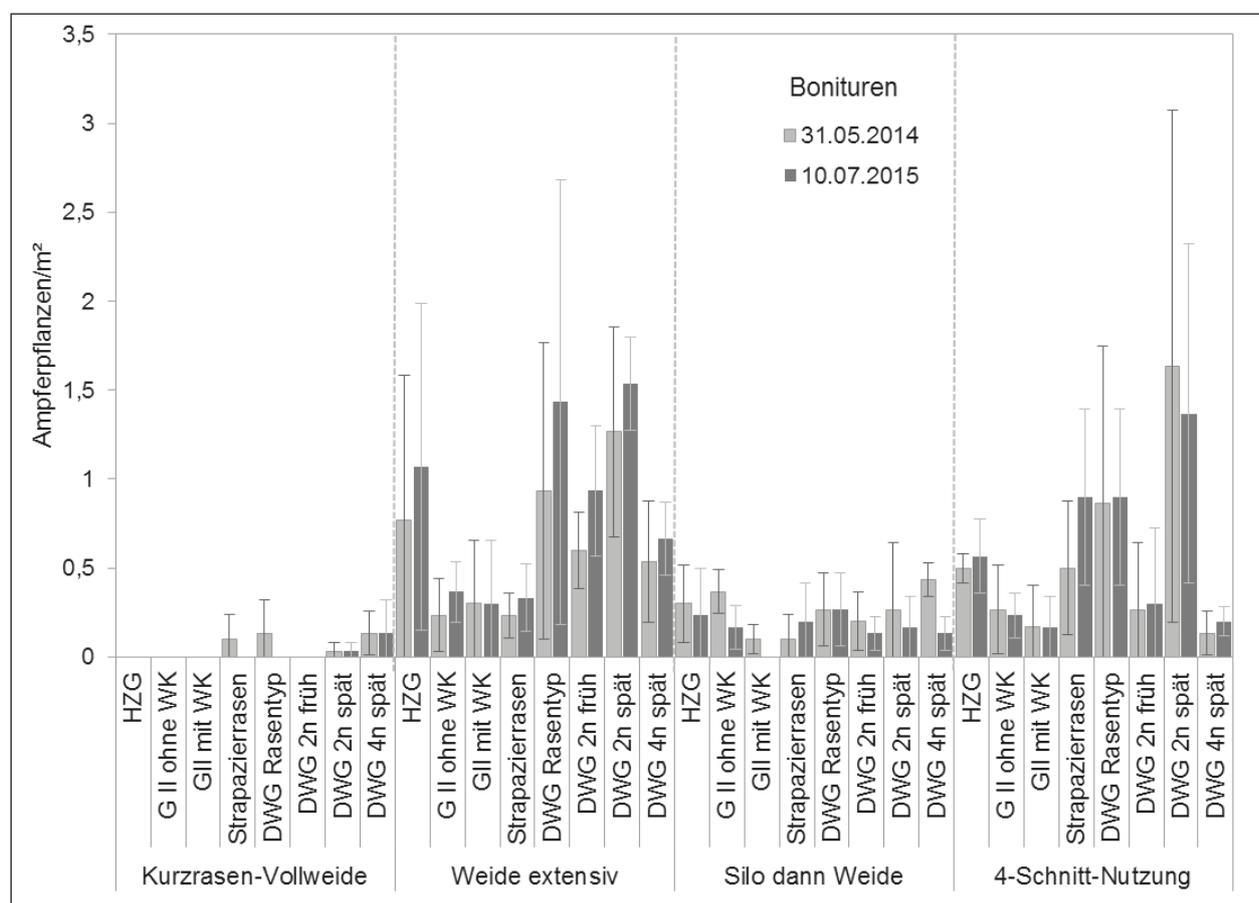


Abb. 1: Durchschnittliche Zahl der Ampferpflanzen je Quadratmeter zu den Terminen in 2014 und 2015 über die Sortenvarianten (HZG = Hochzuckergras, WK = Weißklee, DWG = *Lolium perenne*) in den Nutzungsvarianten des Modellversuchs zum Vergleich von Grünlandssystemen. Die Balken zeigen die Standardabweichungen (n = 3).

In beiden vierfachen Nutzungen lag die Ampferzahl bei beiden GII-Mischungen unter dem fast aller anderen Sorten. Hier zeigte sich ein großer Konkurrenzdruck durch Arten- und Sortenmischungen auf die Ampferetablierung, der nutzungsunabhängig zu sein scheint.

Folgte auf die erste Schnittnutzung eine intensive Beweidung war eine erhebliche Reduktion der Ampferzahlen zu verzeichnen. Nach einer Etablierung im Frühjahr kam es zu keiner weiteren Ausbreitung. Hier

kam es auch zu leichten Reduktionen der Ampferbestände, eine Tendenz die bei vierfachen Nutzungen nicht beobachtet werden konnte. Bei ausschließlicher Simulation von Kurzrasenbeweidung, die möglichst früh in der Vegetationsphase startete, und elf (2014) oder neun (2015) Weidesimulationen, inklusive Walzung, beinhaltete, kamen zur zweiten Bonitur gar nur noch in den beiden späten Weidelgrassorten überhaupt Ampferpflanzen auf.

Im Zuge des sehr trockenen Frühsommers erreichten die tiefwurzelnenden Ampferpflanzen in den Varianten mit vierfacher Nutzung vereinzelt Ertragsanteile von knapp 40 % der Trockenmasse. Entsprechend muss die Zählung der Ampferpflanzen in Kontext des Jahresklimas betrachtet werden, lagen die Ertragsanteile im Jahr zuvor noch nirgendwo über 15 %, obwohl die Anzahl der Pflanzen nicht viel niedriger war.

Schlussfolgerungen

Unter Kurzrasenweide wurden Ampferarten weitestgehend verdrängt. Auch in der Variante mit einmaliger Silonutzung im Frühjahr fanden sich nur wenige Ampferpflanzen, die zudem regelmäßig abgeerntet und mit Klauenprofil gewalzt wurden, und bei weitem nicht die Größe und Konkurrenzkraft erreichten, wie bei vierfacher Nutzung. Vierfache Beweidung reichte nicht aus, um Ampfer zu verdrängen. Hier wurden lediglich andere Pflanzengemeinschaften stärker befallen, als bei der Silonutzung, in der stark und flach austreibende Sorten wiederum vom Ampfer verdrängt wurden.

Aus dem langjährigen Versuch lässt sich letztlich ableiten, dass auf Flächen mit hoher Beweidungsfrequenz auf Bekämpfungsmassnahmen gegen Ampfer eventuell komplett verzichtet werden kann.

Literatur

AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN 2005: Bodenkundliche Kartieranleitung. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten, 5. Auflage, Hannover.

KLAPP, E., P. BOEKER, F. KÖNIG, UND A. STÄHLIN (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen. In: Das Grünland 2, 38-40, Scharper Verlag.

MÜLLER, W.A.H. (2008): Beitrag zur Biologie des Stumpfbältrigen Ampfers (*Rumex obtusifolius* L.). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., 60 (6). S. 129–138.

ROTH, L, M. DAUNDERER UND K. KORMANN (1988): Giftpflanzen und Pflanzengifte. 3. Aufl. EcoMed Verlag, Landberg und München.

STARZ, W., A. STEINWIDDER UND W. ANGERINGER (2010): Ampferregulierung durch intensive Beweidung möglich? Ergebnisse aus einem Exaktversuch sowie aus der Praxis-Fachtagung für Biologische Landwirtschaft, 10. Nov. 2010, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2010, 25-44.

ZIRON, C. (2000): Zum Keimverhalten ausgewählter *Plantaginetea majoris*- und *Molinio-Arrhenatheretea*- Arten, Diss. Gießen, 2000.

Sortenerträge bei mehrjähriger Simulation von Kurzrasenweide

M. WOLF und H. LASER

Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft, Lübecker Ring 2, 59494 Soest

wolf.marcjoerg@fh-swf.de

Einleitung und Problemstellung

In Weidebeständen werden an Sorten des Deutschen Weidelgrases (*Lolium perenne* L.) andere Ansprüche gestellt, wie unter Schnittnutzungsbedingungen. Unregelmäßige Nährstoffverteilung, Trittbelastung und tiefer Verbiss stellen potenzielle Stresssituationen dar. Im System Kurzrasenweide sind die Anforderungen an die Weidepflanzen besonders hoch. Es wird eine frühe erste Nutzung Ende März/Anfang April angestrebt, und die Folgeaufwüchse sollten eine Richt-Bestandeshöhe von 6 cm aufweisen (THOMET *et al.* 2014). In produktiven Lagen können einzelne Pflanzen in Jahren mit günstiger Witterung somit zehnmal und deutlich häufiger verbissen werden, und müssen sich folglich ebenso oft regenerieren. Es wurde auch angenommen, dass sich der physikalische Stress durch Tritt und periodisch auftretende Trockenheit möglicherweise stärker auswirkt als bei geringerer Nutzungsfrequenz. Die Regeneration erfolgt durch Fortsetzung der Photosynthese über die Restassimilationsfläche (OPITZ VON BOBERFELD 1994), die die bodennahen, nicht vom Weidetier erfassten Blätter bereitstellen. Die Stresssituation wird durch wasserlösliche Kohlenhydrate überbrückt, vor allem Fructane, die in der Regenerationsphase offenbar zu etwa zwei Dritteln in der Blattbasis und in den Blattscheiden nachzuweisen sind (MORVAN *et al.* 1997). Es stellt sich also die Frage, ob es beim Deutschen Weidelgrases züchterisch bedingte Eigenschaften gibt, die sich für die besonderen Beanspruchungen bei Kurzrasenweide als kritisch erweisen. So ist vorstellbar, dass Rasensorten durch langjährige Selektion auf hohe Triebdichten und mechanische Beanspruchbarkeit Vorteile bieten. Diploide Hochzuckersorten dagegen wurden vor Versuchsbeginn als kritisch eingestuft, da deren wasserlösliche Kohlenhydrate möglicherweise stärker in den durch Nutzung entfernten Blattregionen lokalisiert sein könnten. Es könnte daher sein, dass nach der Nutzung für die Regeneration entscheidende Fructane fehlen. Auch bei tetraploiden Sorten wird von einer schlechteren Adaption an die Kurzrasenbeweidung ausgegangen. Wie dynamisch die verschiedenen Bestände langfristig unter dem hohen Beweidungsdruck auf Konkurrenzeffekte durch andere Arten reagieren, kann dafür ein weiterer Anhaltspunkt sein.

Material und Methoden

Der Versuch ist als Spaltanlage mit randomisierten Parzellen (1,25 x 8 m) in drei Wiederholungen angelegt. Eingesät wurde er im Spätsommer 2011. Es folgten Schröpfschnitte. Das Jahr 2012 wird entsprechend nicht voll in die Auswertung aufgenommen. Bei dem Vergleich der Nutzungsintensität (Tab. 1) werden die Faktoren der Nährstoffverteilung, Trittbelastung und Beerntung berücksichtigt. Die Simulation der Kurzrasen-Vollweide findet bei Aufwuchshöhen von sieben bis 10 cm statt. Während die Ernten der vierfachen Nutzungen mit einem Haldrup-Vollernter durchgeführt werden (6 cm), werden die Kurzrasenweiden mit dem Aufsitzrasenmäher geschnitten (4 cm). Die Trittbelastung wird über eine Rasenwalze simuliert, auf die Klauenprofile geschweißt sind, und das Gewicht einer Großvieheinheit aufweist. In der Summe werden 230 kg N ha⁻¹ a⁻¹ gedüngt. Auf den Parzellen der Kurzrasenvarianten werden nach jeder Weidesimulation punktuell jeweils 1,5 l Biogasgülle aufgebracht. Die Höhen der Einzelgaben und die Zahl der Überfahrten mit der Walze, richten sich nach den Besatzeempfehlungen für Kurzrasenweiden (BERENDONK, 2014). Verschiedene Bonituren erfolgen im Laufe des Versuches, die hier aus Platzgründen nicht vorgestellt werden können.

Von den Aufwüchsen werden Proben bei 60°C getrocknet und mittels NIRSTM5000 (Foss, Hillerød, Dänemark) analysiert. Die Erträge werden über die absoluten Trockenmassegehalte (TMG 60°C + NIRS-TMG) der einzelnen Frischmasseerträge der Parzellen bestimmt. Über Verbrennung im Muffelofen wurden die Rohaschegehalte Teilproben bestimmt. Die Energiegehalte in Nettoenergie für Laktation (NEL) werden nach SPIEKERS *et al.* (2013) berechnet. Statistische Auswertungen erfolgten mit Excel 2010 und R (Version 3.0.1, R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2008; LOGAN, 2010).

In dem vorliegenden Beitrag liegt die Priorität auf dem Vergleich der Ertragsleistungen und einiger Bestandescharakteristika der Sortenvarianten des Modellversuches.

Tab. 1: Übersicht der Sorten von *Lolium perenne* (DWG) oder Sortenmischungen (G II und „Lippa“), di-(2n) oder tetraploid (4n).

Sorte/Sortenmischung	
Hochzucker DWG 4n „Zocalo“	Rasen DWG „Vesuvius“
G II (ohne Weißklee)	DWG 2n früh „Picaro“
G II (mit Weißklee)	DWG 2n spät „Ambero“
Lippa Strapazierrasen	DWG 4n spät „Valerio“

Ergebnisse und Diskussion

Obwohl sich im Vergleich aller Jahre eine ähnliche Rangfolge der TS-Erträge der Varianten andeutet, lassen sich keine statistischen Unterschiede innerhalb der Versuchsjahre absichern (Tab. 2). Die tendenziell höchsten Erträge konnten mit dem Hochzuckergras und den Standardmischungen GII mit und ohne Weißklee erzielt werden (Abb. 1). Die späten Weidelgrassorten verzeichneten gerade auch im Sommer Zuwächse zwischen den Nutzungen, die sich mit denen der ertragsreichsten Varianten messen konnten. Am schwächsten schnitten in jedem Fall tendenziell die Rasensorten ab. Dass sich die Mindererträge der Rasensorte trotz der eher auf Rasendichte als auf Ertrag ausgerichteten Selektion nicht größer und folglich signifikant sind, ist überraschend. Inwieweit die zeitlich weiter auseinanderliegenden Nutzungstermine in 2013 die Ertragsmöglichkeiten bei folgenden Beweidungssimulationen beeinträchtigten, kann angesichts von niederschlagsarmen Bedingungen nur spekuliert werden.

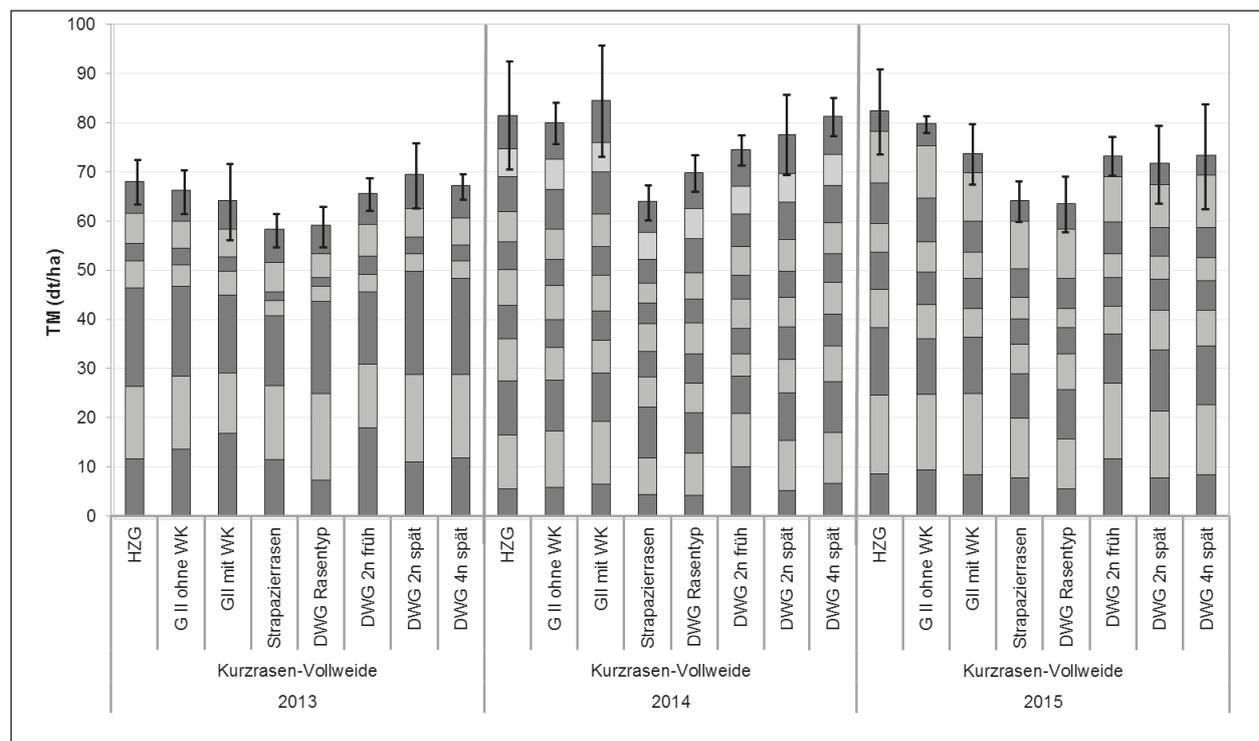


Abb.: 1: Durchschnittliche Trockenmasseerträge der Einzelschnitte für die Nutzungen Kurzrasen-Vollweide der Sortenvarianten (HZG = Hochzuckergras, WK = Weißklee, DWG = *Lolium perenne*). Die Balken zeigen die Standardabweichungen der mittleren Sortenerträge (n = 3).

Bezogen auf die Einzelerträge waren die Schwankungen besonders im Jahresverlauf 2013 groß (Tab. 2). Die niederschlagsreiche Vegetationszeit des Jahres 2014 ermöglichte Einzelerträge, die von nur geringen Schwankungen begleitet waren. In dem Jahr waren die niedrigsten Erträge der Einzelschnitte zu verzeichnen, was sich aber über die höhere Anzahl an Schnitten (11 im Vergleich zu sieben in 2013) relativierte. Trotz ausgeprägter Frühsommertrockenheit konnten die neun, genutzten Aufwüchse in 2015 durchaus mit den optimalen Bedingungen verglichen werden.

Die Rohproteingehalte lagen in jedem Jahr auf einem ähnlich hohen Niveau. Hierbei schnitt auch der mittlerweile von Rotschwingel dominierte Strapazierrasen erstaunlich gut ab, der zweimal auf einem signi-

fikanten Niveau je Schnitt mehr Protein beinhaltet, als etwa das frühe Weidelgras, oder das Hochzuckergras. Tendenziell steigerten nicht nur höhere Weißkleeanteile, sondern auch die Zugehörigkeit zur Spätreifegruppe die Proteingehalte. Wie zu erwarten, erzielte das Hochzuckergras unter optimalen Bedingungen tendenziell die höchsten Energiedichten. In Bezug auf Bedeckungsgrad und Anteile unerwünschter Beikräuter zeichnet sich tendenziell aber auch eine geringere Ausdauer von „Zocalo“ ab. Gleiches gilt für die späten Sorten. Die Ertragsanteilsbonituren erfolgten in 2014 zwei Monate früher, wie in 2015. Insofern spiegelt sich in den hier präsentierten Daten nur bedingt wieder, dass bei der Rasensorte „Vesuvius“ Weißkleeanteile erreicht wurden, bei denen bereits bei Weidetieren Acidosen beobachtet wurden (PLESCH *et al.* 2014). Entsprechend müssen die guten Kennzahlen dieser Sorte etwas kritisch betrachtet werden. Die Rasenmischung „Lippa“ hingegen wies auch in 2015 die niedrigsten Kleeanteile auf, während sie die höchsten Bedeckungsgrade erreichte.

Tab. 2: Mittelwerte der durchschnittlichen Erträge je Nutzung (2013: n = 7, 2014: n = 11, 2015: n = 9), hierüber gewichtete Mittelwerte der Rohprotein- und Energiegehalte in Netto-Energie-Laktation (NEL) als Kennzahlen von Aufwuchsquantität und -qualität, sowie Bestandeskennzahlen in Form des Bedeckungsgrades (BG) des Bodens und den geschätzten Ertragsanteilen (EA) in Prozent des TM-Ertrages von Weißklee (WK) und Dikotyledonen (Dik.), die als Beikräuter auftraten.

	Sortenvariante	Aufwuchs			Bestand		
		TM (dt/ha) je Nutzung	XP (% TM)	NEL (MJ/kg TM)	BG (%)	EA WK (%)	EA Dik. (%)
2013	HZG	9,7 (5,6)	22,3 ab	6,96 a			
	G II ohne WK	9,4 (5,6)	22,5 ab	6,69 a	In 2013 nicht erhoben.		
	GII mit WK	9,2 (5,5)	23,7 ab	6,80 a			
	Strapazierrasen	8,3 (5,0)	24,2 ab	6,84 a			
	DWG Rasentyp	8,4 (6,6)	23,6 a	6,86 a			
	DWG 2n früh	9,4 (5,5)	21,6 b	6,66 a			
	DWG 2n spät	9,9 (6,8)	23,5 ab	6,75 a			
	DWG 4n spät	9,6 (6,1)	23,1 ab	6,76 a			
2014	HZG	7,4 (2,2)	22,0 ab	7,04 a	90,7 ab	14,7 a	4,7 a
	G II ohne WK	7,3 (2,0)	23,0 abc	6,92 a	89,0 a	11,7 a	5,0 a
	GII mit WK	7,7 (2,4)	24,2 abc	6,93 a	93,0 ab	23,7 a	2,3 a
	Strapazierrasen	5,8 (1,9)	22,8 ac	6,89 a	98,3 b	4,7 a	2,3 a
	DWG Rasentyp	6,4 (1,6)	24,1 c	7,09 a	97,3 b	13,7 a	7,0 a
	DWG 2n früh	6,8 (2,1)	22,4 bc	6,96 a	94,7 ab	13,7 a	6,3 a
	DWG 2n spät	7,1 (1,9)	23,8 abc	6,93 a	92,3 ab	13,7 a	1,7 a
	DWG 4n spät	7,4 (1,7)	22,9 abc	6,69 a	90,7 ab	17,7 a	6,0 a
2015	HZG	9,2 (3,9)	21,2 ab	6,31 a	80,7 a	27,0 ab	7,3 a
	G II ohne WK	8,9 (3,3)	22,1 ab	6,35 a	90,3 bc	31,0 ab	6,0 a
	GII mit WK	8,2 (3,8)	22,8 ab	6,48 a	92,0 bc	35,0 a	4,0 a
	Strapazierrasen	7,1 (2,7)	23,0 a	6,46 a	98,0 c	9,0 b	3,0 a
	DWG Rasentyp	7,1 (2,5)	22,8 a	6,59 a	96,7 c	29,0 ab	7,0 a
	DWG 2n früh	8,1 (3,6)	22,2 b	6,58 a	86,3 b	34,0 a	6,0 a
	DWG 2n spät	8,0 (3,2)	22,3 ab	6,45 a	80,7 a	14,7 ab	5,3 a
	DWG 4n spät	8,2 (3,7)	22,8 ab	6,47 a	81,7 a	22,3 ab	8,0 a

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb der Nutzungsvarianten: signifikante Unterschiede bei $p < 0,05$

Schlussfolgerungen

In allen Ertrags- und Grünlanbestandesparametern zeichneten sich Tendenzen zur Herausbildung unterschiedlicher Weidecharakteristika unterschiedlicher Sorten- und Sortenmischungen ab. Entsprechend der Erwartungen erzielte das Hochzuckergras hohe Energiegehalte. Entgegen der Erwartungen verausgabte es sich dabei nicht, wie hypothetisch anzunehmen, durch höhere Zuckergehalte im Aufwuchs, sondern regeneriert sich unerwartet gut. Die Bedeckungsgrade lagen bei dieser Sorte auch im dritten Versuchsjahr

noch recht hoch. Für die späte tetraploide Sorte „Valerio“ gilt in etwa dasselbe. Zusammen mit dem diploiden Pendant überraschte die späte Reifegruppe auch im Frühjahr mit stabilen Erträgen. Die Hypothese, dass sich tetraploide Sorten nicht bewähren, weil sie eher aufrechten Typs mit weniger planaren Blättern sind, hat sich nicht bestätigt. Weitere Analysen der einzelnen Sorten im Verlauf der Weidesaison und im Vergleich der Nutzungsvarianten sind nötig, um genaue Aussagen über ihre Reaktionen auf Weidebelastung geben zu können. Zusätzlich wären tiefer gehende Bestandesuntersuchungen hilfreich. Mit diesen Ergänzungen können mit Hilfe des Modellversuches Ratschläge in Bezug auf Nachsaaten von intensiven Weiden gegeben werden. Während etwa die Standardmischung Gill eine gute Ertragsbasis darstellt, ließe sich über die gezielte Beimengung von Sorten mit dichter Bestockung, wie bei Rasensorten, die Narbenstruktur verbessern und unempfindlicher gegen Vertritt gestalten. Letztlich zeigt der Versuch aber, dass der Ausgangsbestand auf längere Sicht für den Ertrag nur eine relativ geringe Rolle spielt. Offenbar spielt bei den getesteten Weidelgrassorten und Sortenmischungen die Adaption an die Kurzrasenweide die größte Rolle.

Literatur

BERENDONK, C. (2014): Planvoll weiden mit dem „Riswicker Weideplaner“. LWK NRW.

LOGAN, M. (2010): Biostatistical design and analysis using R: A practical guide. Wiley-Blackwell, Chichester.

MORVAN, A., G. CHALLE, M.-P. PRUD'HOMME, J. LE SAOS UND J. BOUCAUD (1997): Rise of fructan exohydrolase activity in stubble of *Lolium perenne* after defoliation is decreased by uniconazole, an inhibitor of the biosynthesis of gibberellins. New. Phytol. 136 , 81-88.

OPITZ VON BOBERFELD, W. (1994): Grünlandlehre. Biologische und ökologische Grundlagen. UTB Taschenbuch 1770, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 336 S..

PLESCH, G., WITTMANN, M. UND LASER, H. (2013): Harnstoffgehalte in der Milch in Abhängigkeit von den Rohproteingehalten in Aufwüchsen bei Kurzrasenweide. 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 vom 29.-31.08.2013: 185-190.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2008): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

THOMET, P., M. HADORN UND A. WYSS (2014): Langjährige Erfahrung mit dem Kurzrasen-Weidesystem für Milchkühe. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau Band 16, 85-90.

Unternehmerische Stellschrauben zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit weidebasierter Milchviehhaltungssysteme

V. UHLIG¹, E. LEISEN² und D. MÖLLER¹

¹ Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Fachgebiet Betriebswirtschaft, Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen

² Landwirtschaftskammer NRW, Nevinghoff 40, 48147 Münster

v.uhlig@uni-kassel.de

Einleitung und Problemstellung

Angesichts der aktuellen Rahmenbedingungen ist die Optimierung der Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion von essentieller Bedeutung. Das ökonomische Potential einer auf Weidenutzung basierenden Milchviehhaltung ist hinlänglich bekannt, jedoch zeigt sich eine große Bandbreite der Wirtschaftlichkeit innerhalb des Bewirtschaftungssystems. Als Weide-Erfolgsfaktoren konnten bisher insbesondere eine ökologische Wirtschaftsweise (KIEFER 2014) und ein hoher Anteil des Weide-Rationsanteils (LEISEN und RIEGER 2011) identifiziert werden.

Wie in den dafür bekannten Weideländern Neuseeland und Irland, wird auch im deutschsprachigen Raum konzeptionell eine Low-Cost-Strategie verfolgt. Ziel der Strategie ist es, die eingesetzten Produktionsmittel und insbesondere deren Kosten zu reduzieren, indem die Weide optimal ausgenutzt wird. Über die Fütterung hinaus wird eine Kostenminderung in allen Bereichen (Arbeits-, Gebäude- und Maschinenkosten) angestrebt. Dabei ist zu erwarten, dass sich eine vollständige Umsetzung der Gesamtstrategie positiv auf die jeweiligen Kostenblöcke auswirkt (STEINBERGER *et al.* 2012, THOMET *et al.* 2002).

In der einzelbetrieblichen Betriebszweigabrechnung (BZA) sind die Kostenblöcke für Fütterung, Gebäude, Maschinen und Arbeitserledigung definiert. Bisher gibt es jedoch nur wenige Studien, die anhand von betriebswirtschaftlichen Praxisdaten unterschiedlich intensiv weidender Betriebe die Erfüllung des Low-Cost-Konzepts systematisch untersucht haben. Deshalb ist das Ziel dieses Beitrags die einzelnen Leistungs- und Kostenblöcke aus der BZA ökologischer, weidebasierter Milchviehbetriebe zu untersuchen. In welchem Umfang und in welchen Bereichen der Kostenstruktur kann bei unterschiedlicher Weideintensität eine Kostenminderung erzielt werden? Neben einer kritischen Reflektion der Datenbasis aus der BZA dienen die Ergebnisse der Identifizierung von Stellschrauben, welche aus unternehmerischer Sicht wirtschaftliches Optimierungspotential versprechen.

Material und Methoden

Betriebszweigabrechnungen von 34 ökologischen Betrieben der Jahre 2009/2010 bis 2012/13 wurden im Auftrag der Landwirtschaftskammer NRW und im Rahmen des Forschungsprojekts „Weidekuh II: Ökonomische Evaluierung züchterischer Strategien in Weideproduktionssystemen zur Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens“ mit betrieblichen Informationen ergänzt und ausgewertet. Zwecks Vergleichbarkeit wurden die auf Energie- und Fettgehalt korrigierte Milchleistung (ECM) pro Kuh und Laktation und die Kraftfuttergabe, angegeben in Kraftfutteräquivalenten (KFÄ) auf die Energiestufe III korrigiert in dt je Kuh und Jahr verwendet. Zur Einschätzung der Weideintensität liegen Angaben zum Weideanteil an der Futterrationsration während der Weideperiode (Mai-Oktober) vor. Der Weideanteil liegt zwischen 5% und 95% und wird verwendet, um die Betriebe in drei Gruppen zu unterteilen. Es zeigt sich, dass zwischen den Gruppen erhebliche Unterschiede in Tierzahl, Milchleistung und Kraftfuttergabe bestehen (Tab. 1).

Um einen möglichen Einfluss dieser Parameter auf die Wirtschaftlichkeit zu untersuchen, wurde jede der drei Gruppen anhand des Medians in zwei Untergruppen (größere/kleinere Herde, höhere/geringere Milchleistung und mehr/weniger Kraftfutter) aufgeteilt.

Die deskriptiven Auswertungen werden in Excel durchgeführt. Die BZA erfolgt als Vollkostenrechnung incl. kalkulatorischer Faktorkosten nach dem Schema der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG 2011). Zur besseren Übersichtlichkeit werden alle Kosten außer den Direktkosten, nämlich Arbeitserledigungs-, Rechte-, Gebäude- und Allgemeine Kosten als „Sonstige Kosten“ bezeichnet. Die Ergebnisse werden in Cent / kg ECM als Mittel über die ausgewerteten Jahre, untergliedert in die drei Weidegruppen, dargestellt.

Tab. 1: Mittelwerte der produktionstechnische Angaben der untersuchten Betriebe unterteilt nach Weideintensität

	Weide-Rationsanteil	Anzahl Milchkuhe	Milchleistung (kg ECM / Kuh)	KFÄ (dt / Kuh)
Betriebe mit wenig Weide	Unter 40%	93	8003	18,6
Betriebe mit mittel Weide	40% bis 60%	71	7083	15,9
Betriebe mit viel Weide	Über 60%	81	6866	13,4

Ergebnisse und Diskussion

Alle drei Gruppen mit unterschiedlichem Weide-Rationsanteil liegen bei den Leistungen mit etwa 52 Cent / kg Milch nahezu gleichauf. Jedoch ist auffällig, dass die Gruppen mit Mittel und Viel Weide jeweils für die Milch einen Cent / kg ECM weniger erhalten und dafür die weiteren Leistungen einen Cent mehr betragen (Abb. 1). Hier zeigt sich ein Unterschied, wenn nach dem Median der Tierzahl in größere und kleinere Herden aufgeteilt wird. Während der Wert der größeren Herden etwa gleich ist, wie bei Wenig Weide, liegt er bei den kleineren Herden um etwa 2 Cent / kg ECM höher.

Bei den Direktkosten zeigt sich bei der Gruppe Viel Weide mit 30,5 Cent / kg ECM ein deutlich geringerer Wert als bei Mittel (35,7 Cent / kg ECM) und Wenig Weide (33,8 Cent / kg ECM). Dem gegenüber liegen die Sonstigen Kosten bei Mittel und Viel Weide um ca. 2 Cent / kg ECM höher als bei den wenig weidenden Betrieben (Abb. 1). Hier zeigt die Unterteilung nach dem Median der Tierzahl bei allen drei Weidegruppen geringere Kosten bei größeren Herden.

Mit dieser Kostenstruktur gelingt es im Mittel nur der viel weidenden Gruppe (+ 1,3 Cent / kg ECM) und nahezu auch der wenig weidenden Gruppe (- 0,4 Cent / kg ECM) ihre Vollkosten zu decken. Ein weniger erfolgreiches Abschneiden der mittleren Weidegruppe (- 3,8 Cent / kg ECM) stimmt mit vorausgegangenen Ergebnissen von LEISEN und RIEGER (2011) überein.

Bei den Futterkosten zeigen sich erhebliche Unterschiede. Betrieben mit viel Weide gelingen um 3,6 bzw. 4,7 Cent geringere Kosten / kg ECM im Vergleich zu der wenig bzw. mittel weidenden Gruppe. Im Detail nehmen die Kraft- und Saffutterkosten mit zunehmender Weideintensität ab, während die Grobfutterkosten einen besonders hohen Wert bei der mittleren Gruppe aufweisen (Abb. 1).

Der Abstand zwischen den drei Weidegruppen ist so groß, dass bei allen Untergruppen nach der Median-Unterteilung bei Viel Weide (22,3 bis 25,5 Cent / kg) niedriger liegen, als bei den Untergruppen bei Wenig und Mittel Weide (27,0 bis 29,6 Cent / kg).

Die Unterteilung nach mehr/weniger Kraftfutter offenbart außerdem, dass die mittel bzw. viel weidenden Betriebe mit vermehrtem Kraftfuttereinsatz höhere Futterkosten aufweisen (+1,9 bzw. +1,1 Cent / kg ECM). Dies ergibt sich dadurch, dass die höheren Kraftfutterkosten nicht durch entsprechend geringere Grundfutterkosten kompensiert werden konnten. Bei den wenig weidenden Betrieben zeigt sich dagegen nahezu kein Unterschied (-0,1 Cent / kg ECM).

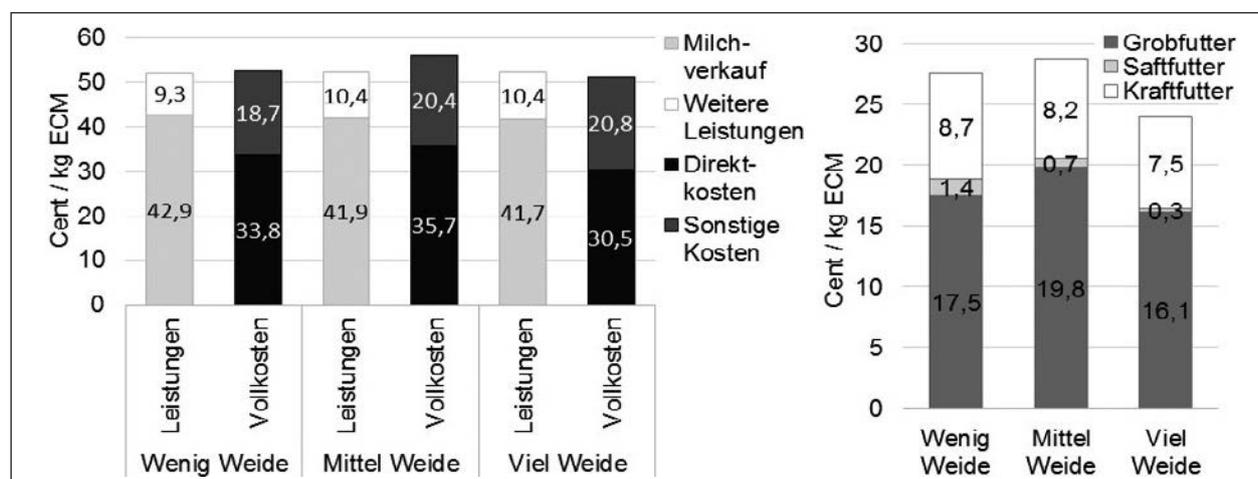


Abb. 1: Details der Leistungen und Vollkosten (links) und der Futterkosten (rechts) unterteilt nach Wenig, Mittel und Viel Weide (Mittelwerte der Jahre 2009/2010 bis 2012/13, eig. Darstellung)

Bezüglich der Sonstigen Kosten wird im Detail deutlich, dass ausschließlich die Arbeitserledigungskosten mit zunehmender Weideintensität deutlich ansteigen. Dies ist insbesondere bedingt durch den Lohnansatz. Die Maschinenkosten, ein weiterer Bestandteil der Arbeitserledigungskosten, weisen nur einen geringen Kostenvorteil bei Viel Weide aus. Ebenso zeichnen sich bei den Gebäudekosten leicht geringere Kosten ab. Die anderen Kostenpositionen (Milchlieferrrechte und Allgemeine Kosten) zeigen keine Unterschiede zwischen Wenig, Mittel und Viel Weide (Tab. 2).

Tab. 2: Zusammensetzung der Sonstigen Kosten der untersuchten Betriebe (Mittelwerte der Jahre 2009/2010 bis 2012/13)

	Mittelwert der Kosten (Cent / kg ECM)		
	Wenig Weide	Mittel Weide	Viel Weide
Arbeitserledigungskosten	12,8	14,3	15,3
Darin Lohnansatz	6,1	7,8	8,6
Darin Maschinenkosten*	3,8	3,9	3,3
Milchlieferrrechtekosten	1,0	1,1	1,1
Gebäudekosten	3,3	3,5	2,8
Allgemeine Kosten	1,5	1,5	1,6

* = bestehend aus Maschinenunterhaltung, Treib- und Schmierstoffe und Afa Maschinen

Wie schon bei den Sonstigen Kosten (gesamt), zeigt die Unterteilung nach dem Median der Tierzahl auch einen erheblichen Einfluss auf die Arbeitserledigungskosten und den Lohnansatz. Bei den anderen Kostengruppen tritt dieser Effekt jedoch nicht auf.

Fazit und Ausblick

Die Auswertung von 34 ökologischen Milchviehbetrieben hinsichtlich der Umsetzung der Low-Cost-Strategie ergibt ein differenziertes Bild hinsichtlich der unterschiedlichen Kostenblöcke. Bei Direkt- und insbesondere Futterkosten (Kraft- und Grundfutter) werden mit viel Weide erhebliche Kosteneinsparungen erreicht. Ein (zu) hoher Krafftuttereinsatz kann diesen Effekt jedoch schmälern. Eher eine Unabhängigkeit von der Weideintensität kann bei den Gebäude-, Maschinen-, Lieferrechte- und Allgemeinen Kosten identifiziert werden. Dem gegenüber steigen die Kosten der Arbeitserledigung und dem darin enthaltenen Lohnansatz mit zunehmendem Weideanteil an. Die Auswertung legt nahe, dass hier unter anderem auch die Betriebsgröße einen deutlichen Einfluss besitzt (Skaleneffekt). Darüber hinaus ist zu beachten, dass für die verwendeten BZAen keine exakte Zeiterfassung durchgeführt wurde. Das Aggregationsniveau dieser BZA reicht in diesem Bereich zu einer detaillierten produktionsökonomischen Bewertung nicht aus. Somit werden weitergehende Studien mit einem Schwerpunkt auf einer exakteren Erhebung der Arbeitszeiten und Aufschlüsselung der Sonstigen Kosten benötigt.

Welche einzelbetrieblichen wirtschaftlichen Verbesserungsmaßnahmen in einem weidebasierten Milchviehbetrieb tatsächlich möglich sind, hängt von vielen Faktoren, wie den betrieblichen Gegebenheiten (z.B. Flächenausstattung und –arrondierung), Managementstrategien (Blockabkalbung, Kurzrasensystem, etc.) und Rahmenbedingungen (Witterung, Milchpreise, etc.) ab. Angesichts der großen Spannbreiten zwischen den untersuchten Betrieben ist anzunehmen, dass eine kritische Überprüfung der betriebswirtschaftlichen Zahlen hinsichtlich der (noch nicht) erreichten Kostenminderung dazu dienen kann Optimierungspotentiale aufspüren.

Literatur

DLG (2011): Die neue Betriebszweigabrechnung – Ein Leitfaden für die Praxis. Vorschlag für bundeseinheitliche Gestaltungen von Betriebszweigabrechnungen auf der Grundlage des BMVEL-Jahresabschlusses, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

KIEFER, L. (2014): Gesamtbetriebliche Analyse von Weidebetrieben und Weidesystemen in der Milchviehhaltung in unterschiedlichen Regionen Süddeutschlands, Dissertation. Universität Hohenheim.

LEISEN, E. UND RIEGER, T. (2011): Wirtschaftlichkeit ökologischer Milchviehhaltung bei unterschiedlichem Weideumfang – 5-jährige Auswertung. In: LEITHOLD, G. et al. (Hrsg.), Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis, Köster, Berlin, 262–265.

STEINBERGER, S., RAUCH, P., SPIEKERS, H., HOFMANN, G., DORFNER, G. (2012): Vollweide mit Winterkalbung – Ergebnisse von Pilotbetrieben, Freising.

THOMET, P., RÄTZER, H., DURGIAL, B. (2002): Effizienz als Schlüssel für die wirtschaftliche Milchproduktion. Agrarforschung 9, (9), 404–409.

Danksagung

Unser Dank für das Forschungsvorhaben „Weidekuh II - Ökonomische Evaluierung züchterischer Strategien in Weideproduktionssystemen zur Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens“ gilt dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, welches das Projekt im Rahmen des Bundesprogramms ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft fördert, den beteiligten Betrieben und dem Projekt „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW“.

Genotypenvergleich im Hinblick auf Milchleistung, Fruchtbarkeit und Gesundheitsparameter bei unterschiedlichem Weideumfang

K. BRÜGEMANN¹, K. RÜBESAM¹, E. LEISEN² UND S. KÖNIG¹

¹ Department of Animal Breeding, University of Kassel, 37213 Witzenhausen, Germany

² Landwirtschaftskammer NRW, 48135 Münster, Germany

k.bruegemann@uni-kassel.de

Problemstellung

Neuere Untersuchungen zeigen, dass unterschiedliche Haltungs- und Fütterungssysteme unterschiedliche Genetik bzw. Milchpopulationen erforderlich machen. 2 Haltungssysteme haben sich herausgebildet:

System 1: ganzjährige oder überwiegende Stallhaltung, hohe Einzeltierleistung, erhöhter Kraftfutteraufwand (high input system).

System 2: im Sommerhalbjahr überwiegende Weidehaltung, begrenzte Einzeltierleistungen, begrenzte Zufütterung (low input system).

Zu prüfen galt, ob bei gezielter Auswahl die im europäischen Raum eingesetzten Bullen, entwickelt im high input system (System 1), auch für das low input system (System 2) geeignet sind oder aber der Einsatz von Bullen entwickelt im low input system vorteilhafter ist?

Hypothesen

1. Für Betriebe mit viel Weidegang bietet der Einsatz von Bullen, getestet in Systemen mit viel Weidegang, Vorteile im Vergleich zu den Bullen, deren Töchter aus Stallhaltungssystemen stammen. Neuseeländer HF-Kühe können für Weidebetriebe vorteilhaft sein.
2. Gezielt ausgesuchte HF-Bullen aus Zuchtprogrammen in Mitteleuropa und Nordamerika liefern für Weidehaltung angepasste Genetik.

Material und Methoden

Mit dem Ziel speziell an Weidestandorte angepasste Kühe (THOMET *et al.* 2010) zu züchten, startete 2010 ein Anpaarungsversuch mit Bullen unterschiedlicher Herkunft: Neuseeländer Bullen (NZ), speziell für Weidesysteme ausgewählte deutsche Bullen (D) sowie Bullen aus dem herkömmlichen Angebot (VG). 22 am Weidekuh-Projekt teilnehmende Betriebe wurden entsprechend ihrem Weideumfang in Betriebe mit viel, mittlerem und wenig Weideanteil (Weideanteil: Mittlerer Energieanteil von Weidefutter an Futterration zwischen Mai – Oktober, viel = > 60 %, mittel = 40 – 60 %, wenig = < 40 %) eingruppiert. Für die Auswertung wurden nur Betriebe mit mindestens drei erstlaktierenden NZ-Tieren einbezogen. Auch von den beiden anderen Vergleichsgenetiken (VG und D) mussten mindestens drei erste Laktationen vorliegen, damit die Tiere des jeweiligen Betriebs in den Vergleich einbezogen werden konnten. Ausgewertet wurden 540 VG-, 110 D- und 150 NZ-Kühe.

Neben den üblichen Daten aus der Milchleistungsprüfung, Besamungsmeldungen und Exterieur-einstufungen wurden für einen Rassevergleich seit Verfügbarkeit der ersten Töchter in Milch eine Reihe von Tierwohlintensivindikatoren (Verschmutzungsgrad, Bewegungsverhalten, Körperkondition und Verletzungen am Sprunggelenk) von ein und derselben Person erhoben.

Ergebnisse und Diskussion

Besamungserfolg, Totgeburtenrate, Kalbeverlauf, Kondition, Verschmutzung, Lahmheiten und Verletzungen

Schon in den ersten beiden Versuchsjahren zeigte sich: Auf den Besamungserfolg hatte die Herkunft des Vaters keinen Einfluss. Die Kalbungen fielen aber signifikant leichter aus und die Totgeburtenrate lag signifikant niedriger (2 – 3,2 % gegenüber 7,4 %), wenn der Kalbvater ein Bulle aus Neuseeland oder ein für das Weideprojekt empfohlener Bulle aus Deutschland war (LEISEN *et al.*, 2012). Bonituren vor Ort zeigten: Die Töchter der neuseeländischen Bullen hatten darüber hinaus eine signifikant bessere Kondition sowie signifikant weniger Verschmutzungen, Lahmheiten und Sprunggelenksverletzungen (BRÜGEMANN *et al.*, 2015).

Milchleistung in 1. Laktation

Unabhängig von der Rassekreuzung ist mit zunehmendem Weideanteil wie erwartet ein Rückgang der Leistung (Abb. 1) von ca. 20-23kg auf 19-20 kg Milch/Tag zu beobachten. Erst unter „viel Weide“- Bedingungen zeigt sich hinsichtlich der täglichen Milchleistung eine Überlegenheit der beiden Weidegenetiken (D und NZ) von ca. 1kg, bei fett- und eiweißkorrigierter Milchleistung liegen die NZ-Tiere in dieser Gruppe sogar leicht vorn. Die Töchter deutscher Weidebullen scheinen bei „geringem Weideumfang“ ihre höchste Milchleistung (22,7kg) erreichen zu können, wohingegen herkömmliche eher (23,0kg) und NZ-Genetik klar (21,7kg) bei „mittlerem Weideumfang“ ihr volles Leistungspotential entfalten.

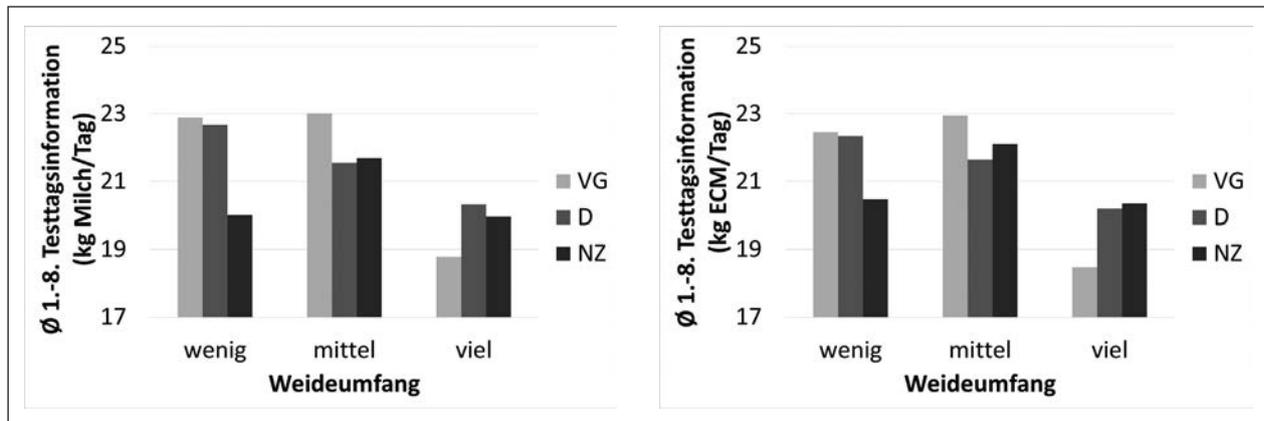


Abb. 1: Milchleistung (kg Milch/Tag) und fett- und eiweißkorrigierte Milchleistung (kg ECM/Tag) der verschiedenen Herkünfte in Abhängigkeit des Weideumfangs

Fett- und Eiweißgehalte der Milch

Bei reiner Betrachtung der Inhaltsstoffe (Abb. 2) sind die NZ-Töchter die überlegene Rassekreuzung, gefolgt von den Töchtern deutscher Weidebullen. Während VG- und D-Kühe bei „mittlerem Weideumfang“ ihr Maximum an Milchfett (4,1-4,2%) und -eiweiß (3,2%) erzielen, steigen bei NZ-Kühen zwar die Fettgehalte von 4,2% auf 4,3%, aber sinken die Eiweißgehalte mit zunehmendem Weideumfang von 3,4% auf 3,3%.

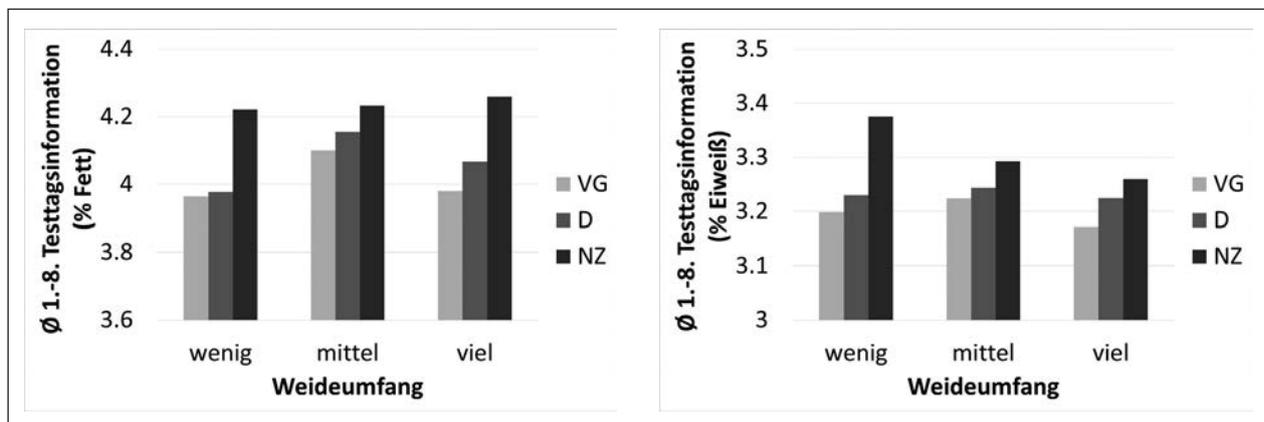


Abb. 2: Milchfettgehalt (% Fett) und Milcheiweißgehalt (% Eiweiß) der verschiedenen Herkünfte in Abhängigkeit des Weideumfangs

Zellgehalte in der Milch

Zur Beurteilung der Eutergesundheit wurde der Anteil an Testtagen mit einem Wert > 100000 Zellen (Abb. 3) genutzt. Damit wird vermieden, dass einzelne euterkrankte Kühe ein verzerrtes Gesamtbild ergeben. Beim Rassevergleich fällt auf, dass alle Kühe unabhängig vom Weideumfang einen nahezu konstanten Anteil (28-29%) an Überschreitungen einer Zellzahl von 100000 haben. Eine Ausnahme bilden bei mittlerem Weideumfang die D-Kühe.

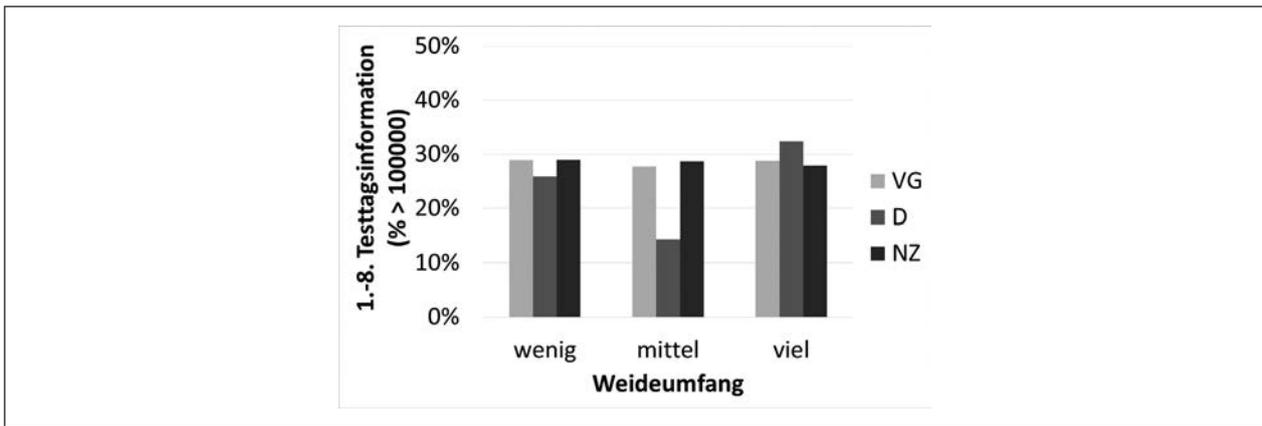


Abb. 3: Anteil der Messungen mit Zellzahl > 100000 der verschiedenen Herkünfte in Abhängigkeit des Weideumfangs

Rastzeiten als Maßstab für Fruchtbarkeit

NZ-Kühe hatten unabhängig vom Weideumfang meist die niedrigste Rastzeit (Zeitraum bis zur ersten Besamung nach der Kalbung, Abb. 4). Die niedrige Rastzeit von D-Kühen bei viel Weide erklärt sich teilweise durch den hohen Anteil an Kalbungen im 1. Quartal von 41 %. Nach Erfahrungen von Weidebetrieben ist die Besamung gerade nach Kalbungen zu dieser Zeit besonders erfolgreich, weil sich die Brunst im Frühjahr nach Austrieb besonders gut zeigt. In den späteren Monaten wird die Brunst aber insbesondere bei mittlerem und hohem Weideanteil weniger gut erkannt, was zu höheren Rastzeiten führt.

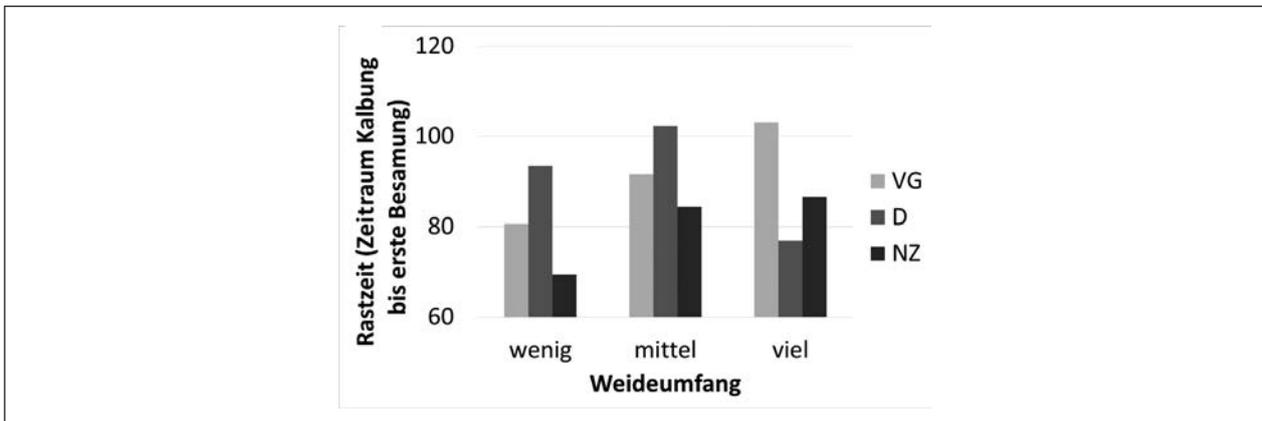


Abb. 4: Rastzeiten der verschiedenen Herkünfte in Abhängigkeit des Weideumfangs

Sauberkeit

Im Rahmen von Betriebsbesuchen sind neben Sprunggelenken und Laufverhalten auch die Sauberkeit verschiedener Körperbereiche benotet worden, um Rückschlüsse auf das Wohlbefinden der Tiere ziehen zu können. Mit dem Rückgang von Verschmutzungen am Hinterbein bei zunehmendem Weideanteil weichen die Töchter deutscher Weidebullen vom offensichtlich positiven Zusammenhang zwischen Verschmutzung und Weideumfang der übrigen Genetiken ab. Davon abgesehen sind die NZ-Tiere fast durchweg die saubersten Tiere.

Besonders bei der Ausprägung der letztgenannten Merkmalskomplexe spielen zu einem großen Teil Effekte wie Stall-/Weideperiode, aber auch Laktationsstadium oder Kalbesaison eine Rolle. Daher wurde für das Beispiel Verschmutzung grob nach Stall- (November-März) und Weideperiode (April-Oktober) unterschieden, um zu zeigen, dass während der reinen Stallhaltungszeit generell höhere Verschmutzungsnoten (Ausnahme: NZ-Tiere bei wenig Weide) vergeben wurden. Es ist aber weiterhin ein Trend zu mehr Verschmutzungen bei „größerem Weideumfang“ zu beobachten, was die Vermutung nahelegt, dass Betriebe mit „wenig Weide“ auch eher in eine Optimierung der Stallumwelt investiert haben.

Lahmheiten und Sprunggelenksschäden

Bei Lahmheiten und Sprunggelenksschäden (Abb. 5) erscheinen die NZ-Kühe als die unkomplizierteste Rassekreuzung. Bei gesonderter Betrachtung der schlimmeren Lahmheiten/Verletzungen (ab Note 3) im Hinblick auf Fundamentprobleme verstärkt sich dieser Eindruck.

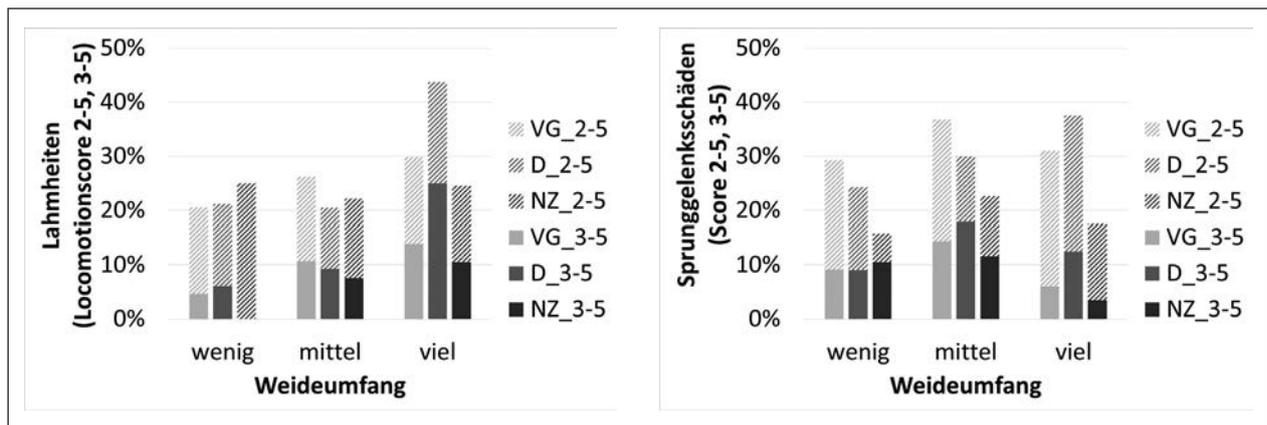


Abb. 5: Lahmheiten und Sprunggelenksschäden der verschiedenen Herkünfte in Abhängigkeit des Weideumfangs (ausgefüllte Balken: schwerwiegendere Fälle)

Schlussfolgerungen

Bullen aus Neuseeland oder ein für das Weideprojekt empfohlener Bulle aus Deutschland erzeugten Kälber mit einem signifikant leichteren Kalbeverlauf und signifikant niedriger Totgeburtenrate. Töchter Neuseeländischer Bullen haben sich im Hinblick auf ein geringeres Auftreten von Lahmheiten und insbesondere von Sprunggelenksschäden überlegen gezeigt. In der 1. Laktation fielen die Fett- und Eiweißgehalte bei den neuseeländischen Kühen deutlich höher aus. Unter den Bedingungen von viel Weide (Weide mit > 60 % Energieanteil in Sommerration) waren die beiden Weidegenetiken (D und NZ) überlegen, bei wenig Weide (< 40 % Energieanteil in Sommerration) erzeugte die deutsche Genetik (VG und D) mehr Milch. Nach dem Kalben waren die Töchter neuseeländischer Bullen die ersten, die besamt werden konnten (kürzere Rastzeit).

Die Eignung für hiesige Weidebetriebe wird durch Einbeziehung größerer Datenmengen noch verifiziert. Diese werden im Rahmen des Weidekuh II-Projektes als Grundlage für die Konstruktion eines „Gesamtzuchtwertes Weide“ für Holstein-Kühe dienen.

Literatur

THOMET P., PICCAND V., SCHORI F., TROXLER J., WANNER M., KUNZ P. (2010): Efficiency of Swiss and New Zealand dairy breeds under grazing conditions on Swiss dairy farms. *Grassland Science in Europe* 15, 1018-1020.

LEISEN, E., KÖNIG, S. (2012): Nachkommenvergleich von HF- und Jersey-Bullen unterschiedlicher Populationen in Weidebetrieben 2010 - 2021. *Versuchsbericht Leitbetriebe Ökologischer Landbau*, 218 – 223.

BRÜGEMANN, K., RÜBESAM, K., LEISEN, E., KÖNIG, S. (2015): Genotypenvergleich im Hinblick auf Merkmale des Wohlbefindens in Milchviehbetrieben mit Schwerpunkt Weidehaltung. In: 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 463-465.

Danksagung:

Dank dem BMEL für die finanzielle Förderung des Forschungsvorhabens „Ökonomische Evaluierung züchterischer Strategien in Weideproduktionssystemen zur Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohlbefindens“ im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und anderer Formen nachhaltiger Landwirtschaft. Die Kosten der Anpaarung wurden von den beteiligten Landwirten übernommen, Organisation und Koordinierung erfolgten im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW“.

Wirtschaftlichkeit bei unterschiedlichem Weideumfang – 9-jährige Auswertung von 39 Öko-Milchviehbetrieben

E. LEISEN¹, V. UHLIG²,

¹Landwirtschaftskammer NRW, Nevinghoff 40, 48147 Münster

²Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, FG Betriebswirtschaft,
Steinstr. 19, 37213 Witzenhausen

edmund.leisen@lwk.nrw.de

Problemstellung

In Öko-Betrieben haben Milchkühe fast durchweg Weidegang, je nach Betrieb allerdings in unterschiedlichem Umfang. Bei nur wenig hofnaher Weide wird nur stundenweise ausgetrieben, andere Betriebe weiden Tag und Nacht. Um den Rückgang des Weideumfangs zu stoppen, müssen die wirtschaftlichen Vorteile aufgezeigt werden. Auswertungen zur Wirtschaftlichkeit des Weideganges liegen bisher nur wenige vor, speziell im Ökologischen Landbau fehlen sie vielerorts.

Folgende Hypothese gilt es zu untersuchen:

Viel Weidegang kann wirtschaftlich sein, auch wenn dabei die Milchleistung geringer ausfällt.

Material und Methoden

Die Auswertung basiert auf der Datengrundlage von 39 norddeutschen Öko-Betrieben der Wirtschaftsjahre 2004/05 bis 2012/13. Die Verrechnung erfolgte auf der Basis von Buchführungsdaten und Einzelgesprächen mit Landwirten. Ausgewertet wurden die Betriebe nach den Vorgaben der DLG-Betriebszweigauswertung (DLG 2011), d.h. als Vollkostenrechnung unter Berücksichtigung der Faktorkosten für die betriebseigenen Produktionsfaktoren. In der Auswertung wird die Milchmenge in ECM (energie- und eiweißkorrigierte Milch) dargestellt, so dass Unterschiede im Fett- und Eiweißgehalt berücksichtigt sind.

Einteilung nach über- und unterdurchschnittlich erfolgreichen Betrieben

Die Einschätzung, zu welchen Produktionskosten Öko-Betriebe im Mittel Milch erzeugen, erfolgte anhand der Trendlinie entsprechend der Abb. 1. Betriebe unterhalb der Trendlinie erzeugen die Milch kostengünstiger als das Mittel der Betriebe bei vergleichbarer Herdengröße. Die Abbildung zeigt, dass die Produktionskosten mit steigender Kuhzahl tendenziell sinken. Hauptursache sind Kostendegressionseffekte.

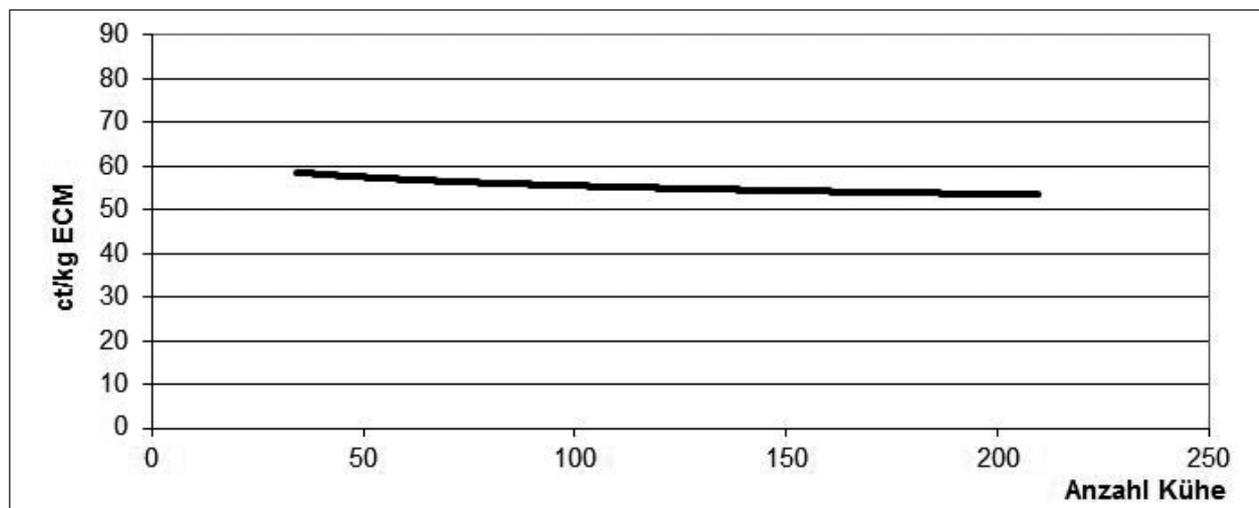


Abb. 1: Trend für die Summe der Produktionskosten 2012/13

Diese Vorgehensweise ist erforderlich, weil ansonsten die Auswertung mit einem systematischen Fehler behaftet wäre. So wird in den untersuchten Öko-Betrieben bei kleineren Herden meist viel geweidet und relativ wenig Kraftfutter gegeben (überdurchschnittlich viel Kraftfutter nur in 21 % der Betriebe bis 50 Kühe, aber in 78 % der Betriebe mit über 100 Kühen). Der reine Vergleich von Kraftfuttermenge oder Weideumfang mit der Wirtschaftlichkeit ohne Berücksichtigung der Herdengröße könnte deshalb zu Fehlinterpretationen führen.

Ergebnisse und Diskussion

Wirtschaftlichkeit bei unterschiedlichem Weideumfang

Ein Vergleich von Betrieben mit unterschiedlichem Weideumfang zeigt: Betriebe mit über 60 % Weideanteil in der Sommerration wirtschaften zu 64 % überdurchschnittlich gut, trotz geringerer Kraftfuttergaben (im Vergleich zu Betrieben mit weniger als 40 % Weideanteil: 13,2 statt 20,2 dt/Kuh) und einer um 1.179 kg ECM/Kuh niedrigeren Jahresmilchleistung (Tab. 1; Tab. 5 im Anhang zeigt ausführliche Daten). Bei geringerem Weideumfang sind nur 50 bzw. 40 % der Betriebe überdurchschnittlich wirtschaftlich. Zum Vergleich: Untersuchungsergebnisse aus den Niederlanden und den USA (PFLIMLIN, 2008, EVERS *et al.*, 2008, HOLSHOF *et al.*, 2010). Hier sind im konventionellen Landbau ebenfalls Betriebe mit viel Weidegang im Vergleich zu solchen mit vorwiegend Stallhaltung wirtschaftlicher. Um einen systematischen Fehler, wie oben beschrieben, zu vermeiden, wurden dabei Betriebe mit vergleichbarer Herdengröße verglichen. Eine bessere Wirtschaftlichkeit von Vollweide gegenüber Halbtagsweide fand auch KIEFER (2013) bei der Untersuchung von süddeutschen Öko-Betrieben.

Tab. 1: Anteil erfolgreicher Betriebe bei unterschiedlichem Weideumfang, Milchleistung und Kraftfuttermittel-einsatz

		Weideumfang (1)		
		unter 40 %	40 - 60 %	über 60 %
Mittelwerte 9-jähriger Auswertung				
Milchleistung	[kg ECM/Kuh]	7.813	7.064	6.634
Kraftfuttermenge (3)	[dt E III/Kuh]	20,2	15,8	13,2
Kraftfuttermenge (3)	[kg KF/kg ECM]	0,258	0,224	0,196
Anteil überdurchschnittlich erfolgreicher Betriebe (2)		50%	40%	64%
Anzahl Betriebe		14	13	12

(1) Anteil Weide an Gesamtration von Mai - Oktober

(2) überdurchschnittlich erfolgreiche Betriebe erzeugen die Milch bei gleicher Kuhzahl kostengünstiger als die übrigen Betriebe

(3) incl. energiereichem Saftfutter

Der Vorteil der Weide liegt vor allem darin, dass die Erzeugung der gleichen Energiemenge nur etwa halb so viel kostet wie die Erzeugung von Grassilage: speziell im Öko-Landbau sind es 17,7 ct/10 MJ NEL bei Weide statt 33,6 ct/10 MJ NEL bei Grassilage (Betriebszweigauswertung NRW 2013/2014). Bezogen auf die Milchmenge haben Betriebe mit viel Weidegang deshalb trotz geringerer Milchleistung und weniger Kühen niedrigere Produktionskosten als größere Betriebe mit vorwiegend Stallfütterung (Tab. 2). Mit einem leicht positiven kalkulatorischen Betriebsergebnis erzeugen Betriebe mit viel Weidegang im Mittel sogar einen leichten Unternehmensgewinn von + 0,5 ct/kg ECM. Am deutlichsten ist der Unterschied zu Betrieben mit mittlerem Weideumfang (40 – 60 % Weide in der Sommerration): Bei hohem Weideanteil liegen die Produktionskosten um 4,2 ct/kg ECM niedriger.

Tab. 2: Kosten und Betriebszweigergebnis bei unterschiedlichem Weideumfang

		Weideumfang (1)		
		unter 40 %	40 - 60 %	über 60 %
Mittelwerte 9-jähriger Auswertung				
Milchkühe	Anzahl	87	63	70
Summe Leistungen	ct/kg ECM	50,7	50,8	50,1
Summe Produktionskosten	ct/kg ECM	51,6	54,0	49,8
kalk. Betriebszweigergebnis	ct/kg ECM	-0,9	-3,2	+0,5
Anzahl Betriebe		14	13	12

(1) Anteil Weide an Gesamtration von Mai - Oktober

Wirtschaftlichkeit bei unterschiedlichen Kraftfuttergaben

Zwischen Kraftfutterniveau und Wirtschaftlichkeit besteht kaum ein Zusammenhang, zumindest im Mittel aller Betriebe (Tab. 3). Dabei erzielen die Betriebe mit mehr Kraftfutter bei +7,7 dt/Kuh an Kraftfutter nur 510 kg ECM/Kuh mehr Milch.

Bei den Betrieben mit wenig Weide sind diejenigen mit vergleichsweise geringerer Kraftfuttergabe tendenziell häufiger überdurchschnittlich wirtschaftlich, obwohl weniger Kühe gehalten werden. Bei bisher sehr hohen Kraftfuttergaben kann die Wirtschaftlichkeit durch eine Reduktion der Kraftfuttermenge wahrscheinlich häufig verbessert werden. Bei mittlerem Weideumfang hat die Höhe der Kraftfuttergabe dagegen kaum Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Bei viel Weidegang gibt es bei insgesamt niedrigerem Kraftfutterniveau kaum Unterschiede bei der Wirtschaftlichkeit zwischen mehr und weniger Kraftfutter, obwohl insbesondere Betriebe mit geringeren Kraftfuttergaben kleinere Kuhherden haben.

Interessant ist auch der Vergleich von Extremen: Viel Weide/wenig Kraftfutter mit wenig Weide/viel Kraftfutter: Betriebe mit viel Weide und wenig Kraftfutter bilden die Gruppe, in der Betriebe am häufigsten überdurchschnittlich wirtschaftlich sind (66 %), bei wenig Weide/viel Kraftfutter sind dagegen vergleichsweise wenig Betriebe überdurchschnittlich wirtschaftlich. Und das, obwohl die Betriebe mit wenig Weide/viel Kraftfutter deutlich mehr Kühe halten (plus 37 Kühe), deutlich höhere Einzelkuhleistungen erzielen (plus 1.956 kg ECM/Kuh) aber auch deutlich mehr Kraftfutter füttern (plus 15,8 dt/Kuh).

Tab. 3: Anteil erfolgreicher Betriebe bei unterschiedlicher Kraftfuttermenge und Weideumfang

Weide- umfang (1)	Kraftfuttermenge (2)						Kuhzahl (in Klammern: Arbeitsleistungskosten, ct/kg ECM)		Anzahl Betriebe
	weniger	mehr	weniger	mehr	weniger	mehr			
	Anteil überdurchschnittlich erfolgreicher Betriebe (3)		[dt /Kuh]		Milchleistung [kg ECM /Kuh]				
unter 40 %	59%	40%	15,7	25,0	7.448	8.196	75 (13,0)	99 (12,6)	14
40 - 60 %	43%	37%	12,8	18,9	7.056	7.061	60 (14,4)	66 (14,2)	13
über 60 %	66%	61%	9,2	17,1	6.240	7.036	62 (14,1)	78 (14,1)	12
Mittel	55%	47%	12,7	20,4	6.935	7.445	66 (13,8)	81 (13,6)	39

(1) Anteil Weide an Gesamtration von Mai - Oktober

(2) Einteilung der Betriebe nach Kraftfuttermenge: weniger oder mehr als der Durchschnitt

(3) überdurchschnittlich erfolgreiche Betriebe erzeugen die Milch bei gleicher Kuhzahl kostengünstiger als die übrigen Betriebe

Tab. 4: Anteil erfolgreicher Betriebe bei unterschiedlicher Milchleistung und Weideumfang

Weide- umfang (1)	Jahresmilchleistung (2)						Kuhzahl (in Klammern: Arbeitsleistungskosten, ct/kg ECM)		Anzahl Betriebe
	weniger	mehr	weniger	mehr	weniger	mehr			
	Anteil überdurchschnittlich erfolgreicher Betriebe (3)		[kg ECM /Kuh]		Kraftfutter [dt/Kuh]				
unter 40 %	46%	53%	7.164	8.580	18,0	23,0	86 (12,6)	88 (13,0)	14
40 - 60 %	32%	50%	6.648	7.541	15,7	15,9	70 (14,1)	56 (14,6)	13
über 60 %	54%	73%	6.006	7.252	10,6	15,7	66 (14,3)	73 (14,0)	12
Mittel	44%	59%	6.641	7.795	15,0	18,2	75 (13,6)	73 (13,9)	39

(1) Anteil Weide an Gesamtration im Sommer von Mai - Oktober

(2) Einteilung der Betriebe nach Milchleistung: weniger oder mehr als der Durchschnitt

(3) überdurchschnittlich erfolgreiche Betriebe erzeugen die Milch bei gleicher Kuhzahl kostengünstiger als die übrigen Betriebe

Zwischen Milchleistungsniveau und Wirtschaftlichkeit gibt es bei wenig Weide kaum einen Zusammenhang (Tab. 4). Bei einem Weideumfang von 40 – 60 % sind bei geringerer Milchleistung nur wenige Betriebe

be überdurchschnittlich wirtschaftlich, bei höherer Milchleistung mehr Betriebe. An Kraftfutter füttern die Betriebe mit geringerer Leistung etwa gleich viel wie diejenigen mit einer um 893 kg ECM/Kuh höheren Leistung. Ursachen für das unterschiedliche Leistungsniveau sind aus den vorliegenden Daten nicht erkennbar. Bei über 60 % Weideanteil sind Betriebe mit höherer Milchleistung häufiger überdurchschnittlich wirtschaftlich als solche mit geringerer Milchleistung.

Schlussfolgerungen

Ein Vergleich von Betrieben mit unterschiedlichem Weideumfang, unterschiedlicher Kraftfuttergabe und Milchleistung zeigt: Im 9-jährigen Mittel wird Milch häufiger kostengünstiger mit viel Weideanteil im Sommer erzeugt. Betriebe mit mittlerem Weideumfang erzeugen die Milch dagegen häufiger weniger kostengünstig. Einzelbetrieblich können sowohl Extensiv- als auch Intensivstrategien erfolgreich sein. Diese Ergebnisse basieren zwar auf der Auswertung von nur 39 Betrieben, stimmen aber überein mit Untersuchungen in Süddeutschland, den Niederlanden und den USA.

Literatur

DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTSGESELLSCHAFT (2011): Die neue Betriebszweigabrechnung. Arbeiten der DLG Band 197, 3. Auflage.

EVERS A., HAAN M. DE, POL-VAN DASSELAR A.V.D., PHILIPSEN B. (2008): Weiden onder moeilijke omstedigheden. Rapport 147, Animal Sciences Group van Wageningen UR.

HOLSHOF G., HAAN M.H.A. DE (2010): Grassland management on the "Low Cost Farm": an overview of an eight-year period. In: Grassland in a changing world. 23rd General Meeting of the European Grassland Federation, Kiel, 112-114.

KIEFER, L., BAHRS, E., OVER, R. (2013): Vorzüglichkeit der ökologischen Weidemilchproduktion im Kontext steigender Kraftfutterpreise. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn, 500 – 503.

PFLIMLIN A. (2008): La filière latière aux États-Unis. Dossier Économie de l'Élevage No378b. Institut de l'Élevage, Paris.

Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe ökologischer Landbau in NRW“ mit finanzieller Unterstützung des Landes NRW durchgeführt.

Grünlandqualität und Wirtschaftlichkeit gras- versus maisbetonter Milchviehrationen in sächsischen Referenzbetrieben

S. MARTENS, I. HEBER, G. RIEHL, O. STEINHÖFEL

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung Landwirtschaft

siriwan.martens@smul.sachsen.de

Einleitung und Problemstellung

Der Anteil der Grünlandfläche der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Sachsen ist mit etwa 20 % seit 1991 nahezu gleichgeblieben. Allerdings hat sich die futterwirtschaftliche Bedeutung des Grünlands aufgrund des rapiden Rückgangs der Wiederkäuer und des stark gestiegenen Leistungsvermögens in der Milchviehhaltung drastisch verringert. Die aktuellen Rahmenbedingungen der Milcherzeugung stellen die Vorzüglichkeit von Grünlandaufwüchsen mehr und mehr in Frage. Noch vor 100 Jahren wurden ca. 90 % der Milch aus der Energie und den Nährstoffen von Gras erzeugt, aktuell sind dies in Sachsen noch rund 10 %. Argumente für einen höheren Grasanteil in Milchviehrationen sind u.a. das Verbraucherwunschbild, das erwartete Tierwohl sowie eine geringe Nutzungskonkurrenz des Grünlandes. Hemmend wirken z.B. die schwankenden Energieerträge gegenüber alternativen Grobfuttermitteln durch die Abhängigkeit vom Vegetationsstadium bzw. der vergleichsweise niedrige Preis von Proteinkonzentraten. Innerhalb des Projektes „Mehr Milch aus Gras“ wurden 2013 bis 2014 vier sächsische Betriebspaare unter dem Aspekt ausgewählt, verschiedene standörtliche und betriebliche Bedingungen im Grünlandgürtel Sachsens abzubilden. Ziel war es, die unterschiedlichen Pflanzenbestände und Fütterungsstrategien zu charakterisieren und ihre möglichen Ursachen und Auswirkungen auf Milchleistung, Produktqualität und Betriebsergebnis zu beschreiben.

Material und Methoden

In vier Regionen (Abb. 1: **Vogtland**, **Erzgebirgsvorland**, **Osterzgebirge**, **Ostsachsen**) wurde je ein Betriebspaar gebildet, wovon jeweils ein Betrieb eher grasbetont und der Vergleichsbetrieb eher maisbetont fütterte.

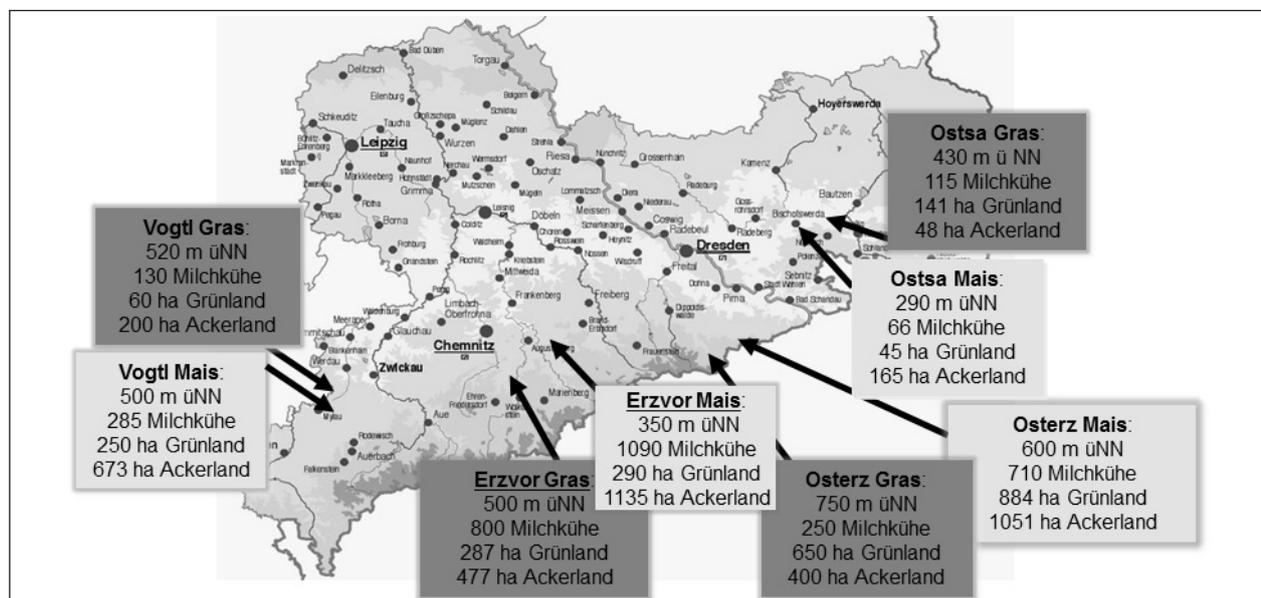


Abb. 1: Lage und Kennzahlen der untersuchten Betriebspaare (dunkel hinterlegt: gras-, hell hinterlegt: maisbetont)

Untersucht wurde einerseits die Zusammensetzung der für die Milcherzeugung relevanten Grünlandschläge (3-9 pro Betrieb) durch eine Vegetationsaufnahme (je 25 m², Ertragsanteilschätzung nach Klapp/Stählin (VOIGTLÄNDER AND VOSS, 1979)) kurz vor der ersten Nutzung Ende April bis Mitte Mai 2014. Weiterhin wurden die Futterrationen halbjährlich erfasst und ein- bis zweimonatlich die Grobfuttermittel beprobt und chemisch analysiert. Milchparameter wurden der Milchleistungsprüfung (MLP) entnommen und Milchsäuren zu einem Stichtag repräsentativ durch den LKV Sachsen untersucht. Die Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung wurde mittels Betriebszweiganalyse Milchproduktion (DLG, 2011) für zwei Wirtschaftsjahre (2011/12 und 2012/13) bzw. zwei Kalenderjahre (2012 und 2013) erfasst und ausgewertet.

Ergebnisse und Diskussion

Fütterung

In den Futterrationen für die Hochleistungsgruppe (> 30 kg Milch/d) schwankte der Graseinsatz der grasbetont fütternden Betriebe zwischen 30 und 46 % der Gesamttrockenmasse der Ration, während die Vergleichsbetriebe zwischen 12 und 29 % Gras fütterten (Tab. 1).

Tab. 1: Anteile von Grobfutter und Gras im Futter i.d. TM der Hochleistungerration im Herbst 2013. Angaben zu Energie- u. Rohfasergehalt pro kg TM.

Betrieb	Anteil Grob- an Gesamtfutter	Anteil Gras an Grobfutter	Anteil Gras an Gesamtfutter	Energie MJ NEL	Rohfaser g
Vogtl Gras	0,64	0,46	0,30	7,0	202
Vogtl Mais	0,59	0,20	0,12	7,3	145
Erzvor Gras	0,55	1,00	0,55	7,1	183
Erzvor Mais	0,51	0,51	0,26	7,1	173
Osterz Gras	0,42	1,00	0,42	6,8	205
Osterz Mais	0,57	0,38	0,22	6,4	193
Otsa Gras	0,72	0,64	0,46	7,0	182
Otsa Mais	0,48	0,39	0,17	7,0	147

Grünland

Betriebe mit grasbetonten Rationen wiesen eine etwas höhere mittlere Artenzahl und einen etwas höheren Leguminosenanteil in ihrem Grünland auf als ihre jeweiligen Vergleichspartner mit maisbetonter Ration. Dies traf bzgl. des Leguminosenanteils besonders deutlich für die Betriebspaare im Osterzgebirge (Weißklee) und in Ostsachsen (Weiß- u. Rotklee) zu (Tab. 2).

Tab. 2: Durchschnittliche Ertragsanteile (EA) von Gräsern, Kräutern und Leguminosen, Bestandswertzahl und Pflanzenbestandstyp auf den untersuchten GL-Schlägen im Jahr 2014

Betrieb	Vogtl Gras	Vogtl Mais	Erzvor Gras	Erzvor Mais	Osterz Gras	Osterz Mais	Otsa Gras	Otsa Mais
Schläge (n)	5	5	9	6	3	10	4	7
Mittlere Artenzahl	16,0	13,8	13,6	12,2	17,3	16,1	19,5	16,7
Ø EA Obergräser [%]	28,8	26,8	25,5	40,5	14,1	30,7	24,3	21,7
Ø EA Untergräser [%]	53,4	56,4	63,1	52,2	29,8	48,0	40,0	59,4
Ø EA Gräser ges. [%]	82,3	83,2	88,6	92,7	43,9	78,7	64,3	81,2
Ø EA Leguminosen [%]	3,4	0,6	2,8	0,2	30,8	4,6	23,9	2,8
Min/Max [%]	0/8	0/2	0/10	0/1	30/32	0/14	3/47,2	0,2/8
Ø EA Kräuter [%]	14,2	16,2	8,3	7,0	25,3	16,5	11,7	16,1
Min/Max [%]	9,6/18,4	6,2/28	0,8/19,8	0/21,2	13,2/37,8	1,6/27,8	9,2/15,6	4,4/29,8
Ø Bestandswertzahl¹⁾	8,1	8,2	8,0	7,8	8,0	7,9	8,1	7,6
Min/Max	7,7/8,4	7,9/8,5	7,1/8,3	6,8/8,6	7,8/8,4	7,3/8,6	7,9/8,4	6,3/8,3
Bestandstyp²⁾								
G₁ (n)	4	3	4	2		5	1	4
G₂ (n)	1	2	4	4		3	1	2
A₁ (n)			1		1	1		1
A₂ (n)						1		

¹⁾ berechnet aus Futterwertzahlen nach BRIEMLE et al. (2002) (1 (giftig für Nutztier) bis 9 (bester Futterwert))

²⁾ Einteilung der Pflanzenbestände nach DLG (2004):

G₁ Gräserreich (>70 % Gräser), weidelgrasbetont (Untergräser), überwiegend Weidel- u. Rispengräser;

G₂ Gräserreich (> 70 % Gräser), nicht weidelgrasbetont (Obergräser), z.B. Knaulgras, Fuchsschwanz, etc.;

A₁ Ausgewogen (50 - 70 % Gräser), feinblättrige Kräuter- u. Kleearten, bei den Gräsern überwiegend Untergräser;

A₂ Ausgewogen (50 - 70 % Gräser), grobstängelige Kräuter- und Kleearten, bei den Gräsern überwiegen Obergräser

K₁ Klee- od. kräuterreich (< 50 % Gräser), feinblättrige Kräuter- u. Kleearten, bei Gräsern überwiegend Untergräser

Die mittlere Bestandswertzahl (BRIEMLE *et al.*, 2002) lag auf den untersuchten Flächen zwischen 7,6 und 8,2, d. h. zwischen einem potenziellen hohen (7) und besten (9) Futterwert. Deutliche Unterschiede zwischen den Betrieben lagen nicht vor. Nur eine Fläche im Betrieb Erzvor Mais mit 6,8 (25 % EA Quecke und 68 % EA Gemeine Rispe) und eine Fläche im Betrieb Otsa Mais mit 6,3 (45 % EA Rotes Straußgras) weichen nach unten ab. In drei Betrieben mit grasbetonten Rationen ist ein Teil der Flächen stark verbesserungsbedürftig (z.T. 66 % Gemeine Rispe!). Da die potenzielle Energiekonzentration, abgeleitet aus Pflanzenbestandstyp und Nutzungsstadium nach DLG (2004), auf allen acht Betrieben vergleichbar hoch war (Tab. 2), sind die Standortvoraussetzungen nicht allein ausschlaggebend für die Höhe des Graseinsatzes in der Ration.

Milchzusammensetzung

Als Indikator für den Grasanteil in der Ration wird häufig das Milchfettsäuremuster herangezogen. Diesbezüglich konnte hier kein grundsätzlicher Unterschied als Hinweis auf den Rationstyp gefunden werden, auch wenn der Anteil an konjugierter Linolsäure in der Milch von drei der vier grasbetont fütternden Betrieben etwas höher war als ihr Vergleichspartner (Tab. 3).

Tab. 3: Fettsäurezusammensetzung der Tankmilch (Nov. 2013)

Betrieb	Gesättigte FS	Einfach unges. FS	CLA	Omega-3 FS	Omega-6 FS	Verhältnis Omega -6/-3
Vogtl Gras	71,3	27,4	0,5	0,6	0,29	0,47
Vogtl Mais	67,7	30,8	0,8	0,5	0,23	0,46
Erzvor Gras	68,4	29,6	0,9	0,8	0,39	0,47
Erzvor Mais	68,7	29,8	0,5	0,7	0,29	0,40
Osterz Gras	69,3	28,3	0,9	1,1	0,45	0,40
Osterz Mais	67,2	31,1	0,6	0,8	0,42	0,56
Otsa Gras	71,3	26,8	0,8	0,6	0,40	0,64
Otsa Mais	70,0	28,6	0,5	0,6	0,33	0,59

FS Fettsäuren, CLA konjugierte Linolsäure cis⁹trans¹¹

Wirtschaftlichkeit

Die mittlere Nutzungsdauer der Milchkühe in den untersuchten Betrieben liegt bei 33 Monaten. Durch die erheblich höhere Nutzungsdauer in Vogtl Gras (49,7 Monate in 2014) erreicht der Betrieb trotz späten Erstkalbealters eine gute Lebensleistung von 16,4 kg ECM pro Lebenstag (Tab. 4), womit die Vollkosten gedeckt werden. Durch die hohe Milchleistung in einer geringeren Zeitspanne ist die Lebensleistung auf dem Erzvor Mais überdurchschnittlich hoch und damit vergleichbar zu Vogtl Gras. Aus den erfassten Daten lässt sich hier kein Zusammenhang zur Fütterung erkennen.

Tab. 4: Leistungsparameter aus dem Jahresabschluss 2013/2014 der MLP (gemerzter Bestand)

Betrieb	Milchfett %	Milchweiß %	Nutzungsdauer Monate 2013/2014	Lebensleistung kg ECM /Lebenstag 2013/2014	EKA d	ZKZ d
Vogtl Gras	4,16	3,37	57,2/49,7	17,1/16,4	852	430/427
Vogtl Mais	4,21	3,40	32,5/32,9	14,9/14,6	756/744	379/392
Erzvor Gras	4,02	3,52	33,6	14,1/14,4	753/774	381/390
Erzvor Mais	3,99	3,26	35,1/36,8	16,5/17,7	780/768	409/410
Osterz Gras	3,89	3,26	32,7/33,2	12,2/12,4	816/771	462/441
Osterz Mais	4,10	3,45	33,0	15,5/15,4	774/792	415/425
Otsa Gras	3,92	3,39	43,9/47,6	15,4/14,7	885/909	442/446
Otsa Mais	4,18	3,37	35,7/24,6	11,9/10,2	810/852	411/413

EKA Erstkalbealter, ZKZ Zwischenkalbezeit

Der Betriebszweig Milch erbrachte in nur einem Betrieb (Erzvor Gras) ein positives Ergebnis. Die Futterkosten bilden mit 39 bis 44 % der Gesamtkosten im Betriebszweig Milch die größte Position, obgleich auch technologische Ausstattung und Aufstallungen zusammen mit der Bestandsergänzung das wirtschaftliche Ergebnis wesentlich beeinflussen.

Tab. 5: Futterkosten in Cent je kg ECM (bereinigt um Nachzucht und Masttiere)

Betrieb	Vogtl Gras	Vogtl Mais	Erzvor Gras	Erzvor Mais	Osterz Gras	Osterz Mais	Otsa Gras	Otsa Mais
Gesamtfutter	18,0	17,8	19,8	16,7	20,3	19,5	18,6	22,5
Davon:								
Maissilage	2,0	2,7	4,3	3,2	0,0	2,7	3,7	4,6
Grassilage	5,2	2,5	2,8	2,3	9,0	6,2	6,8	7,5

Die Wirtschaftlichkeit kann nicht allein mit dem Grasanteil in der Ration begründet werden. Einerseits verzeichnet der Betrieb Vogtl Gras mit den geringsten Gesamtkosten den höchsten Anteil Milch aus Gras und der Betrieb Erzvor Gras benötigt für seine Kostendeckung den niedrigsten Milchauszahlungspreis (Tab. 5), andererseits bewirkten im Betrieb Osterz Gras die zweithöchsten Futterkosten mit 100 % Grasanteil das schlechteste Betriebszweigergebnis.

Schlussfolgerung

Unterschiede in der Fütterungsstrategie stehen nicht unmittelbar im Zusammenhang mit der Qualität der Grünlandbestände und der Wirtschaftlichkeit in der Milchproduktion. So können auch bei einem hohen Grasanteil in der Ration vergleichbare Gewinne erzielt werden wie bei einem maissilagebetontem Fütterungsregime.

Literatur

BRIEMLE, G., NITSCHKE, S. & NITSCHKE, L. (2002): Nutzwertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes., Schriftenreihe für Vegetationskunde 38: 203-225.

DLG (2004): Grobfutterbewertung Teil A - DLG-Schlüssel zur Bewertung von Grünfutter, Silage und Heu mit Hilfe der Sinnenprüfung. DLG-Informationen 1/2004.

DLG (2011): Die neue Betriebszweigabrechnung. Arbeiten der DLG Band 197. Frankfurt a.M.

VOIGTLÄNDER, G. und VOSS, N. (1979): Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung: Grünland, Feldfutter, Rasen. Stuttgart.

Auswirkungen von Beweidungsintensität auf Struktur und Artenzusammensetzung der Diasporenbank einer heterogenen Rinderstandweide

S. LANGNER, A. SCHMITZ, B. TONN, D. EBELING, J. ISSELSTEIN

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,
Abteilung Graslandwissenschaft, von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

sophie.langner@stud.uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Diasporenbanken spielen hinsichtlich des Erhaltes und Schutzes artenreichen Grünlands eine besondere Rolle als potentielles Refugium für aus der Oberflächenvegetation verdrängte Arten (THOMPSON & GRIME 1979). Im Kontext der Bemühungen um den Erhalt von artenreichem Grünland ist daher die Kenntnis der komplexen Wirkungsmechanismen der Flächennutzung auf die Vegetation, ihre Reproduktion und demzufolge Ausprägungen der Diasporenbanken essentiell.

In beweidetem Grünland ist dem selektiven Verhalten der Weidetiere und seiner Wirkung auf die Vegetation besonderes Augenmerk zu schenken. Dem von ADLER *et al.* (2001) entwickelten *patch-grazing*-Modell zufolge führt selektives Fraßverhalten zu stabilen, heterogenen Mustern der Grasnarbe mit häufig beweideten Bereichen kurzer Narbenhöhe (*short patches*, SP) und selten entblätternen Bereichen hoher Narbenhöhe (*tall patches*, TP). Für diese weideinduzierten Patch-Muster konnte ein stärkerer Effekt auf die Vegetation gezeigt werden als für die übergeordnete Beweidungsintensität (z.B. WRAGE *et al.* 2012). Gleichzeitig hat die Besatzdichte einen maßgeblichen Einfluss auf den Anteil von kurzen und hohen Bereichen der Grasnarbe einer Weide (TONN *et al.* 2014). Trotz dieser bekannten Effekte fand das *patch-grazing*-Modell in Diasporenbankstudien bislang keine Berücksichtigung, obschon starke Unterschiede in den vorherrschenden Bedingungen der jeweiligen Bereiche (z.B. relativ größere Lichtverfügbarkeit und einen höheren Anteil an vegetationsfreien Bodenstellen in SP; WRAGE *et al.* 2012; DENNING *et al.* 2015) auch erhebliche Auswirkungen auf die Diasporenbank erwarten lassen.

Vor diesem Hintergrund wurde der Effekt verschiedener Beweidungsintensitäten, zwei verschiedener Grasnarbenhöhenklassen (SP vs. TP) und zwei verschiedener Bodentiefen auf die Struktur und Artenzusammensetzung der Diasporenbank eines extensiven Langzeit-Beweidungsexperimentes getestet. In Anlehnung an die Ergebnisse vorangegangener Studien wurde erwartet, dass die Diasporenbankdichte (Hypothese 1), der Anteil von Gräsern, Kräutern und Leguminosen (Hypothese 2) und die Artenkomposition (Hypothese 3) signifikante Unterschiede zwischen SP und TP zeigen, nicht aber zwischen verschiedenen Beweidungsintensitäten.

Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet ist ein mäßig artenreiches Grünland (*Lolio-Cynosuretum*) in Relliehausen, Niedersachsen (51°57'N, 9°42'E). Die Probenentnahme erfolgte auf Flächen des 2002 etablierten Langzeitversuches FORBIOBEN. Seit Versuchsbeginn erfolgte eine kontinuierliche Beweidung mit Mutterkühen (Standweide). Auf den Einsatz von Herbiziden oder zusätzlichen Düngemitteln wurde verzichtet (ISSELSTEIN *et al.* 2007). In einem randomisierten Blockversuch mit drei Wiederholungen wurden Effekte dreier verschiedener Beweidungsintensitäten getestet (9 Paddocks zu je 1 ha). Letztere waren dabei durch eine bestimmte Zielgrasnarbenhöhe definiert: Moderate Beweidung (6 cm), extensive Beweidung (12 cm) und sehr extensive Beweidung (18 cm). Kontrolliert wurden diese Zielgrasnarbenhöhen durch regelmäßige Messungen und entsprechende Anpassung der Besatzdichte (*put-and-take-system*).

Ende März 2015 wurden Bodenproben von je 18 Bereichen niedriger und hoher Narbenhöhenklasse gezogen. Die Beprobung erfolgte getrennt für einen oberen (0-5 cm) und einen unteren (5-10 cm) Bodenhorizont (227 cm³ pro Bodenprobe, n=72).

Die Proben wurden nach der *seedling emergence*-Methode (TER HEERDT *et al.* 1996) aufbereitet. Unter Gewächshausbedingungen wurden die im Boden enthaltenen, keimfähigen Diasporen zur Keimung gebracht. Aufgelaufene Diasporen wurden soweit möglich bis auf Artebene identifiziert.

Die Analyse der Effekte auf die Diasporenbankdichte, Artenabundanz, *seed longevity index* (siehe BEKKER et al. 1999) und die Anteile der funktionellen Gruppen Gräser, Kräuter, Leguminosen erfolgte mittels linearer gemischter Modelle (lme, in R 3.2.2). Effekte auf die Artenzusammensetzung wurden mithilfe Kanonischer Korrespondenzanalyse (CCA, in Canoco 4.5) untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Aus 72 Proben liefen insgesamt 2149 Keimlinge, zugehörig zu 59 Arten, auf (63 Individuen nicht identifiziert). Diasporenbank- und Artendichte ($p > 0,001$), *seed longevity index* ($p < 0,05$), wie auch die Anzahl gekeimter Kräuterdiasporen ($p < 0,05$) zeigten geringere Werte in 5-10 cm, verglichen mit 0-5 cm. Zudem unterschied sich die Artenkomposition signifikant zwischen den verschiedenen Beweidungsintensitäten und Narbenhöhenklassen im oberen Bodenhorizont. Für den Bereich von 5-10 cm konnten diesbezüglich keine Effekte festgestellt werden. Die Artenzusammensetzung tieferer Bodenhorizonte scheint unabhängig von Weidetier-induzierten Strukturen der Oberflächenvegetation zu sein. Diese Ergebnisse bestätigen bekannte Effekte der Bodenhorizonte: Ein schwächer werdender Einfluss oberirdischer Prozesse und zunehmende Persistenz der Diasporenbank mit steigender Profiltiefe (z.B. BEKKER et al. 1999).

Die Analyse funktioneller Gruppen (Gräser, Kräuter, Leguminosen) ergab eine deutliche Dominanz der Kräuter in der Gesamtzahl aufgelaufener Individuen und die Abwesenheit von Arten, die in der Oberflächenvegetation häufig vorkommen. Letzteres gilt vor allem für Gräser und steht in Einklang mit THOMPSON & GRIME (1979), die den meisten Gräsern transiente Diasporen zuschreiben, die kurz nach dem Verlassen der Mutterpflanze und noch vor dem Winter keimen.

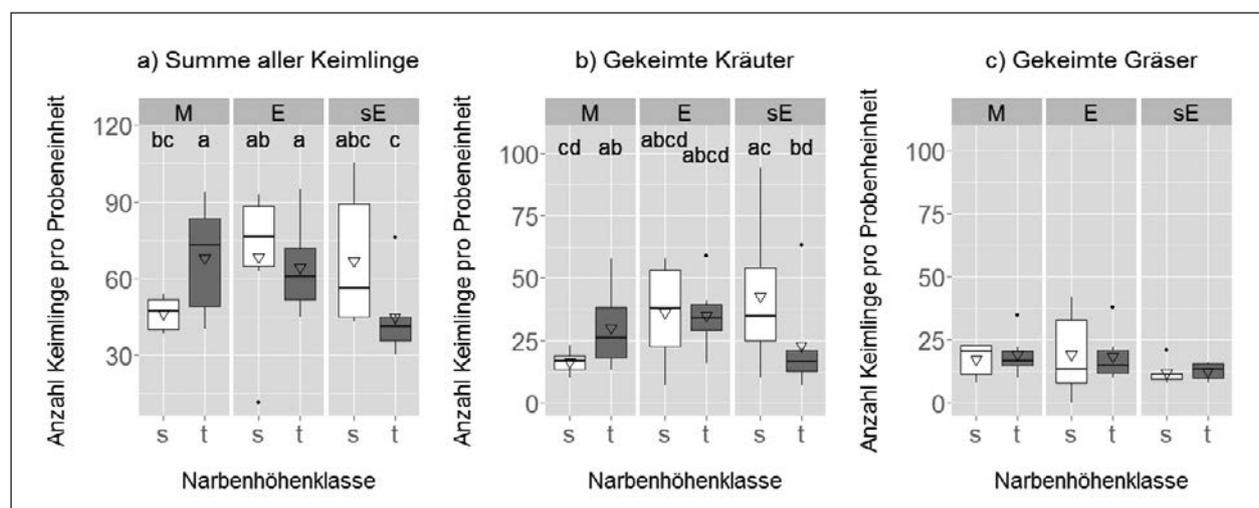


Abb. 1: Interaktionseffekt von Beweidungsintensität und Narbenhöhenklasse (Patch-Typ) auf die Anzahl aufgelaufener Keimlinge. Stufen der Beweidungsintensität: M = moderat, E = extensiv, sE = sehr extensiv; Stufen der Narbenhöhenklasse: s = short, t = tall. Boxplots mit Median (dicke horizontale Linie) und Patch-Mittelwerten (Dreieck). Die Werte sind über beide Bodenhorizonte (0 – 10 cm) akkumuliert. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Interaktionen von Beweidungsintensität und Patch-Typ ($p < 0,05$).

Hinsichtlich der Diasporenbankdichte war der Interaktionseffekt der Beweidungsintensität und Narbenhöhenklasse signifikant ($p < 0,01$, Abb. 1a). Innerhalb der moderat beweideten Paddocks wiesen SP eine signifikant geringere Diasporenbankdichte auf, als TP. Beim Vergleich der funktionellen Gruppen fand sich dieses Muster jedoch allein in der Gruppe der Kräuter wieder ($p < 0,01$, Abb. 1b). Innerhalb der sehr extensiv beweideten Paddocks zeigte sich in dieser Gruppe zudem ein gegenteiliger Effekt: Höhere Kräuter-Diasporenbankdichten in SP, im Vergleich zu TP. Für die Gruppe der Gräser (Abb. 1c) und Leguminosen konnten diesbezüglich keine signifikanten Effekte nachgewiesen werden. Hypothese 1 und Hypothese 2 konnten damit nur teilweise bestätigt werden. Aufgrund der Ergebnisse bisheriger Studien ist zu vermuten, dass die in SP nachgewiesenen Kräuter der Oberflächenvegetation durch adaptive Mechanismen, wie geringe Wachstumshöhe und schnelles Regenerationsvermögen, von hoher Störungsfrequenz und intensiver Entblätterung profitieren (TONN et al. 2013; DENSING et al. 2015). Langjährige Beobachtungen im FORBIOBEN-Versuch unterstützen diese These intensiven generativen Wachstums verschiedener Arten (z.B. *Bellis perennis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Ranunculus repens*, *Taraxacum officinale*) in SP. Gleichzeitig ist - aufgrund der vorherrschenden Bedingungen hoher Störungsfrequenz, Licht- und Rohbodenverfügbarkeit - von guten Keimungsbedingungen in diesen Bereichen auszugehen (WRAGE et al. 2012). Diese

Zusammenhänge lassen darauf schließen, dass die Produktion von Kräuterdiasporen auf den untersuchten Flächen vor allem in intensiv entblätterten Bereichen stattfindet, ein Großteil der produzierten Kräuterdiasporen aber wieder aufläuft und somit nicht der Diasporenbank im Boden zugeführt wird. Zudem ist anzunehmen, dass Bedingungen von Lichtmangel und dichtem Bewuchs in TP eine Keimung der meisten Kräuterarten hemmen (WRAGE et al. 2012). Diasporenverbreitung durch verschiedene Vektoren könnte zu einem vorherrschenden Transport von Kräuterdiasporen aus SP (vornehmlich Produktion, Quelle) in TP (Senke) führen.

Für das Verständnis des inversen Patch-Effektes auf die Diasporendichte der Kräuter zwischen moderat und sehr extensiv beweideten Paddocks (siehe Abb. 1b) kann folgender Effekt herangezogen werden: Nach TONN et al. (2014) beeinflusst die Beweidungsintensität maßgeblich die Flächenanteile von SP und TP innerhalb eines Paddocks. Moderate Beweidung führte zu einem relativ größeren Anteil SP (52% der Fläche) gegenüber TP (15%). Sehr extensive Beweidung führte zu einem gegenteiligen Effekt (46 % TP, 22% SP). Der obigen Annahme einer dominanten Kräuter-Diasporenproduktion in SP folgend, resultiert dieser Zusammenhang in folgendem Bild: In moderat beweideten Paddocks steht einer vergleichsweise kleinen Senke für Kräuterdiasporen (TP) eine sehr große Quelle der Diasporenproduktion (SP) gegenüber. Dies äußert sich in einer höheren Diasporenbankdichte der Kräuter in TP, im Vergleich zu SP. In sehr extensiv beweideten Paddocks tritt ein gegenteiliger Effekt auf, mit entsprechend höheren Diasporenbankdichten in SP, im Vergleich zu TP.

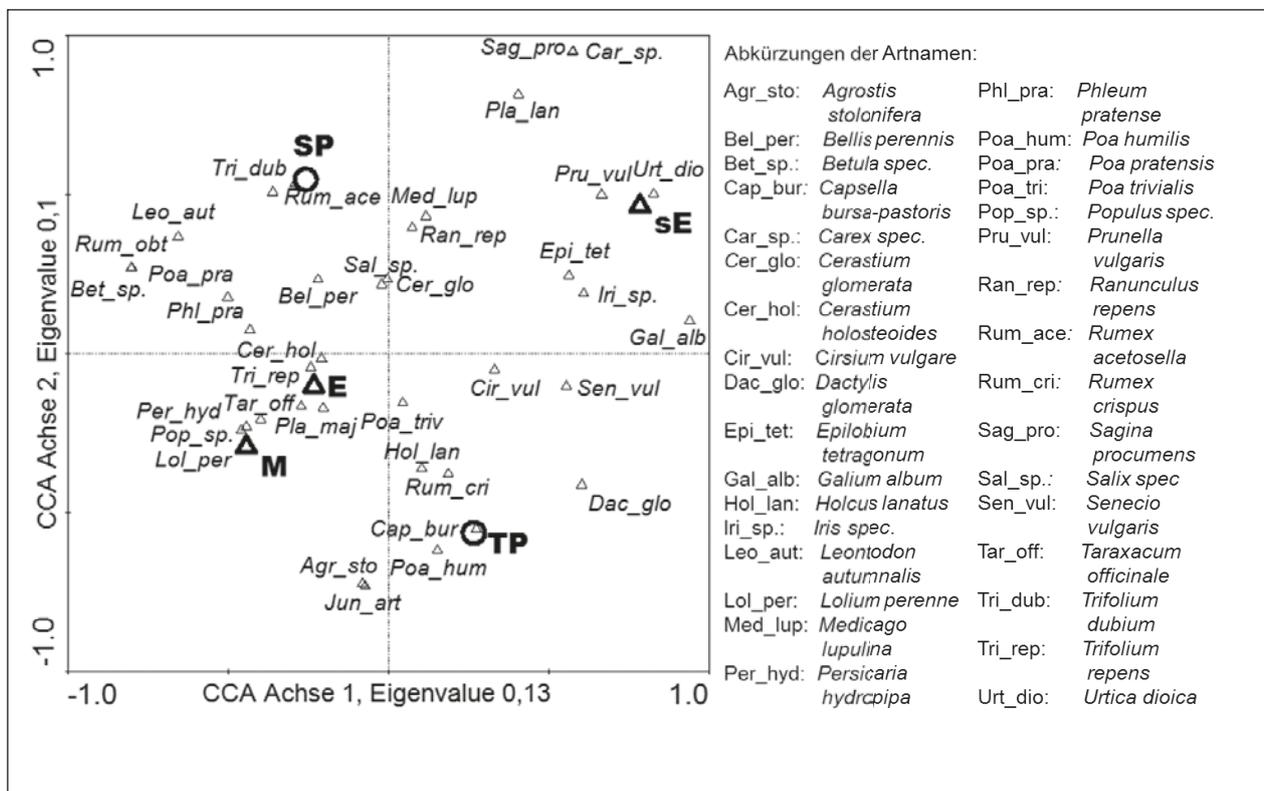


Abb. 2: Einfluss von Beweidungsintensität und Narbenhöhenklasse (Patch) auf die Artenzusammensetzung der Diasporen (0-5 cm). Der CCA-Biplot (best fitting species > 4%) zeigt die in Abhängigkeit der nominalen Umweltvariablen aufgetrennten Arten im Ordinationsraum.

Stufen der Beweidungsintensität: M = moderat, E = extensiv, sE = sehr extensiv; Stufen der Narbenhöhenklasse: SP = kurz, TP = tall.

Die Artenzusammensetzung zeigte signifikante Effekte von Beweidungsintensität ($p < 0,05$) und Narbenhöhenklasse ($p < 0,05$, Abb. 2). Damit kann auch Hypothese 3 nur teilweise bestätigt werden. Die Ergebnisse der CCA ergaben eine Gesamtvarianz von 2,76. Die Summe aller Eigenvalues war 0,115. Die erste CCA Achse erklärte 5,1 %, erste und zweite Achse zusammen 9% der Gesamtvariation der Artenzusammensetzung. Vor dem Hintergrund der obigen Erläuterungen führte die Positionierung der Arten im CCA-Diagramm zu zwei Schlussfolgerungen:

Erstens: Die Oberflächenvegetation hat großen Einfluss auf die Artenkomposition der untersuchten Diasporenbank. Arten wie *Trifolium dubium*, *Rumex acetosella* und *Bellis perennis* lassen durch gedrängtes

Auftreten nahe des SP-Zentroids im CCA-Diagramm auf eine hohe Diasporendichte der jeweiligen Arten in diesen Bereichen schließen. Präsenz und reproduktives Wachstum dieser Arten ist nach TONN *et al.* (2013) und EBELING (2016, persönliche Mitteilung) typisch für die Oberflächenvegetation kurzer Narbenhöhenklassen im FORBIOBEN-Versuch. Folglich kann in diesen Fällen von einem Schwerpunkt der Diasporenproduktion in SP, sowie einer Diasporenfreisetzung und Eintritt in die Boden-Diasporenbank nahe der Mutterpflanze ausgegangen werden. Für Arten wie *Dactylis glomerata* oder *Galium album* kann derselbe Zusammenhang für TP beschrieben werden.

Zweitens: Die Richtung der Diasporenverbreitung der gefundenen Arten vollzieht sich vornehmlich von SP in TP. Die Verortung einer weiteren Gruppe niedrig wachsender, lichtbedürftiger und charakteristischer SP-Arten (z.B. *Plantago mayor*, *Rumex crispus*, *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale*; EBELING 2016, persönliche Mitteilung) ist indifferent zwischen, oder näher des TP-Zentroids im CCA-Diagramm verortet. Für diese Arten gilt die Vermutung einer dominanten Reproduktion in SP und anschließendem Transport in TP. Umgekehrt ergeben die CCA-Ergebnisse keine Hinweise auf hohe Diasporendichten typischer TP-Arten in SP.

Schlussfolgerungen

Weidetier induzierte Patch-Muster in der Oberflächenvegetation spiegeln sich in Diasporenbankstrukturen des Bodens wieder. Die Diasporenbank der Kräuter wird stark von der etablierten Vegetation beeinflusst. Dabei kommt es zu einem dominanten Diasporentransport von kurzrasigen Bereichen zu Bereichen mit hoher Grasnarbe. Ebenso ließen die Ergebnisse auf einen indirekten Einfluss der Beweidungsintensität, durch ihre Auswirkung auf die Anteile von SP und TP innerhalb eines Paddocks, auf die Diasporenbank schließen. Daher empfehlen wir kleinräumige Mosaikstrukturen beweideter Flächen in Diasporen-Untersuchungen im Kontext von Beweidung zukünftig unbedingt zu berücksichtigen.

Literatur

- ADLER, P., RAFF, D., & LAUENROTH, W. 2001: The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128: 465–479.
- BEKKER, R.M., LAMMERTS, E.J., SCHUTTER, A., & GROOTJANS, A.P. 1999: Vegetation development in dune slacks: the role of persistent seed banks. *Journal of Vegetation Science* 10: 745–754.
- DENSING, E.M., GABLER, J., EBELING, D., TONN, B., & ISSELSTEIN, J. 2015: Einfluss der Grasnarbenstruktur auf die funktionelle Zusammensetzung der Vegetation bei unterschiedlichen Beweidungsintensitäten auf einer Rinderstandweide. Tagungsbeitrag AGGF 2015.
- ISSELSTEIN, J., GRIFFITH, B.A., PRADEL, P., & VENERUS, S. 2007: Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 1. Nutritive value of herbage and livestock performance. *Grass and Forage Science* 62: 145–158.
- TER HEERDT, G.N.J., VERWEIJ, G.L., BEKKER, R.M., & BAKKER, J.P. 1996: An Improved Method for Seed-Bank Analysis: Seedling Emergence After Removing the Soil by Sieving. *Functional Ecology* 10: 144–151.
- THOMPSON, K., & GRIME, J.P. 1979: Seasonal Variation in the Seed Banks of Herbaceous Species in Ten Contrasting Habitats. *Journal of Ecology* 67: 893–921.
- TONN, B., WIRSIG, A., KAYSER, M., WRAGE-MÖNNIG, N., & ISSELSTEIN, J. 2013: Patch-differentiation of vegetation and nutrient cycling in an extensive pasture system. In *Proceedings of the 22nd International Grassland Congress*, 15.-19. September 2013, Sydney, pp. 921–924.
- TONN, B., WRAGE-MÖNNIG, N., & ISSELSTEIN, J. 2014: Long-term stability of sward patch structure under different intensities of cattle grazing. In pp. 367–369. IBERS, Aberystwyth University.
- WRAGE, N., ŠAHIN DEMIRBAĞ, N., HOFMANN, M., & ISSELSTEIN, J. 2012: Vegetation height of patch more important for phyto-diversity than that of paddock. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 155: 111–116.

Nachhaltige Beweidung von Streuobstgrünland: Zum Einfluss unterschiedlicher Weidetiere (Rind, Schaf, Pferd) auf die pflanzliche Artenvielfalt und Baumgesundheit

A. SCHMITZ, A. LÓPEZ-SÁNCHEZ, S. ROIG UND J. ISSELSTEIN

Abteilung Graslandwissenschaften, Georg-August Universität Göttingen,
Von-Siebold-Str. 8, 37075, Göttingen und ECOGESFOR

Ecology and Sustainable Forest Management Research Group and Department
of Natural Systems and Resources. TU Madrid

anja.schmitz@agr.uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Streuobstgrünland ist ein für den Erhalt von Biodiversität wertvolles Element unserer Kulturlandschaft. Sein Bestand ist jedoch aufgrund von landwirtschaftlicher Intensivierung oder Aufgabe, sowie von Überalterung der Obstbaumbestände gefährdet (SCHÖNHART, 2011). Der Lebensraum Streuobstwiese ist in der roten Liste der gefährdeten und vom Aussterben bedrohten Biotoptypen geführt (MUNLV, 2009). Die Bedeutung für faunistische Diversität wurde wiederholt betont (PLIENINGER *et al*, 2015), es mangelt bisher jedoch an wissenschaftlichen Studien zur floristischen Diversität und zum Einfluss des Flächenmanagements. Von Bäumen induzierte kleinräumige Heterogenität sowie die traditionell extensive Grünlandnutzung lassen ein hohes Potential für floristische Vielfalt erwarten. Verbliebene Streuobstflächen werden anstelle der traditionellen Mahd zunehmend beweidet. Zwar wird extensiver Beweidung hinsichtlich des Erhaltes von Artenvielfalt im Grünland allgemein (WRAGE *et al* 2011) und in silvo-pastoralen Systemen im Besonderen (GARBARINO und BERGMEIER 2014, HERZOG 1998, RIGUEIRO-RODRÍGUEZ *et al* 2009) eine Schlüsselrolle zugesprochen, es gibt jedoch nur wenig vergleichenden Untersuchungen zum Effekt verschiedener Weidetiere auf die Vegetation von Streuobstflächen.

In der Bewirtschaftung von Streuobstgrünland geht Beweidung jedoch nicht selten mit unerwünschtem Fraß an Bäumen einher. Pferde gelten für die Streuobstpflge eher als ungeeignet, da sie aufgrund ihrer Schneidezähne in der Lage sind, Bäume zu schälen und nachhaltig zu schädigen (BAUSCHMANN, 2010).

Im Rahmen einer Observationsstudie in einer traditionellen Streuobstregion in NRW wurde untersucht, ob der Baumbestand an sich einen Effekt auf die Artenvielfalt hat und wie diese von unterschiedlichen Weidetieren beeinflusst wird. Darüber hinaus wurde geprüft, ob sich Pferde, Rinder und Schafe in Abhängigkeit von der Flächennutzungsintensität tatsächlich im Ausmaß der Verletzung der Borke unterscheiden und welchen Effekt Auszäunungen für die Baumgesundheit haben.

Material und Methoden

Im Jahr 2014 wurden im Rahmen einer Observationsstudie 42 von Rindern, Schafen oder Pferden beweidete Streuobstflächen von landwirtschaftlichen Betrieben im Bergischen Land untersucht. Diese Region zählt zu den bedeutendsten Streuobstregionen in Nordrhein-Westfalen (MUNLV 2009). Einem Tripletdesign folgend wurden an 14 Standorten jeweils 3 nahe beieinander gelegene (max. Entfernung 2 km), in Bodeneigenschaften, Inklination und Höhenlage ähnliche aber unterschiedlich beweidete Flächen direkt miteinander verglichen. Alle Flächen wurden seit mindestens 5 Jahren auf dieselbe Weise bewirtschaftet und mindestens 3 Bäume jeder Fläche sollten ein Mindestalter von 10 Jahren nicht unterschreiten.

Auf jeder Fläche wurde ein Untersuchungsfenster von 1250 m² mit mindestens 3 Bäumen zufällig gewählt. Alle Bäume in diesem Fenster wurden auf Schäden am Stamm untersucht. Frische Schäden (<1 Jahr, orange Färbung der Rinde) wurden als prozentualer Anteil am gesamten Stamm, sowie Auszäunungen zum Schutze des Baumes erfasst.

Der Baumdeckungsgrad (in m²) wurde mittels Luftbildanalyse (Bildflug Frühjahr 2012, geobasis.nrw) in ArcGIS10.3 analysiert.

Die pflanzliche Artenvielfalt im Grünland und die Anzahl von High-Nature-Value (HNV)-Indikatorarten (BfN, 2016) wurden auf zwei Transekten (35*2 Meter) pro Fläche bestimmt. Jeweils ein Transekt wurde dabei durch das von Bäumen bestandene Untersuchungsfenster gelegt und deckte alle von den Bäumen

bedingten Mikrohabitate von Vollbeschattung unter der Krone bis zum Offenland ab. Das andere Transekt wurde hingegen in einem überhaupt nicht von Bäumen beeinflussten Bereich der Fläche angelegt. Da diese Bereiche jeweils demselben Flächenmanagement unterlagen, lassen sich auf Basis der Erhebungen Rückschlüsse zum Einfluss des Baumbestandes und seiner Nutzung durch die jeweiligen Weidetiere auf die Grünlandvegetation ziehen. Daten zum Weidemanagement wurden anhand standardisierter Befragung der Betriebsleiter erfasst. Als Variable der Nutzungsintensität wurden auf Basis der Informationen der Landwirte GV-Weidetage/ha (1GV=500kg) berechnet.

Die Datenanalyse erfolgte in R anhand von gemischten linearen Modellen (lme bzw. glmm). In allen Modellen wurden Weidetiere und Nutzungsintensität als fixe Effekte verwendet, während für die Analyse der Vegetationsdaten der Transektbereich, und für die Analyse der Baumschädigung die Existenz einer Auszäunung mit im Modell berücksichtigt wurden. Dem Untersuchungsdesign wurde durch Verwendung der Triplets und Flächen als random-Term in den jeweiligen Analysen Rechnung getragen. Mittels model-Averaging (unter Verwendung des AICc mit $\delta < 2$, MuMIn-Package) wurden die besten Modelle und am meisten erklärenden Variablen ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

Auf den untersuchten Flächen wurden insgesamt 145 Pflanzenarten des Kulturgraslands bestimmt. Die mittlere Baumdeckung betrug 23%, variierte aber erheblich zwischen 10% und 60% und war auf Rinderweiden signifikant höher als auf Pferde- oder Schafweiden. Die mittlere Beweidungsintensität unterschied sich nicht signifikant zwischen den Weidetieren, zeigte aber eine erhebliche Variabilität, insbesondere auf den Pferdeweiden (572 GV-Weidetage/ha/a, +/- 464 stabw).

Ein direkter Vergleich der pflanzlichen Artenvielfalt baumbestandener und baumfreier Bereiche derselben Flächen bestätigt den positiven Einfluss von Bäumen auf die Artenvielfalt im Grünland, denn alle Modelle zeigten signifikant höhere Artenzahlen in den baumbestandenen Bereichen (Abb. 1b).

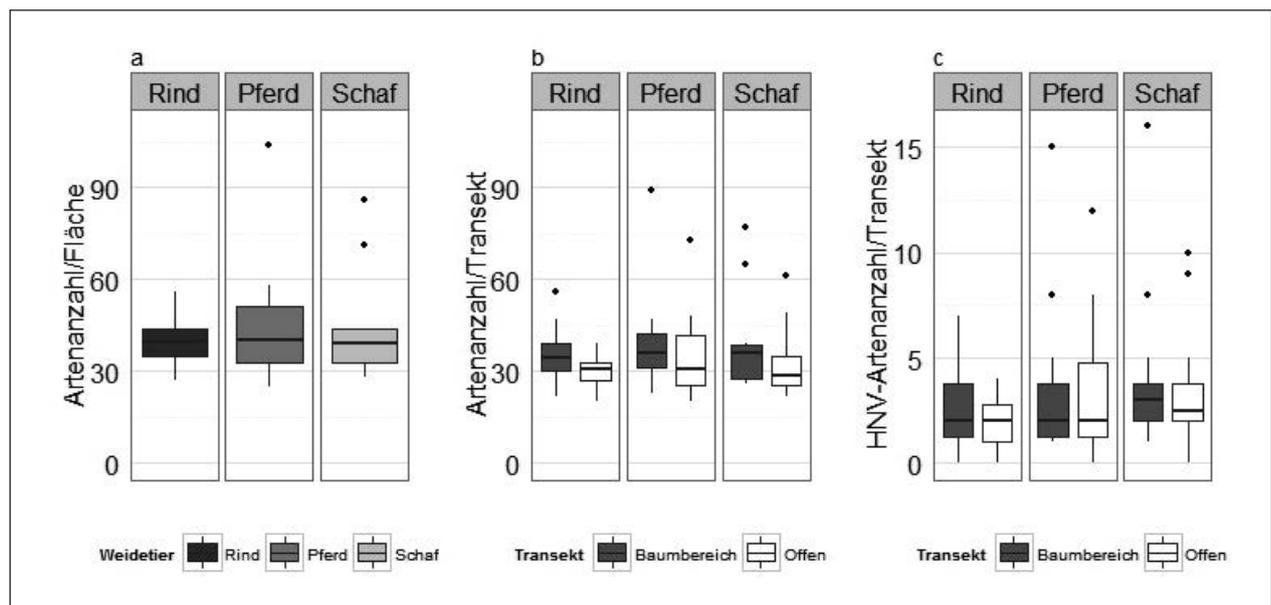


Abb. 1: Variabilität der kumulativen Artenzahl pro Fläche (a) Artenzahl (b) sowie HNV-Artenzahl (c) jeweils auf Transektenebene (baumbeschatteter vs. unbeschatteter Bereich) kategorisiert nach den Weidetieren (Rind, Pferd, Schaf). Boxplots zeigen die oberen und unteren Quartile um den Median.

Bäume etablieren Mikrohabitate im Grünland, die sich hinsichtlich der Beschattung aber auch in der Nährstoffverfügbarkeit im Boden (SCHMIEDGEN *et al.* 2016) unterscheiden. Weidetiere ruhen im Schatten der Bäume und setzen dort Exkrememente ab. Eine unter der Krone erhöhte Nährstoffkonzentration geht mit einer Verschiebung der Vegetationszusammensetzung zum Offenland einher. Dieser kleinräumige Arten turnover steigert die Artenzahl auf der gesamten Fläche. Ein Effekt der Dichte des Baumbestandes auf die Artenzahl oder die Anzahl von HNV-Indikatorarten konnte jedoch nicht gefunden werden. Zwar bedingt ein dichter Baumbestand allein also noch keine hohe Artenvielfalt, jedoch unterstreicht das Ergebnis auch die Relevanz des Erhaltes der verbliebenen Streuobstbestände, sowie das Potential der (Re-)Etablierung von Bäumen für die Artenvielfalt im Grünland.

Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Weidetieren in der beobachteten Artenvielfalt auf den Streuobstflächen, weder auf Transektebene noch in der kumulativen Artenanzahl je Fläche bestätigt werden. SCHMITZ *et al.* (2015) beobachteten in der selben Region höhere Artenanzahlen auf Pferde- als auf Rinderweiden. In der Tendenz ($p < 0.07$) ist die Artenvielfalt auf den von Pferden beweideten Streuobstflächen höher als unter Rinder- oder Schafbeweidung.

Unabhängig vom Weidetier zeigte jedoch die Beweidungsintensität einen hochsignifikant ($p < 0.01$) negativen Effekt auf die Artenvielfalt und Vielfalt der HNV-Arten. Unter hohem Besatz wurden weniger Arten beobachtet als bei moderater oder extensiver Beweidung. Hoher Besatz bedingt eine geringer ausgeprägte Selektivität der Weidetiere und führt zu einer eher homogenen Ausprägung der Narbenstrukturen. Eine heterogene Ausprägung der Narbenstrukturen und die Etablierung von Mikrohabitaten gilt jedoch als Schlüsselfaktor für die Förderung und den Erhalt von Artenvielfalt (WRAGE *et al.*, 2011).

Insgesamt wurde nur an 8% (N= 457) der untersuchten Bäume eine aktuelle Schädigung der Rinde durch Fraß festgestellt. Die Weidetiere unterschieden sich nicht signifikant hinsichtlich der Häufigkeit oder des Ausmaßes der Fraßschäden. Auf allen Flächen, ob von Pferden, Schafen oder Rindern beweidet, wurden z.T. extreme Fraßschäden beobachtet, sofern keine effektive Auszäunung oder Schutzvorrichtung der Bäume vorhanden war. Obschon das Ausmaß der weidetierinduzierten Fraßschäden insgesamt gering erscheint, betont dieses Ergebnis die Bedeutung wirksamer Schutzvorrichtungen, um Schäden am Baumbestand zu unterbinden.

Tab. 1: Übersicht der Ergebnisse des ModelAveraging der GLMM Modelle für den prozentualen Anteil aktueller Fraßschäden an den Baumstämmen

Abh. Variable	Erkl. Variable	Relevanz über alle Modelle	Faktor-Stufen	coeff.	SE	z-value	p
Aktuelle Fraßschäden %	Intercept			-3,575	0,294	11,698	<0,001
	Baumschutz	1,00	vorhanden	-1,149	0,532	2,072	0,038
	Baumdeckung	0,20		-0,342	0,503	0,651	0,515
	Weidetier	0,18	Pferd	0,284	0,407	0,667	0,505
			Schaf	-0,449	0,467	0,920	0,358
	GV-Weidetage/ha/a			-1,2e-4	4,5e-4	0,259	0,796

Schlussfolgerungen

In beweidetem Streuobstgrünland hängt die Artenvielfalt und die Vermeidung von Schäden am Baumbestand nicht in erster Linie von der Art des Weidetieres ab. Effizienter Schutz der Bäume durch Auszäunungen verhütet hingegen Fraß an der Rinde. Ein grundsätzlicher Ausschluss von Pferden als Weidetiere bei der Beweidung von Streuobstgrünland und der finanziellen Förderung ist nicht haltbar. Gerade vor dem Hintergrund zunehmender Beweidung durch Pferde im Grünland sollten verbesserte Strategien zur Förderung von Streuobstbeweidung und Möglichkeiten zu effizienten Schutzvorrichtungen überdacht werden.

Danksagung

Wir danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und dem spanischen Ministerium für Bildung, Kultur und Sport für die finanzielle Förderung der beiden Hauptautorinnen im Rahmen ihrer Promotionsstipendienprogramme. Wir danken teilnehmenden Landwirten und Streuobstbewirtschaftern, für ihre Unterstützung in unserem Projekt und die Möglichkeit auf ihren Flächen zu forschen, sowie der Biostation Oberberg und der Biostation Rhein-Sieg.

Literatur

- BAUSCHMANN, G. (2010): Pflege von Streuobstwiesen durch Beweidung. Jahresheft des Pomologenverein, 37-53.
- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2016): Erfassungsanleitung für den HNV-Farmland-Indikator. Version 7. Bonn.
- GARBARINO M. UND BERGMEIER E. (2014): Plant and vegetation diversity in european wood-pastures. In: Hartel T, Plieninger T (eds) European Wood-pastures in Transition. Routledge, New York, pp. 113-131.

- HERZOG F. (1998): Streuobst: a traditional agroforestry system as a model for agroforestry development in temperate Europe. *Agroforestry Systems* 42, 61-80.
- PLIENINGER T., LEVERS C., MANTEL M., COSTA A., SCHAICH H., KUEMMERLE T. (2015): Patterns and Drivers of Scattered Tree Loss in Agricultural Landscapes: Orchard Meadows in Germany (1968-2009). *PLoS ONE* 10(5): e0126178.
- MUNLV MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NRW (2009): Streuobstwiesenschutz in Nordrhein-Westfalen. http://vns.naturschutzinformationen.nrw.de/vns/web/babel/media/broschuere_streuobstwiesenschutz_mkulnv_2009.pdf, 05.03.2016.
- RIGUEIRO-RODRÍGUEZ A., McADAM J., MOSQUERA-LOSADA MR. (2009): *Agroforestry in Europe*. Springer.
- SCHMIEDGEN A., SCHMITZ A., LÓPEZ-SÁNCHEZ A., ROIG S., ISSELSTEIN J. (2016): Tree-livestock interaction promotes nutrient shift and influences plant species richness in orchards. *Grassland Science in Europe* Vol. 21 (in Druck).
- SCHÖNHART M., SCHAUPPENLEHNER T., SCHMID E., MUHAR A. (2011): Analysing the maintenance and establishment of orchard meadows at farm and landscape levels applying a spatially explicit integrated modelling approach. *Journal of Environmental Planning and Management* 54, 115–143.
- WRAGE N., STRODTHOFF J., CUCHILLO H., ISSELSTEIN J., KAYSER M., (2011): Phytodiversity of temperate permanent grasslands: ecosystem services for agriculture and livestock management for diversity conservation. *Biodiversity Conservation* 20, 3317-3339.

Optimiertes Weidemanagement - smart grazing -

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

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

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

tpeters@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

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

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

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

Material und Methoden

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

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

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

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

Weide-Rotationen (Übersicht der Messprogramme in Tab. 1). Nach einer Bestandshöhenmessung mit dem Rising-Platemeter (Filips Manual Folding Platemeter, Jenquip Agriworks Ltd, NZ) erfolgt die Ertragsbeprobung per Hand auf einer Höhe von 4 cm und einer Fläche von 0,25 m² pro Parzelle. Anschließend wird das Pflanzenmaterial getrocknet und mit Hilfe des NIRS-Verfahrens (Nah-Infrarot-Reflex-Spektroskopie; BAKER, C.W. & BARNES, R., 1990) auf verschiedene Futterqualitätsparameter untersucht.

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

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

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

Rhythmus	Bewirtschaftung	Standort	Bodenart	Textur % T % U % S	Ø Nieder- schlag mm	Ø Temperatur °C	Erhebungen
wöchentlich	konventionell	Großbarkau	Parabraunerde (S14)	14,8 24,2 61	742	8,9	Effekt der N-Düngung (0, 140, 280 kg N ha ⁻¹ a ⁻¹) auf Ertrag/Futterqualität Effekt der Bewässerung Physiologie/Morphologie des Weidegrases Demo: PKS-Düngung/Kalkung
		Bargstedt	Gley-Treposol (Ss)	5 9,3 85,1	847	8,9	Effekt der N-Düngung (0, 280 kg N ha ⁻¹ a ⁻¹) auf Ertrag/Futterqualität
		Wewelsfleth	Kleimarsch (Lu)	29,9 50,5 19,7	875	9,1	
	ökologisch	Lindhof	Parabraunerde (S13)	12,4 24,2 63,5	778	8,9	Ertrag und- Qualität
		Westerau	Parabraunerde (S14)	15,7 33,1 51,2	712	8,8	Ertrag und -Qualität
	4-wöchentlich	konventionell	Lentfördden	Brauneisengley-Treposol (Su2)	4,7 13,3 82	838	9,0
Winnert			Braunerde (S13)	9,4 20,8 69,8	857	8,7	Effekt der N-Düngung (0, 280 kg N ha ⁻¹ a ⁻¹) auf Ertrag/Futterqualität
Hörsten		Normerd-Niedermoor	--	812	8,6	Demo: Kalkung/Striegeln	

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

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

Fazit und Ausblick

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

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

Literatur

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

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

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

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

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

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

Variation of legume contents and symbiotic nitrogen fixation under intensive grazing

K. AUERSWALD, R. HOFFMANN, H. SCHNYDER

Lehrstuhl für Grünlandlehre, TU München, Alte Akademie 12, 85354 Freising, Germany

auerswald@wzw.tum.de

Kurzfassung

Leguminosen sind eine wertvolle Komponente in Weidesystemen: sie fixieren in Symbiose mit Rhizobien Stickstoff, haben einen ausgezeichneten Nährwert und fördern die Futteraufnahme. Wir haben in 13-jährigen Untersuchungen die Wirkung der Nutzungsgeschichte, Boden- und Witterungsverhältnisse auf den Kleeanteil in Weiden aus Neuansaat (neue Weiden) sowie vorgängig jahrzehntelang als Weiden genutztem Grasland (alte Weiden) untersucht.

Der Untersuchungszeitraum umfasste nasse Jahre und den Jahrhundertssommer 2003, jeweils sechs alte und neue Weidekoppeln und Böden mit sehr unterschiedlicher Nutzwasserkapazität. Die Ertragsanteile der verschiedenen Arten wurden in vier Dauerquadraten auf jeder Koppel jährlich dreimal erfasst (1355 Aufnahmen). Auf alten und neuen Weiden stellten sich, nach Beginn intensiver Weidenutzung, mit einer Halbwertszeit von unter 2 Jahren quasi-stabile Ertragsanteile von Klee (primär Weißklee) ein. Im quasi-stationären Zustand waren die Ertragsanteile von Klee (im Mittel: 4%) und die biologische Stickstofffixierung (im Mittel: 6 kg N ha⁻¹ a⁻¹) niedrig. Die Jahrhunderttrockenheit von 2003 führte auf allen Flächen zu einem nahezu vollständigen Zusammenbruch des Kleeanteils (Masseanteil <1%). Dem Zusammenbruch folgte eine rasche, über den Trend hinausgehende Erholung und anschließend eine Rückkehr zum langjährigen Tend.

Langfristig hatten weder die Witterungsbedingungen noch die Bodenverhältnisse (Nutzwasserkapazität und Nährstoffversorgung) und Beweidungsintensität eindeutige Auswirkungen auf den Kleeanteil der Weideflächen.

Introduction

Legumes are important for pastoral systems because of their ability to fix N₂ and because of their high nutritional value. However, unpredictability of legume content and low legume contents cause reluctance to rely on legumes as the predominant source of N particularly in view of the fact that the relation between legume contents and pasture productivity is still not fully understood (COSGROVE *et al.* 1996, LEDGARD *et al.* 2001, SCHWINNING and PARSONS 1996). We examined the influence of management (sowing and grazing intensity), weather (including a centennial drought, CIAIS *et al.* 2005) and a wide range of soils (varying in water and nutrient availability) in a long-term experiment.

Materials and methods

We conducted a 13 year-long study (including the centennial drought year 2003 and wet years) on 12 pastures exhibiting a large range in plant available water (PAW) capacity and other soil properties (Table 1). Half of the pastures were situated on old permanent grassland and half were sown at the beginning of the experiment. Sowing mixtures contained *Trifolium repens* and *T. pratense*, which contributed 9 and 2% of the number of seeds. All pastures were grazed continuously during the vegetation period without additional feeding. Grazing pressure was adjusted to four levels (for details on pasture properties and management see SCHNYDER *et al.* 2006).

On each pasture four permanent monitoring plots (1 m²) were installed (marked by buried magnets). Each quadrat was subdivided into 100 tiles (10 x 10 cm²). Species' relative contribution to aboveground biomass, plant height, soil cover and other parameters were visually recorded on each tile, which allowed quantifying species contribution down to 0.01% on a plots. Total biomass was estimated by trained and regularly 'calibrated' persons. Measurements were taken three times every year (early, mid and late growing season), yielding a total of 1355 samples.

Table 1: Range of soil and stocking properties among the 13 experimental pastures (values denote spatio-temporal averages over the 12-yr experimental period of individual paddocks)

Parameter	Unit	Min	Mean	Max
P level in soil ^{A)}	mg (100 g) ⁻¹	11	20	50
K level in soil ^{A)}	mg (100 g) ⁻¹	13	27	54
N pool in soil 0-10 cm	kg ha ⁻¹	4409	6214	9655
PAW capacity	mm	56	96	186
Paddock size	ha	3.6	5.5	8.3
Mean stocking rate	LU ha ⁻¹ a ⁻¹	0.8	1.4	2.0
Target sward height	cm	4.0	6.2	9.0

^{A)} Oxide (P₂O₅ or K₂O in CAL extract)

Symbiotic N fixation was estimated using an empirical model (HØGH-JENSEN *et al.* 2004). For details of parametrization see AUERSWALD *et al.* (2010). Actual PAW was modelled according to SCHNYDER *et al.* (2010) from weather data of a nearby (3 km) meteorological station.

Total variance in legume content was split into four components, which again were grouped in two components:

$$s_{\text{total}}^2 = \underbrace{s_{\text{inter-annual}}^2 + s_{\text{intra-annual}}^2}_{s_{\text{time}}^2} + \underbrace{s_{\text{inter-pasture}}^2 + s_{\text{intra-pasture}}^2}_{s_{\text{space}}^2}$$

Variance decomposition was done separately for old and new grassland. Four periods were distinguished in order to find out whether the relative importance of the different sources of variation changed over time: T1 = 2000 – 2003, T2 = 2004 – 2006, T3 = 2007 – 2009 and T4 = 2010 – 2012.

Results and discussion

Shortly after seeding, relative legume content on newly sown pastures was about three times higher than on old pastures (Fig. 1, panel A) and exceeded the relative number of seeds by more than a factor of four. On both types of pastures, legume content quickly decreased over time while the swards adapted to the new and constant grazing regimen. Decreases followed exponential functions with half-lives of legume contents of 0.7 and 1.3 yr. After about ten years, both types of pastures approached the same and very low legume content (about 4% of above-ground biomass), for which a rate of N fixation of on average 6 kg ha⁻¹ yr⁻¹ was predicted.

Legumes were dominated by the two sown species on the new grassland, but *T. pratense* quickly disappeared and *T. repens* remained. On the whole, *T. repens* was the only legume species on old grassland. During the last years, spontaneous species (*Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Trifolium dubium*) established in the sown grassland but their overall contribution to total community biomass remained low (<0.5% when combined).

The year 2003 was an extreme drought year during which quarterly mean PAW dropped to 10 mm even on soils with high water holding capacity (Fig. 1, panel B). During this extreme drought year (4th year after establishment of the experiment), legume contents decreased dramatically but the lowest contents were found early in the growing season of the following year (Fig. 1, panels C and D) although rainfall was already normal in late summer in 2003 and actual PAW returned to normal in the last quarter of 2003 and in 2004. The drought crash was most pronounced on the new pastures, which had a lower plant PAW capacity than old pasture (on average 70 mm vs 140 mm) and consequently a lower mean actual PAW during the growing season in 2003 (8 mm vs 15 mm).

In mid-summer 2004, legume content started to recover and reached its maximum early in the growing season 2006 on both pasture types. During late 2005 and early 2006 legume content even exceeded the values predicted from the long term trend, compensating the low values during 2003 and 2004 (Fig. 1, panels C and D). Thereafter, the legume contents returned to the long-term trend.

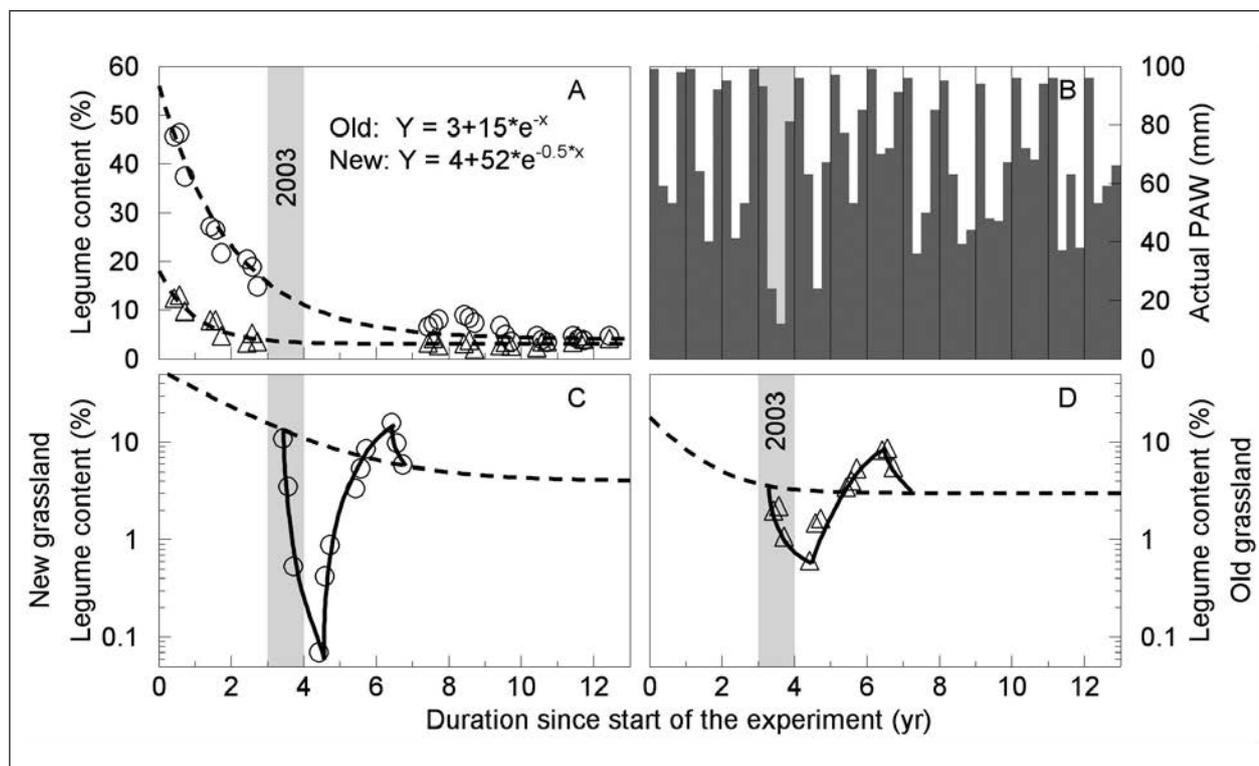


Fig. 1. Mean legume contents averaged for sampling dates on new (○) and old pastures (Δ).
A) Long term trends on old and new grassland without the drought crash.
B) Quarterly mean actual plant available water (PAW) for a soil with high PAW capacity (100 mm).
C) Legume contents in new grassland during the centennial drought (2003, grey shaded) and the recovery years (2004 – 2006) on a logarithmic y axis.
D) Legume contents in old grassland during the centennial drought (2003, grey shaded) and the recovery years (2004 – 2006) on a logarithmic y axis.
Dashed lines in panels A, C and D give the long-term exponential trends. Markers are means of all quadrats within six pastures.

The variance of legume contents between plots strongly decreased over time as a consequence of approaching a very low equilibrium value (Fig. 2, both left panels). This was true for the spatial variation (between plots) and temporal variation (between measuring events). Also it was true for old and new pastures although the decrease was less pronounced on old grassland, which had started at lower legume contents that allowed for less initial variation.

The inter-annual variation contributed most to total variance during the first years, when legume contents declined quickly; later inter-annual variance added only little to total variance, indicating that weather conditions – including the centennial drought in 2003 – had a minor impact on variation of legume contents (Fig. 2, both right panels). The intra-annual (seasonal) variation was very low (< 10%) at all times on both new and old pastures. While the relative contribution of temporal variation declined strongly over time, the relative contribution of spatial variation increased strongly (> 90% during the last term). The within-pasture variation showed no clear pattern over time, while the variation between pastures contributed most to the total variation during the last phase of the experiment. Still, total variance and thus also variance between pastures was extremely small during the last phase (SD 2%) indicating that differences in grazing pressure (compressed target height maintained during the grazing season varied from 4 cm to 7 cm), in PAW capacity, soil nutrient supply (ranging from low to very high for P and K according to the German recommendations) and soil N pool (ranging from 4400 kg ha⁻¹ to 9700 kg ha⁻¹ in the top 10 cm of the soil) had only a minor influence on legume content.

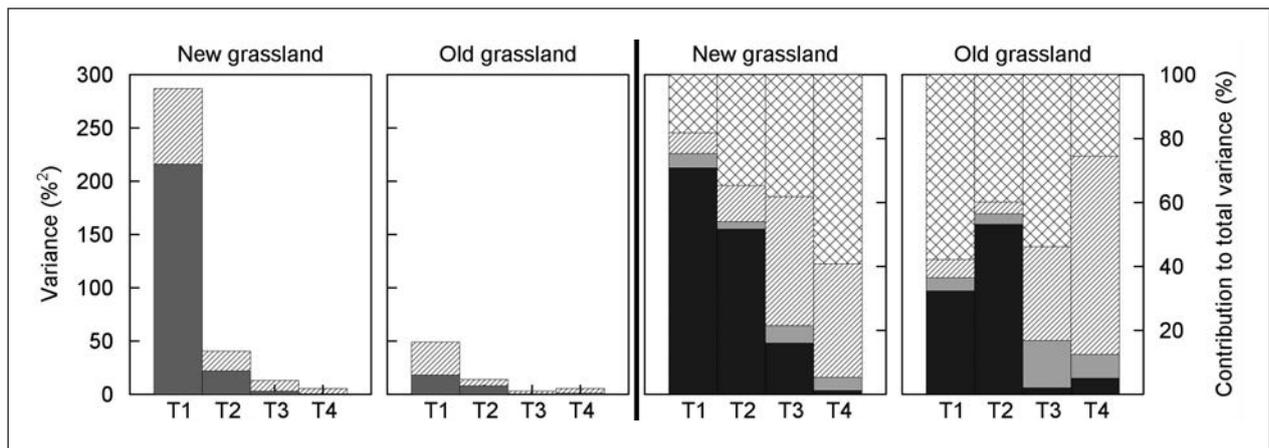


Fig. 2. Variation in legume content over time and space. The experimental period was divided in four periods (T1 = 2000-2003, T2 = 2004-2006, T3 = 2007-2009 and T4 = 2010-2012). The left pair of panels displays the contribution of space (hatched) and time (grey) to total variance on new and old grassland while the right pair displays the relative contribution of inter-annual (dark grey), intra-annual (light grey), within-pasture (hatched) and between-pasture (cross hatched) variation to total variance.

Conclusions

Legume contents adapted quickly to permanent grazing independently of the initial values (half-lives < 2 yr). On the long-term, neither weather (even including a centennial drought) nor soil properties (PAW capacity, nutrient levels), or grazing intensity had a distinct influence on legume content. In all cases, near-equilibrium legume contents and N fixation rates became low under conditions of low N losses and continuous N recycling under permanent grazing even without additional N input from fertilizers or concentrate feeding.

Literatur

AUERSWALD, K.; SCHÄUFELE, R. AND SCHNYDER, H. (2010): Paths of nitrogen transfer from *Trifolium repens* to non-legume plants in unfertilised pastures. *Grassland Science in Europe* 15, 752-754.

CIAIS P., REICHSTEIN M. ET AL. (2005): Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. *Nature* 437, 529-533.

COSGROVE, G.P.; ANDERSON, C.B. AND FLETCHER, R.H. (1996): Do cattle exhibit a preference for white clover? *New Zealand Grassland Association: Grassland Research and Practice Series* 6, 83-86.

HØGH-JENSEN, H., LOGES R., JØRGENSEN, F. V., VINTHER, F. P. AND JENSEN, E. S. (2004): An empirical model for quantification of symbiotic nitrogen fixation in grass-clover mixtures. *Agricultural Systems* 82, 181-194.

LEDGARD, S.F.; SPROSEN, M.S.; PENNO, J.W. AND RAJENDRAM, G.S. (2001): Nitrogen fixation by white clover in pastures grazed by dairy cows: temporal variation and effects of nitrogen fertilization. *Plant and Soil* 229, 177-187.

SCHNYDER, H., SCHWERTL, M., AUERSWALD, K. AND SCHÄUFELE, R. (2006): Hair of grazing cattle provides an integrated measure of the effects of site conditions and interannual weather variability on $\delta^{13}\text{C}$ of temperate humid grassland. *Global Change Biology* 12, 1315-1329.

SCHWINNING, S. AND PARSONS, A.J. (1996): Interactions between grasses and legumes: understanding variability in species composition. *British Grassland Society: British Grassland Society Occasional Symposium*, 153-163.

Beweidungsintensität und -management haben einen Einfluss auf die Stickstoffbelastung von Weideflächen in ökologisch wirtschaftenden Betrieben

M. SEELEN¹, M. KAYSER¹, J. SCHELLE, J. ISSELSTEIN²

Georg-August-Universität Göttingen,
Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Graslandwissenschaften,

¹Außenstelle Vechta, Driverstr. 22, 49377 Vechta

²von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

mseelen@agr.uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Ökologisch wirtschaftende Betriebe stehen für einen möglichst geschlossenen Nährstoffkreislauf. Durch den Verzicht auf chemisch-synthetische Dünge- und Pflanzenschutzmittel, sowie eine flächengebundene Viehhaltung, trägt ökologischer Anbau grundsätzlich zu einer Entspannung der Nitratproblematik im Grundwasser bei (SCHADER, *et al.*, 2011). Aber auch auf ökologisch bewirtschafteten Flächen besteht die Gefahr der Nitratauswaschung. Insbesondere Weidehaltung (die hier verpflichtend ist) kann zu punktuellen N-Überschüssen bei der Grünlandbewirtschaftung führen (MOIR *et al.*, 2011).

Durch die zunehmende Intensivierung in der Milchviehwirtschaft haben sich Fütterungs- und Haltungsstrategie auch im Ökolandbau zum Teil verändert. Auf einigen Betrieben wird immer mehr Kraftfutter eingesetzt. Dadurch spielt das Weidegras eine zunehmend untergeordnete Rolle. Unter diesen Bedingungen kann es dazu kommen, dass durch Ausscheidungen mehr Stickstoff auf die Weide gelangt als durch Futteraufnahme abgeführt wird. Es steigen also die N-Überschüsse und Risiken für N-Verluste.

In Abhängigkeit vom Proteingehalt des Futters von Milchkühen werden 75–80% des aufgenommenen Stickstoffs über den Harn ausgeschieden. Der Großteil des Harnstoffs auf der Weide wird im Zeitraum einiger Tage zu Ammonium hydrolysiert und anschließend innerhalb weniger Wochen weiter zu Nitrat umgewandelt (WHITEHEAD, 1992). Die Verteilung von Kot und Harn auf einer beweideten Fläche erfolgt ungleichmäßig. Die Tiere nehmen das Futter und damit die Nährstoffe weiträumig auf, geben diese über Exkremente jedoch punktuell bis kleinräumig wieder ab (SCHNYDER *et al.*, 2010). Im Boden unter den häufig aufgesuchten Bereichen (z.B. Ruhe- und Tränkeplätze) sind somit höhere Nährstoffkonzentrationen zu erwarten (HAYNES *et al.*, 1993; Ebel *et al.*, 2003). Der mineralische Stickstoffgehalt des Bodens (N_{\min}) im Spätherbst ist ein Indikator für das Nitratauswaschungsrisiko (HOMM, 1994). Je mehr N_{\min} im Boden vorliegt, desto größer ist die Gefahr der Nitratauswaschung und somit der Grundwasserbelastung.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Einfluss von Weidemanagement und -intensität auf die potentielle Nitratbelastung in ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben zu untersuchen. Wir folgen der Hypothese, dass die Intensivierung in der ökologischen Milchviehhaltung und die damit verbundenen Fütterungs- und Haltungsstrategien mit höheren Emissionsrisiken verbunden sind. Dazu wurden auf drei Betrieben mit unterschiedlichen Fütterungs- und Haltungsstrategien im nördlichen Niedersachsen im Herbst der mineralisierte Stickstoff im Boden (N_{\min}) auf allen Flächen untersucht.

Material und Methoden

Die vorliegenden Untersuchungen wurden im Herbst 2012 und 2013 auf Weideflächen von drei ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben in Niedersachsen durchgeführt.

Die Betriebe A, B und C liegen laut Reichsbodenschätzung an Sandstandorten mit Grünlandzahlen im Bereich von 54–57 und sind nahezu identischen Klimabedingungen ausgesetzt. Die Betriebe unterscheiden sich jedoch hinsichtlich der Weidebewirtschaftung und Fütterung:

Bei Betrieb A steht den 120 Milchkühen zur Weidezeit eine nicht unterteilte Weidefläche von 4,4 ha zur Verfügung. Es ergibt sich eine Besatzstärke von 4 GV ha⁻¹ a⁻¹ in der Weidesaison. Bezogen auf die Nettoenergie beträgt der Weidegrasanteil in der Futtermischung 5,8 %.

Bei Betrieb B stehen den 70 Milchkühen 19 ha zur Verfügung, die in 8 Weiden unterteilt sind. Daraus wurden in dieser Untersuchung zwei betrachtet. Die erste Untersuchungsfläche (B1) ist 1,5 ha groß, liegt

direkt am Stall und steht den Kühen nur nachts für 7 h zur Verfügung. Sie hat in der Weidesaison eine Besatzstärke von 7,5 GV ha⁻¹ a⁻¹. Die zweite Untersuchungsfläche (B2) umfasst 0,75 ha mit einer Besatzstärke von 1,1 GV ha⁻¹ a⁻¹. Der Weidegrasanteil in der Futtermischung liegt auf Betrieb B bei etwa 17,5%.

Bei Betrieb C stehen den 35 Milchkühen 4 Weiden mit insgesamt 9,11 ha Fläche zur Verfügung. Innerhalb dieser Arbeit wurden zwei Weideflächen untersucht. Weidefläche C1 umfasst knapp 3,5 ha. Die Weidefläche C2 ist 4,8 ha groß. Beide Weiden haben eine Besatzstärke von etwa 2 GV ha⁻¹ a⁻¹. Der Weidegrasanteil im Futter auf Betrieb C liegt bei 40,8 %.

Zur Übersicht zeigt die folgende Tabelle eine Gegenüberstellung der drei Betriebe im Bezug auf Tier- und Weidedaten.

Tab. 1: Übersicht der tierbezogenen Daten der drei untersuchten Betriebe, sowie Weidedaten und Beweidungsmanagement der untersuchten Weideflächen im Mittel der Jahre 2012 und 2013.

	Betrieb A		Betrieb B		Betrieb C	
Milchkühe						
Anzahl	120		70		35	
ECM [kg Tier ⁻¹ a ⁻¹]	9750		5300		7133	
Kraftfutter [dt Tier ⁻¹ a ⁻¹]	21,85		11,0		15,25	
	Weide A1	Weide B1	Weide B2	Weide C1	Weide C2	
Größe [ha]	4,44	1,50	0,75	3,46	4,76	
→ Weidestunden [h a ⁻¹]	1300	1500	102	1800	2300	
→ Besatzstärke [GV ha ⁻¹]	4,0	8,0	1,1	2,1	1,9	
→ Beweidungsmanagement	Apr.-Nov. 6-22 Uhr Ø6h	Apr.-Okt. Nachts 7h	Umtriebsweide Apr.-Okt.	Mai.-Nov. 24h	Mai.-Nov. 24h	

Für die Bestimmung der N_{min}-Gehalte (NO₃-N und NH₄-N) des Bodens wurden im November auf den Weideflächen Bodenproben gezogen. Dabei wurden die Bohrkern von drei Einstichen (Abstand 1 m) für die drei Tiefenschichten 0–30 cm, 30–60 cm und 60–90 cm zu je einer Mischprobe zusammengefügt. Die Probennahme erfolgte auf Transekten im reinen Beweidungsbereich sowie randomisiert in den Funktionsbereichen *Tor*, *Tränke* und *Weg*. Durch diese stratifizierte Probennahme können räumliche Muster untersucht werden, wie zum Beispiel ein Einfluss des Abstands der Eintriebsstelle (Torabstand).

Die NO₃-N und NH₄-N-Gehalte der filtrierten CaCl₂-Lösungen der Proben wurden mit dem automatischen Filterphotometer EPOS-Analyser 5060 (EPPENDORF) gemessen. Die statistische Auswertung des Datenmaterials erfolgte mit dem Programm Genstat 15.

Ergebnisse und Diskussion

Betrachtet man die Werte in Tabelle 1, kann man insgesamt bei Betrieb A von einem intensiven Ökobetrieb mit hoher Milchleistung und hohem Kraftfuttereinsatz sprechen. Betrieb B weist den geringsten Kraftfuttereinsatz, sowie die geringste Milchleistung auf. Betrieb C liegt bezüglich dieser Kriterien auf mittlerem Niveau.

Die Weideflächen der drei ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetriebe unterscheiden sich hoch signifikant in den N_{min}-Mengen im Boden, sowohl im Vergleich der Grasebereiche, als auch der Funktionsbereiche (0–90 cm, Mixed Models Analyse p=0,001). Die N_{min}-Mengen in den Funktionsbereichen sind signifikant höher als auf der Weide (Tab.2). Bei Betrieb A zeigt sich der Unterschied zwischen den Funktionsbereichen und dem Grasebereich am deutlichsten (Tab.2).

Je höher die Milchleistung der Betriebe, sowie die Besatzstärke auf der Weide, desto höher sind die N_{min}-Werte.

Eine kurzfristige Beweidung mit hoher Besatzstärke führt zu einer eher gleichmäßigeren Verteilung der Ausscheidungen der Weidetiere (B2, C1+2). Die Standweide A1, sowie die Nachtweide B1 zeigen eine starke Ausbildung von Funktionsbereichen (*Tor*, *Tränke*, *Weg*), welche bis zu fünffach höhere N_{min}-Werte aufweisen. Die N_{min}-Tiefenverteilung in diesen Funktionsbereichen zeigt, dass es hier zu Stickstoffauswaschungen kommt.

Tabelle 2: Flächenanteile und N_{\min} -Gehalte der Funktionsbereiche der einzelnen Weideflächen und daraus berechnete \bar{N}_{\min} -Gehalte der Weideflächen im Mittel der Jahre 2012 und 2013.

	Betrieb A		Betrieb B		Betrieb C	
	Weide A1	Weide B1	Weide B2	Weide C1	Weide C2	
Flächenanteil [%]						
Tor, Tränke, Weg	2,49	19,27	0,85	1,88	0,05	
Grasbereich	97,52	80,74	99,15	98,13	99,95	
N_{\min}-Gehalt [kg N ha⁻¹]						
Tor, Tränke, Weg	179,65	120,00	120,00	70,95	70,95	
Grasbereich	58,05	83,95	47,05	33,00	35,10	
\bar{N}_{\min}-Gehalt	60,85	90,90	56,85	33,70	35,10	

Durch die stratifizierte Probenahme konnte sehr gut die räumliche Verteilung des mineralisierten Stickstoffs im Boden gezeigt werden. Die Funktionsbereiche weisen einen relativ geringen Flächenanteil auf und haben dadurch trotz der erhöhten Werte keinen entscheidenden Einfluss auf den Durchschnittswert für die Gesamtweide (Tab. 2). Durch eine gleichmäßige Beprobung der gesamten Weiden würde somit das vorhandene Auswaschungspotential der Funktionsbereiche unterschätzt.

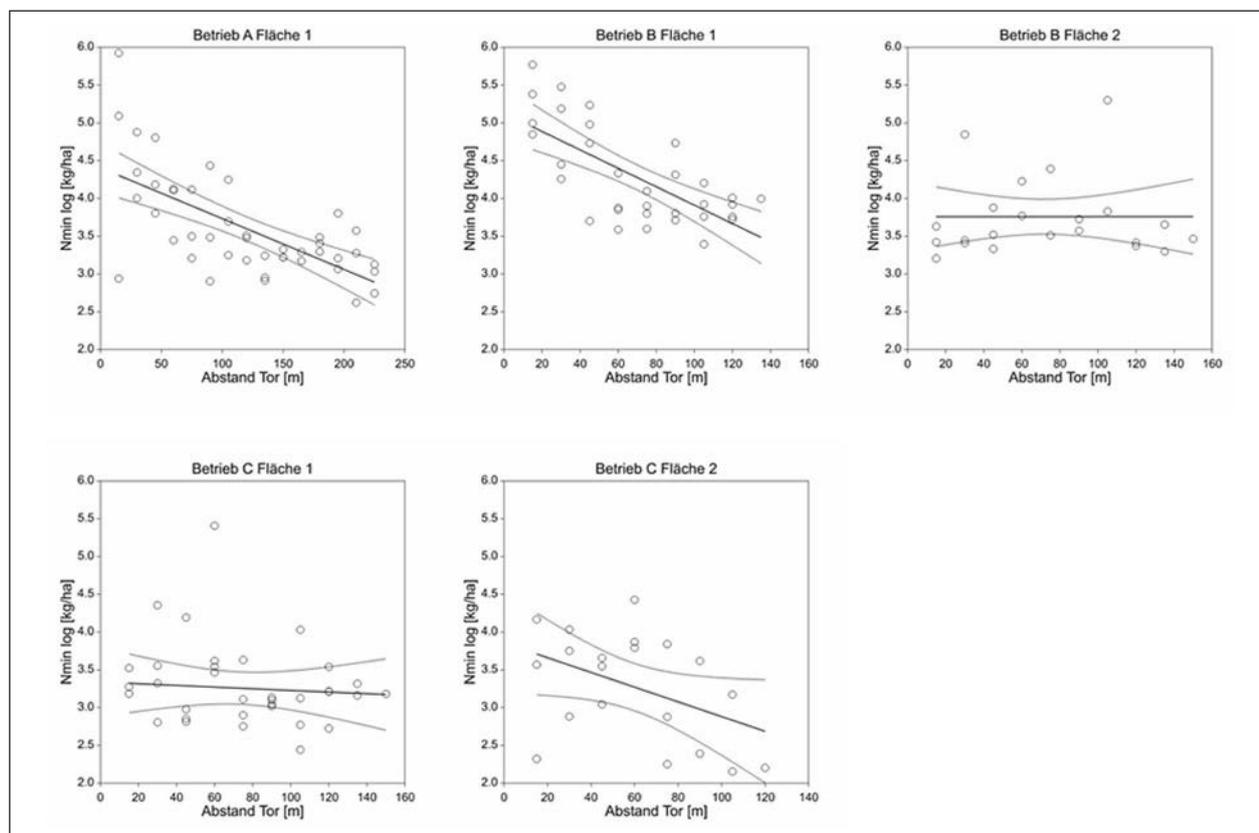


Abb. 1: Einfluss des Abstands vom Einlasstor auf den N_{\min} -Gehalt des Bodens (0–90 cm; logarithmierte Werte; 95 % Konfidenzintervalle) im Jahr 2012.

Durch die Probenahme auf Transekten konnte des Weiteren gezeigt werden, dass mit zunehmendem Abstand zum Tor die N_{\min} -Menge im Boden der Weideflächen abnimmt (Abb. 1). Auf den Weideflächen A1 und B1 nehmen die N_{\min} -Werte mit Entfernung vom Tor ab (Abb.1).

Betrieb A ist im Vergleich zu den anderen Betrieben durch einen hohen Einsatz von Kraftfutter und eine hohe Besatzstärke auf einer Standweide gekennzeichnet. Nur durch die Beschränkung der Weidetätigkeit auf den Tag können hier noch höhere N_{\min} -Mengen und damit das Auswaschungsrisiko gemindert werden. Die als Nachtweide genutzte Weide B1 zeigte im Weidebereich die höchsten N_{\min} -Werte (Tab. 2) mit einer

Konzentration im tornahen Bereich (Abb. 1). Die Tiere weiden über Tag, werden im Stall zugefüttert und haben nachts nach dem Melken und der Fütterung Zugang zur Fläche B1. Hier überwiegen dann deutlich die Ausscheidungen und das Ruhen im vorderen Bereich der Weide gegenüber der Aufnahme von Gras. Dies führt dann in den Bereichen nahe des Tors bzw. des Stalls zu hohen Werten.

Auf den eher extensiv bis moderat genutzten Weideflächen von Betrieb C und der nur jeweils kurz genutzten Umtriebsweide B2 ist die Verteilung der N_{\min} -Werte deutlich gleichmässiger (Abb.1).

Schlussfolgerungen

Anhand der N_{\min} -Messungen auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben konnte aufgezeigt werden, dass die Beweidungsintensität und das Weidemanagement einen entscheidenden Einfluss auf die N_{\min} -Dynamik auf Grünland haben. Die Intensivierung in der ökologischen Milchviehhaltung und die damit verbundenen Fütterungs- und Haltungsstrategien sind mit höheren Emissionsrisiken verbunden.

Standweiden zeigten eine starke Ausbildung von Funktionsbereichen (Tor, Tränke, Weg), welche bis zu fünffach höhere N_{\min} -Werte aufwiesen. Starke N-Einträge durch Fütterung im Stall können durch Management abgemildert werden, was die Gefahr von Auswaschungen auf Dauer aber nicht löst. Stickstoffemissionen können umso besser kontrolliert werden, je größer die Bedeutung der Weide als Futterlieferant ist. Durch die Senkung der Beweidungsintensität, sowie das Unterteilen der Weiden, wird die Bildung von Funktionsbereichen gemindert. So kann der Nitrataustrag auf Weiden auf ein tolerierbares Maß reduziert werden.

Literatur

EBEL, G., MILIMONKA, A., RICHTER, K. (2003): Spatial and temporary variability of mineral soil nitrogen below continuously grazed pastures by suckler cows. *Pflanzenwissenschaften*, 7, 56-63.

HAYNES, R., & WILLIAMS, P. (1993): Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. In D. Sparks, *Advances in Agronomy* 49, 119-199. Academic Press, San Diego.

HOMM, A. (1994): Zur Variabilität der Nitratmengen unter Weidenarben. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.

MOIR, J., CAMERON, K., DI, H., FERTSAK, U. (2011): The spacial coverage of dairy cattle urine patches in an intensively grazed pasture system. *Journal of Agricultural Science*, 149, 473-485.

SCHADER, C., MÜLLER, A., ZIMMER, S., AENDEKERK, R., LIOY, R., REDING, R., et al. (2011): Vergleichende ökonomisch-ökologische Analyse von biologisch und konventionell wirtschaftenden Betrieben in Luxemburg („öko-öko“). Institut für Biologisches Landbau an Agrarkultur Luxemburg (IBLA), L-Munsbach und Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), CH-Frick.

SCHNYDER, H., LOCHER, F., AUERSWALD, K. (2010): Nutrient redistribution by grazing cattle drives patterns of topsoil N and P stocks in a low-input pasture ecosystem. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 88, 183-195.

WHITEHEAD, D. C. (1992): *Grassland Nitrogen*. CAB International, Wallingford.

Halbtagsweidehaltung vs. Grassilage-basierter Stallfütterung bei altmelkenden Milchkühen - Auswirkungen auf die Folgelaktation -

KUHNITZSCH, C.1,2, MARTENS, S.1, STEINHÖFEL, O.1, ZEYNER, A.2

¹ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

² Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Professur für Tierernährung

christian.kuhnitzsch@smul.sachsen.de, olaf.steinhofel@smul.sachsen.de

Einleitung und Problemstellung

Die Weidehaltung von Milchkühen ist sowohl gesellschaftlich erwünscht als auch fachlich begründbar, da dabei optimale Haltungsbedingungen mit eindeutigen ethologischen Vorteilen (Bewegungsmöglichkeit an der frischen Luft) und die Erzeugung qualitativ hochwertiger Erzeugnisse mit positiven ernährungsphysiologischen Eigenschaften kombiniert werden können. Aus ökonomischer Sicht ist Energie aus Weidefutter preiswerter als Futterenergie aus Konservaten wie Heu oder Silage. Aus vielfältigen Gründen (ganzjährig einsetzbar, sichere Nährstoffqualitäten, kein zusätzliches Weidemanagement) hat sich in den letzten 50 Jahren in Deutschland die ganzjährige Fütterung von Silagen durchgesetzt (MARTENS & STEINHÖFEL, 2015). Der Wiederkäuer nimmt dabei relativ hohe Mengen NPN (Nicht-Protein-Stickstoff) und freie Aminosäuren und Ammoniak (NH₃) auf. Graskonservate haben zwar eine günstige Aminosäurezusammensetzung für die Milchbildung, um aber die Bedeutung des Grasproteins für die Wiederkäuerernährung zu steigern, ist die gezielte Erhöhung des UDP-Gehaltes z. B. durch den Einsatz von Frisch- oder Trockengrün eine überlegenswerte Alternative (MARTENS & STEINHÖFEL, 2015). In früheren Versuchen der Arbeitsgruppe erbrachte der direkte Vergleich einer Halbtagsweide, ergänzt durch eine Teil-TMR ohne Grassilage im Stall, gegenüber einer Grassilage-basierter Stallration von altmelkenden Milchkühen signifikant höhere UDP-Aufnahmen und dadurch geringere Milchharnstoffgehalte bei gleichbleibenden Milchproteingehalten (KUHNITZSCH *et al.*, 2015).

Der höhere Bewegungsaufwand auf der Weide sowie die schwankende Weidefutteraufnahme, provozierten jedoch gegenüber der im Stall gehaltenen Vergleichsgruppe geringere Leistungen und Rückenfettdicken zum Lakationsende. Neben dem direkten Vergleich zwischen Halbtagsweide und Stallfütterung, sollte in dem vorliegenden Projekt die Auswirkung der beschriebenen unterschiedlichen Fütterung auf die Folgelaktation untersucht werden. Beide Gruppen (KG und VG) wurden nach Ende der Vegetationsperiode im Stall gehalten und unterschiedslos mit einer TMR (Totale Mischration) versorgt.

Material und Methoden

Von April bis Oktober 2014 wurde im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch ein Fütterungsversuch mit zwei Gruppen altmelkender Milchkühe (< 30 kg täglicher Milchleistung, ab 250. Laktationstag; LT) durchgeführt. Dafür wurden zwei Gruppen aus je 30 Tieren der Rasse Holstein-Friesian mit vergleichbarer Ausgangssituation hinsichtlich Trächtigkeitsstadium, Vorleistung und Körperkondition zusammengestellt. Das fortlaufende Trockenstellen von Einzeltieren zu ihrem jeweiligen Laktationsende resultierte in einer kontinuierlichen Ergänzung der Gruppe durch neue Tiere. Eine Adaptationsphase an das Weidefutter erfolgte dabei nicht. Die Versuchsgruppe (VG) wurde zwischen den zwei Melkzeiten (8:00 und 16:00 Uhr) für ca. 8 h in Abhängigkeit von den Außentemperaturen wahlweise am Tag bzw. in der Nacht auf einer Weidefläche von 2 ha gehalten, die Andere verblieb im Laufstall und bildete die Kontrollgruppe (KG). Diese wurde ad libitum mit einer TMR gefüttert. Die VG erhielt in den Weidepausen eine Teilmischration (Tabelle 1) ohne Grassilageanteil im Stall. Die Ration der Teil-TMR der VG war im Vergleich zur KG energiereicher (mehr Gerste und Mischfutter).

Tab. 1: Charakteristika der TMR der KG und der Teil-TMR der VG

Komponente [%]	TMR KG	Teil TMR VG
<i>Rationsplanung:</i>		
Maissilage	23	30
Grassilage	42	-
Heu	-	19
Getreidestroh	1	6
Gerste	20	26
Rapsextraktionsschrot	5	6
Mischfutterrezept 590 LEIKRA	9	13
KF:GF	0,5:1	0,8:1
Krafftutteranteil	34	45
Grobfutteranteil	66	55

Die Kühe der VG wurden wöchentlich, auf insgesamt vier zur Verfügung stehenden Koppeln, umgetrieben. Der Pflanzenbestand auf den beweideten Flächen zeigte eine zeitliche Veränderung vom Frühjahr bis zum Herbst von einem grasreichen zu einem krautreichen Bestand (Tritt- und Fraßbelastung, Wasser- und Nährstoffangebot), bei annähernd gleichem Energiegehalt ($\bar{\varnothing}$ 6,7 MJ NEL/ kg TM). Die Futteraufnahmebestimmung im Stall erfolgte gruppenbezogen, als Differenz aus Futtevorlage und Futterrest. Dafür wurden die vorgelegten Futtermengen im Stall täglich erfasst und entsprechendes Probenmaterial für weitere Nährstoffanalysen und TM-Bestimmung entnommen. Die entstandenen Futterrestmengen wurden gewogen und Probenmaterial zur Vortrockenmassebestimmung im Trockenschrank für 24 h bei 60 °C verwendet. Anschließend erfolgte eine Korrektur dieser Werte nach WEISSBACH & KUHLA (1995). Die Erhebung der Weidefutteraufnahme wurde wöchentlich auf der zu beweidenden Fläche, der abgeweideten und einer Referenzfläche, zur Bestimmung der Aufwuchshöhe, mittels eines Herbometers (Elektronic Rising Plate Meter [RPM], Jenquip, Neuseeland) geschätzt und über den theoretischen Energiebedarf nach Stallfutteraufnahme korrigiert. Die Nährstoffanalysen des Weide- und Stallfutters wurden nach den jeweiligen Standardmethoden des VDLUFA (Methodenbuch Band III) untersucht. Zur Darstellung der Milchleistung dienten die Daten der Milchleistungsprüfung und die täglich erfassten Milchmengen der Melkanlage. Die notwendigen Analysen wurden von der LKS mbH Lichtenwalde vorgenommen. Weiterhin wurde monatlich für jedes Tier die Lebendmasse, der Body Condition Score (BCS) sowie die Rückenfettdicken, mittels Ultraschallmessgerät (US-RFD), ermittelt. Die Ergebnisauswertung der Folgelaktation basiert auf der Datengrundlage aus dem Herde-Programm von ehemaligen Versuchstieren der KG und VG die mindestens zwei MLP-Leistungen während der Versuchsphase vorwiesen und erfolgreich die Folgelaktation abschlossen (bis mind. 250. LT).

Ergebnisse und Diskussion

Halbtagsweide vs. Stallfütterung

Die Futteraufnahme in der KG betrug im Versuchszeitraum im Mittel 19,7 kg TM/Tier*d und die Milchleistung im Mittel 25,4 kg Milch je Tier und Tag. Die mittlere Aufnahme an Teil-TMR im Stall der VG lag bei 13,0 kg TM/Tier*d. Die Weidefutteraufnahme schwankt zwischen > 11 kg TM/Tier*d im Frühjahr, $\bar{\varnothing}$ 3,4 kg TM/Tier*d im Sommer und $\bar{\varnothing}$ 4,4 kg TM/Tier*d im Herbst. Der Mittelwert betrug 6,3 kg TM/Tier*d über den gesamten Versuchszeitraum. Die mittlere Gesamtfutteraufnahme (Weide + Teil-TMR im Stall) lag resultierend bei 18,0 kg TM/d mit einer mittleren täglichen Milchleistung von 22,7 kg FCM (=Fettkorrigierte Milchleistung). Im Hinblick auf die mittlere tägliche Milchleistung, in den ersten 50 LT nach Weidebeginn, hatte die VG in Folge einer fehlenden Weide-Adaptationsphase eine geringere Leistung im Vergleich zur KG (ca. 2,3 kg Milch/Tier*d). Im anschließenden Versuchsverlauf (> 50. Versuchstag) war kein Gruppenunterschied mehr ersichtlich. Die VG zeigte eine deutliche Differenz in der Rückenfettaufgabe zur KG. Die Erstlaktierenden der KG nahmen im Mittel 25 kg Körperfett (1 mm RFD = 5 kg Körperfett, STAUFENBIEL et al., 1993) zu und unterschieden sich signifikant zu den Erstlaktierenden der VG ($p \leq 0,05$), die keine wei-

teren Fettauflagen im Versuchszeitraum ausprägten. Die Höherlaktierenden der KG zeigten eine ähnliche Entwicklung mit allerdings höheren Zunahmen von ca. 30 kg Körperfett und deutlicher Differenz zu den Höherlaktierenden der VG, die lediglich 13 kg Körperfett aufbauten.

Merkmalsausprägungen in der Folgelaktation

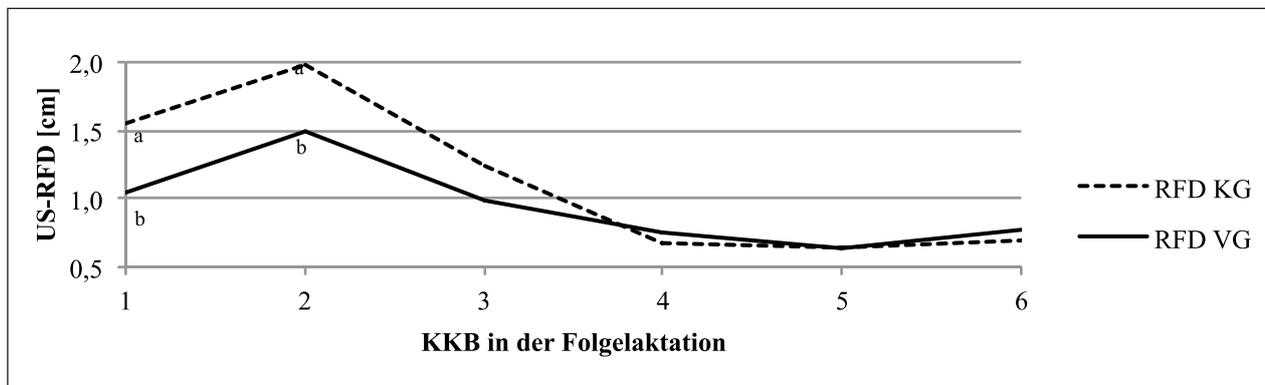


Abbildung 1: Entwicklung der US-RFD von der letzten Körperkonditionsbeurteilung (KKB) im Versuch (KKB 1) über die letzte KKB in der Trockensteherphase (KKB 2) zu den KKB der Folgelaktation (KKB 3 – KKB 6); ^{a, b} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen mit $p \leq 0,05$ signifikante Unterschiede

Wie in Abbildung 1 verdeutlicht, zeigte sich in der Rückenfettauflage zum Ende der Weideperiode ein deutlicher Unterschied zwischen den Versuchsgruppen ($p \leq 0,05$). Die Tiere der VG zeigten eine berechnete Differenz von ca. 30 kg Gesamtkörperfett. Während der Trockensteherphase stieg die RFD gruppenübergreifend um ca. 0,5 cm an. Die VG kompensierte diese Differenz während der Trockensteherphase nicht. Die KG ging somit mit einer mittleren RFD von ca. 2 cm in die Kalbung und in die Folgelaktation. In den nachfolgenden 70 Laktationstagen schmolzen beide Gruppen Rückenfett ein. Die KG mobilisierte in dieser Phase 1,4 cm Rückenfett (~ 70 kg Körperfett) und zeigte dabei eine deutlich verstärkte Fettmobilisation vergleichend zur VG (~ 45 kg Körperfett). Laut STAUFENBIEL (1992) ist eine Körperfettmobilisationsmenge für den Energiedefizitausgleich von 20 – 60 kg als normal zu werten. Schlussfolgernd kann dieser Zusammenhang für die geringere Milchleistung der ehemaligen KG in der Folgelaktation verantwortlich sein. Die ehemaligen Weidetiere zeigten eine deutlich höhere mittlere Milchleistung (37,7 kg Milch/Tier*d) in den 250 Laktationstagen der Folgelaktation im Vergleich zur KG (36,5 kg Milch/Tier*d), $p \leq 0,001$; s. Abbildung 2). Demnach hat die VG ihre Milchleistungsdifferenz während der Weidephase (ca. 115 kg Milch/Tier in 50 LT) nach 100 LT, aus der Differenz zur KG, in der Folgelaktation ausgeglichen. Zusammenfassend ist der direkte Einfluss der Weidehaltung im letzten Laktationsdrittel im Hinblick auf die zeitnahe Milchleistung zwar negativ zu sehen, über diese Laktation hinaus aber als milchleistungssteigernd.

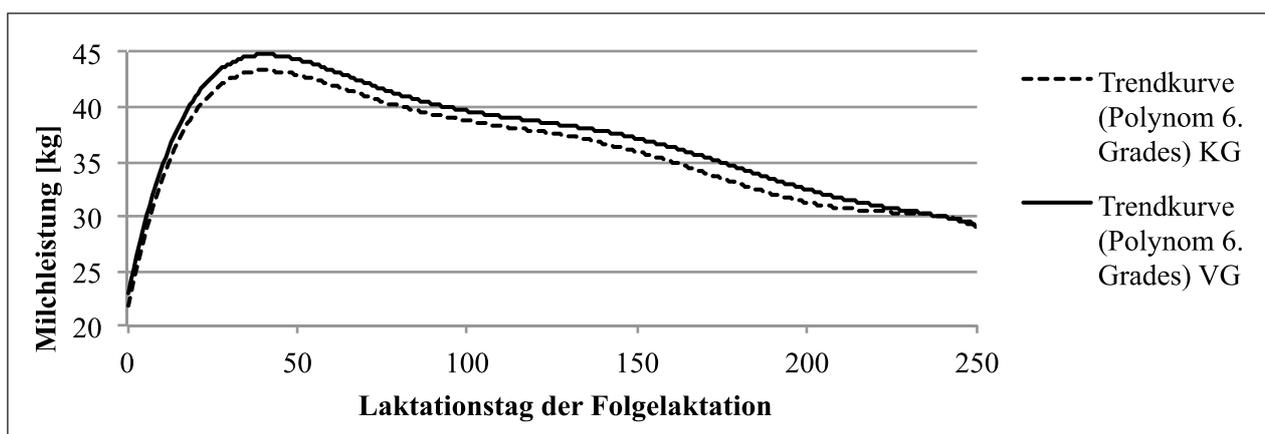


Abbildung 2: Laktationsverlauf (Trendkurven) in der Folgelaktation nach Weideversuch

Die stärkere Fett-Mobilisation der ehemaligen KG provozierte Risiko einer Ketose, welches sich anhand erhöhter β -Hydroxybuttersäurewerte (BHB) im Blut am fünften Tag nach der Kalbung zeigte und scheinbar für die längere Zwischentragezeit (ZTZ, Günstzeit) von ca. 2 Wochen sowie für den gesteigerten Besamungsindex (Bi) verantwortlich war (Tabelle 2).

Tab. 2: Ausgewählte Kennzahlen der ehemaligen Versuchstiere in der Folgelaktation

Merkmal	KG	VG	Referenzwerte
BHB [mmol/L Blut]	1,2 ± 0,95	0,9 ± 0,33	≥ 1,2 subklinische Ketose (MAHRT et al. (2014))
ZTZ [d]	135 ± 57	109 ± 46	≤ 125 (KROSTITZ et al., 2011)
Bi [d]	3,2 ± 2,2	2,4 ± 3,0	1,5 – 2 (KROSTITZ et al., 2011)

$n_{KG} = 18$; $n_{VG} = 19$; BHB anhand Schnellmessmethode „Precision Xceed“; MW ± Standardabweichung

Die ehemalige KG benötigt einen Zyklus mehr für eine erfolgreiche Trächtigkeit vergleichend zur VG. Diese Differenz war jedoch statistisch nicht zu sichern. Hierbei können ebenfalls die Unterschiede in der Körpermassmobilisation verantwortlich sein.

Schlussfolgerungen

Die präsentierte Ergebnisauswahl macht die Komplexität der Weidehaltung deutlich. Neben den dargestellten Effekten während der Weidehaltung sind die Reaktionen in der Folgelaktation entscheidend. Im Hinblick auf die Milchleistung aus der Versuchs- und Folgelaktation gibt es insgesamt gesehen keine Nachteile.

Literatur

KUHNITZSCH, C., MARTENS, S., STEINHÖFEL, O., WENSCH-DORENDORF, M. & ZEYNER, A. (2015): Vergleichende Untersuchungen zu Weidefutter vs. Grassilage im Stall für Milchrinder. 15. Forum angewandte Forschung in Fulda.

KROSTITZ, S., NIEBLING, U., FISCHER, R., STEINHÖFEL, I., WALTHER, S., BERGER, H., & ULLRICH, E. (2011): Früherkennung von Fruchtbarkeitsstörungen. Schriftenreihe des LfULG. Heft 36

MARTENS, S. & STEINHÖFEL, O. (2015): Untersuchungen zur Rolle des Grases in der Proteinversorgung von Milchvieh. 59. Jahrestagung der AGGF in Aulendorf. Tagungsband. 137-139.

MAHRT, A., BURFEIND, O. & HEUWIESER, W. (2014): Effects of time and sampling location on concentrations of β -hydroxybutyric acid in dairy cows. Journal of dairy science 97.1: 291-298.

STAUFENBIEL, R. (1992): Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes-Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettdicke. Mh. Vet. Med 47: 467-474.

STAUFENBIEL, R. et al.(1993): Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes – Beziehungen der Rückenfettdicke zur Energieaufnahme und zur Energiebilanz. Mh. Vet.-Med. 48: 58-66.

WEISSBACH, F. & KUHLA, S. (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfutter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. Übersicht Tierernährung. 23: 189-214.

