



Berichte 2014

1

Neues aus Untersuchung und
angewandter Forschung

Multifunktionalität des Dauergrünlandes erhalten und nutzen

Tagungsband

58. Jahrestagung

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

in Arnstadt

vom 28. bis 30. August 2014



Multifunktionalität des Dauergrünlandes erhalten und nutzen

58. Jahrestagung

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

in Arnstadt

vom 28. bis 30. August 2014

Vorwort

Der Dauergrünlandanteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche betrug 2013 in Deutschland 27,7 %. Grünland hat je nach Region und Betriebstyp eine mehr oder weniger hohe betriebswirtschaftliche, volkswirtschaftliche und gesellschaftliche Relevanz. Es erfüllt vielfältige Funktionen in Bezug auf die Produktion sowie den Ressourcen- und Klimaschutz. Eine Herausforderung an die Grünlandbewirtschaftung ist der Erhalt seiner Ökosystemleistungen, die großflächig nur durch eine nachhaltige Nutzung gewährleistet werden können.

Die Arbeitsgemeinschaft für Grünland- und Futterbau (AGGF) der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V. wendet sich auf ihrer 58. Jahrestagung in Arnstadt vom 28. bis 30. August 2014 mit dem Schwerpunktthema „Multifunktionalität des Dauergrünlandes erhalten und nutzen“ dieser Problematik zu. Damit wird auch den aktuellen Diskussionen zum Grünlanderhalt und Grünlandverlust Rechnung getragen.

Plenarvorträge zu Strategien für den Erhalt und die Nutzung des Dauergrünlandes, seiner Ökosystemleistungen und Multifunktionalität sowie den Wirkungen einer standort- und bestandsdifferenzierten Grünlandbewirtschaftung führen in den Themenschwerpunkt ein. Mehrere Kurzvorträge thematisieren wichtige Aspekte wie die Vereinbarkeit von Landwirtschaft und Naturschutz, die unterschiedlichen Ausprägungen von artenreichem Grünland sowie die Rolle von Nährstoffen oder Bekämpfungsmaßnahmen gegen Giftpflanzen auf die Zusammensetzung artenreicher Grünlandbestände. Ebenso werden die ab 2015 greifenden agrarpolitischen Instrumente zur Grünlanderhaltung sowie vielfältige Herausforderungen an die Grünlandwirtschaft von der Produktion bis hin zum Verbraucher vorgestellt und diskutiert.

Mit Postern werden weitere aktuelle Ergebnisse aus Arbeiten der Grünland- und Futterbauforschung in den folgenden Sektionen präsentiert:

- Multifunktionalität des Dauergrünlandes,
- Futterqualität und Pflanzenbestand,
- Weide und
- Freie Themen.

Insgesamt werden 40 wissenschaftliche Beiträge vorgestellt. Die Kurzfassungen dieser Vorträge und Poster sind in diesem Band zusammengestellt.

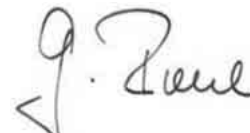
In einer halbtägigen Exkursion können fast 20 Jahre alte Grünland-Dauerversuche der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft sowie ein typischer Futterbaubetrieb am Nordrand des Thüringer Waldes besichtigt werden. Eine ganztägige Exkursion in den Thüringer Wald bietet interessante Einblicke in die dort praktizierte Grünlandbewirtschaftung sowie in die vielfältigen Fragestellungen in der Grünlandversuchsstation Oberweißbach.

Die Organisation und Durchführung der Tagung wäre ohne die tatkräftige Unterstützung vieler nicht möglich. Allen Beteiligten im Organisationsteam sei daher für ihr großes Engagement ganz herzlich gedankt.

Arnstadt, im August 2014



Dr. Armin Vetter
Stellv. Präsident der
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft



Dr. Gerhard Riehl
Leiter der Arbeitsgemeinschaft
Grünland und Futterbau

Inhaltsverzeichnis

VORTRÄGE	9
Ökosystemleistungen des Grünlands – Welche Nutzungen brauchen wir?	9
<i>Jedicke, E.</i>	
Multiple functions of organisms and their interaction – a different approach to multifunctionality of permanent grassland	20
<i>Schellberg, J. und E. Pötsch</i>	
Untersuchungsergebnisse zur standort- und bestandsdifferenzierten Grünlandbewirtschaftung in Thüringen	31
<i>Hochberg, H. und D. Zopf</i>	
Landwirtschaft und Naturschutz – Eine praxisnahe Betrachtung von Konflikten und Möglichkeiten	41
<i>Hammes, V., Eggers, M., Kayser, M. und J. Isselstein</i>	
Artenreiches Grünland in Bayern	49
<i>Heinz, S., Mayer, F. und G. Kuhn</i>	
Rolle des Phosphors als Steuerungsgröße des Stickstoffertrages und der Phytodiversität ökologisch bewirtschafteter Dauergrünlandbestände	55
<i>Mahnke, B. und J. Müller</i>	
Bekämpfungsstrategien gegen Herbstzeitlose (<i>Colchicum autumnale</i>) und deren Auswirkungen auf die botanische Zusammensetzung artenreicher Wiesen	61
<i>M. Seither, M. Elsässer</i>	
Produktives Grünland auf wiedervernässtem Niedermoor: Können Weidenutzung und Wiesenbrüterschutz effektiv miteinander verbunden werden?	68
<i>Breitsameter, L., Kayser, M., Strodthoff, J., Müller, J. und J. Isselstein</i>	
Die Erhaltung des Grünlandes im Rahmen der Agrarpolitik – Vom Greening bis zu Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen	74
<i>Osterburg, B.</i>	
Multifunktionale Herausforderungen der Grünland- und Viehwirtschaft in der angepassten Produktion und in der Bewusstseinsbildung hin zur Konsumentenschaft	80
<i>Buchgraber, K.</i>	

POSTERBEITRÄGE	Sektion Multifunktionalität	82
<hr/>		
Artenreiches Grünland in Thüringen - Zielartenkatalog und erste Ergebnisse		82
<i>Hochberg, H., Zopf, D. und M. Schwabe</i>		
Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf den Verlust Magerer Flachland - Mähwiesen im Landkreis Esslingen		86
<i>Raufer, B., Thumm, U., Lewandowski, I., Bauer, R., Seither, M. und M. Elsässer</i>		
Effiziente Biogaserzeugung mit ausgewählten Dauergrünlandtypen		91
<i>Schmidt, F., Gödeke, K. und H. Hochberg</i>		
Energetische Verwertung von Biotopgrünland – Verbrennung oder Biogas?		95
<i>Schmidt, F., Gödeke, K. und H. Hochberg</i>		
 POSTERBEITRÄGE	Sektion Futterqualität und Pflanzenbestand	99
<hr/>		
Wirkung organischer Dünger auf Biodiversität, Ertrag und Futterinhaltsstoffe von Grünlandpflanzenbeständen eines Flussauenstandortes		99
<i>Alaid, H., Giebelhausen, H. und H. Hochberg</i>		
Erträge und Mineralstoffgehalte von Schnittproben bayerischer Grünlandflächen mit unterschiedlicher Nutzungsintensität		104
<i>Diepolder, M., Raschbacher, S. und S. Heinz</i>		
Auswirkungen einer unterlassenen Phosphor- und Kaliumdüngung - Ergebnisse aus sechzehnjährigen Grünlanddüngungsversuchen		107
<i>Greiner, B., Hertwig, F., Hochberg, H., Priebe, R., Riehl, G. und R. Schuppenies</i>		
Schätzung der nXP -Gehalte in Futterleguminosen und Wiesenkräutern mittels modifiziertem Hohenheimer Futterwert Test – unter besonderer Beachtung der Gehalte an Tanninen und Gesamtphenolen		111
<i>Hamacher, M., Loges, R. und F. Taube</i>		
Wie Viel Kalium braucht Silomais auf leichten Standorten?		116
<i>Herrmann, A., Schröder, F., Kluß, C., Lausen, P., Techow, E., Feger, G. und F. Taube</i>		
Bewirtschaftung von Borstgrasrasen		121
<i>Hochberg, H. und D. Zopf</i>		
Auswirkungen der Grünlandextensivierung auf Ertrag und Futterqualität ausgewählter Dauergrünlandtypen		126
<i>Hochberg, H. und D. Zopf</i>		

Festulolium in Ansaatmischungen für Grünland	130
<i>Jänicke, H., Czyz, H., Kitzak, T. und M. Bury</i>	
Ansaatverfahren zur Etablierung von Luzerne- und Rotklee gras	135
<i>Schmaler, K. und G. Barthelmes</i>	
Über den Beitrag von Luzerne zur Versorgung mit essentiellen Aminosäuren im Dauergrünland	139
<i>Sommer, H., Hartmann, S., Schultz, H. und A. Sundru</i>	
Über den Beitrag von Rotklee zur Versorgung mit essentiellen Aminosäuren im Dauergrünland	143
<i>Sommer, H., Hartmann, S., Schultz, H. und A. Sundrum</i>	
Über den Beitrag von Weißklee zur Versorgung mit essentiellen Aminosäuren im Dauergrünland	147
<i>Sommer, H., Hartmann, S., Schultz, H. und A. Sundrum</i>	
Einfluss der Länge der kritischen Phase der Halmverlängerung auf den Ertrag und die Futterqualität von Ökotypen des Deutschen Weidelgrases (<i>Lolium perenne</i> L.)	150
<i>Ullmann, I., Herrmann, A., Cai, D. und F. Taube</i>	
POSTERBEITRÄGE Sektion Weide	155
<hr/>	
Untersuchungen zur Mengen- und Spurenelementversorgung von Mutterkühen in unterschiedlichen Naturräumen Thüringens	155
<i>Baumgärtel, T., Zopf, D. und H. Schaeffer</i>	
Produktivität verschiedener Grasnarbenhöhenbereiche (Patches) auf extensiven Rinderstandweiden unter dem Einfluss von unterschiedlichen Beweidungsintensitäten	160
<i>Ebeling, D., Tonn, B. und J. Isselstein</i>	
Nährstoff- und Mineralstoffgehalte bei Kurzrasenweide 2013	163
<i>Leisen, E.</i>	
pH-Veränderungen im Pansen bei Umtriebs-, Portions- und Kurzrasenweide	167
<i>Leisen, E.</i>	
Wuchsform von Pflanzen im System der Kurzrasenweide	171
<i>Leisen, E.</i>	
Ballungsraumnähe und Besatzstärke beeinflussen die Vielfalt der Vegetation des Grünlands pferdehaltender Betriebe	173
<i>Schmitz, A. und J. Isselstein</i>	

**Einfluss der Beweidungsintensität auf die saisonale Dynamik der
Grasnarbenstruktur einer Rinderstandweide** 177
Tonn, B., Ebeling, D. und J. Isselstein

POSTERBEITRÄGE Sektion Freie Themen 182

**Untersuchungen zum Einfluss modifizierter Standraumbemessung
auf Parameter des Saatgutertrages verschiedener Kulturgräser der
Gattung *Lolium*** 182

Dau, M., Schulze, S., Dittmann, L. und J. Müller

**Satelliten-gestützte Erfassung von Schnittterminen im
Wirtschaftsgrünland** 187

Grant, K., Baron, M., Siegmund, R. und S. Hartmann

Abschätzung des Grünlandertrages in Sachsen 191

Kesting, S. und G. Riehl

**Plant-soil feedback of an endophytic grass on a legume-Rhizobium
symbiosis** 195

Parisi, P. G., Grimoldi, A., Lattanzi, F. A., Druille, M. und M. Omacini

**Ist die Saatgutqualität der Gattung *Lolium* über die
Standraumbemessung von Vermehrungsbeständen steuerbar?** 199

Schulze, S., Dau, M., Dittmann, L. und J. Müller

Pflege der Pfeifengras-Streuwiesen im Voralpenraum 203

Hochberg, E. und S. Hartmann

**Einführung und Anwendung der „Hohenheim-Gülzower Serienaus-
wertung“ bei der Sortenprüfung für Futterpflanzen der Ländergruppe
„Mitte-Süd“** 207

*Hartmann, S., Greiner, B., Hochberg, H., Hegner, H., Riehl, G. und
W. Wurth*

ERGÄNZUNG zu Posterbeiträgen Sektion Freie Themen:

**Erfassung der genetischen Diversität für das Merkmal
"Trockenstresstoleranz" bei Deutschem Weidelgras**

*Westermeier, P., Wosnitza, A., Hartmann, S., Feuerstein, U., Luesink, W.,
Schulze, S., Schum, A., und E. Willner*

Ökosystemleistungen des Grünlands – welche Grünlandnutzung brauchen wir?

E. Jedicke

Goethe-Universität Frankfurt, Institut für Physische Geographie,
Jahnstraße 22, 34454 Bad Arolsen

info@jedicke.de

Einleitung

Definitionen und Ziele des ÖSL-Konzepts

Ecosystem services oder Ökosystem(dienst)leistungen, nachfolgend abgekürzt als ÖSL, finden seit den 1990er-Jahren zunächst in der englischsprachigen und zunehmend auch in der deutschsprachigen Literatur Beachtung. Sie beschreiben Leistungen, welche die Natur erbringt und vom Menschen genutzt werden (können). Vor allem das Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) und die TEEB-Studie (The Economics of Ecosystems and Biodiversity – TEEB, 2009) förderten die Verbreitung des Konzepts. Auch die laufende Studie „Naturkapital Deutschland – TEEB DE“, deren erster Band vorliegt (NATURKAPITEL DEUTSCHLAND – TEEB DE, 2014), stützt sich auf diesen Ansatz. Sie definiert Ökosystemleistungen ausführlicher als „direkte und indirekte Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen, d.h. Leistungen und Güter, die dem Menschen einen direkten oder indirekten wirtschaftlichen, materiellen, gesundheitlichen oder psychischen Nutzen bringen. In Abgrenzung zum Begriff Ökosystemfunktion entsteht der Begriff Ökosystemleistung aus einer anthropozentrischen Perspektive und ist an einen Nutzen des Ökosystems für den Menschen gebunden.“

In der Kulturlandschaft allgemein und speziell im Falle des Grünlands als Halbkultur- bzw. Kulturformation bedürfen die betrachteten Ökosysteme in der Regel des Einsatzes von menschlicher Leistung, indem diese erst durch anthropogenen Einflüsse auf natürliche ökosystemare Prozesse entstanden und als solche erhalten werden. MATZDORF et al. (2010) bezeichnen daher die Leistungen, die von derartigen Landschaftselementen ausgehen, als *Umweltleistungen* und grenzen diese von reinen ÖSL ab. Sie bewerten als menschliche Leistung in diesem Zusammenhang auch den bewussten Verzicht auf eine erlaubte Handlung. Auch wenn dieser Argumentation gefolgt werden kann, wird nachfolgend vereinfachend und der vorherrschenden Praxis entsprechend der Terminus der ÖSL als Oberbegriff verwendet.

Mit Hilfe des ÖSL-Konzepts sollen ökologische Leistungen oder Gratis-Naturkräfte besser in Entscheidungsprozessen berücksichtigt und eine nachhaltige Landnutzung gewährleistet werden, um der Überbeanspruchung der natürlichen Lebensbedingungen entgegenzuwirken. Es besitzt einen integrativen, inter- und transdisziplinären Charakter und verknüpft ökologische und sozioökonomische Konzepte (GRUNEWALD & BASTIAN 2013, MÜLLER & BURKHARD 2007). Im Mittelpunkt des ÖSL-Ansatzes stehen die beiden folgenden Fragen (GRUNEWALD & BASTIAN, 2013):

- ▶ Was sind die Nutzungsansprüche der Menschen bezüglich der Leistungen, die die Natur erbringen kann?
- ▶ Und wie können diese Ansprüche offengelegt und in rationales Handeln integriert werden?

Dabei ist der ÖSL-Ansatz nicht grundsätzlich neu: Die deutsche Landschaftsplanung verfügt über jahrzehntelange Erfahrung in der Erfassung und Bewertung von Naturraumpotenzialen und Landschaftsfunktionen (siehe Vergleich der Konzepte bei ALBERT et al., 2012). Die Autoren heben als einen wesentlichen Unterschied beider Konzepte hervor, dass ÖSL ökonomischen Bewertungen einen hohen Stellenwert einräumen, während diese in der Landschafts-

planung kaum eine Rolle spielen. Gerade das sieht z.B. KÜHNE (2014) kritisch, denn weil das ökonomische System in der demokratischen Marktwirtschaft besonders mächtig sei, laufe die Gesellschaft Gefahr, natürliche Umwelt primär nach ihrem wirtschaftlichen Nutzen zu beurteilen. Weitere Unterschiede zu den Landschaftsfunktionen liegen darin, dass ÖSL auch private Güter berücksichtigen, und dass Landschaftsfunktionen das Angebot an ÖSD raum-spezifisch analysieren, das ÖSL-Konzept hingegen nimmt dieses großräumig bzw. statistisch vor (weitere Differenzierung siehe ALBERT et al., 2012).

Grünlandökosysteme

Grün- bzw. Graslandbiotope bzw. -ökosysteme entstanden allmählich durch Beweidung und/oder Mahd und gehören seit langem zu den prägenden Elementen vieler Kulturlandschaften in ganz Europa und darüber hinaus (DIERSCHKE & BRIEMLE, 2002). Erst in jüngster Zeit werden sie durch Umbruch und Neueinsaat in Form artenarmer, naturferner Bestände geschaffen und/oder erneuert. Für eine Bewertung der ÖSL von Grünland in der aktuellen Zeit ist die Kenntnis der historischen Entwicklung der Nutzungsformen als Maßstab von großer Bedeutung. Diese schildert KAPFER (2010) am Beispiel der kollin-submontanen Stufe Mitteleuropas. Demnach stellte die Beweidung des Grünlands bis in die späte Neuzeit, teilweise bis in das 19. Jahrhundert hinein, einen wesentlichen Bestandteil der Grünlandnutzung dar. So decken z.B. die beiden stark von der Hutweide betonten Perioden der Feldgraswirtschaft und der alten Dreizelgenwirtschaft mit zusammen mehr als 8 000 Jahren rund 98 % der Existenz des anthropogenen Grünlands Mitteleuropas ab (Abbildung 1).

Die großflächig-extensive Beweidung dürfte damit auch in Mitteleuropa ein wesentlicher koevolutiver Faktor der Entwicklung der Arten bzw. Artengemeinschaften und damit der Ökologie des Grünlands sein, betont der KAPFER. Bezogen auf die Nutzungsform Wiese nehmen die von regelmäßiger Hütebeweidung geprägten Wiesentypen der alten Dreizelgenwirtschaft rund 80 % der Existenz von Wiesengrünland überhaupt ein. Allein durch Schnittnutzung bewirtschaftete „Mähwiesen“ bzw. „Dauerwiesen“ und der damit verbundene Vegetationstyp der Glatthaferwiese sind in flächenhaft relevanter Ausdehnung eine relativ neue Entwicklung der letzten 100 bis 150 Jahre und damit der jüngsten Vergangenheit (KAPFER, 2010; siehe Abbildung 1). DIERSCHKE & BRIEMLE (2002) gehen davon aus, dass die meisten ertragreicheren Wiesen erst seit dem 18. Jahrhundert entstanden und stufen diese als „relativ junge Entwicklungen des Kulturgraslandes“ ein. Die verschiedenen Weideformen besitzen dagegen eine um ein Vielfaches längere Tradition.

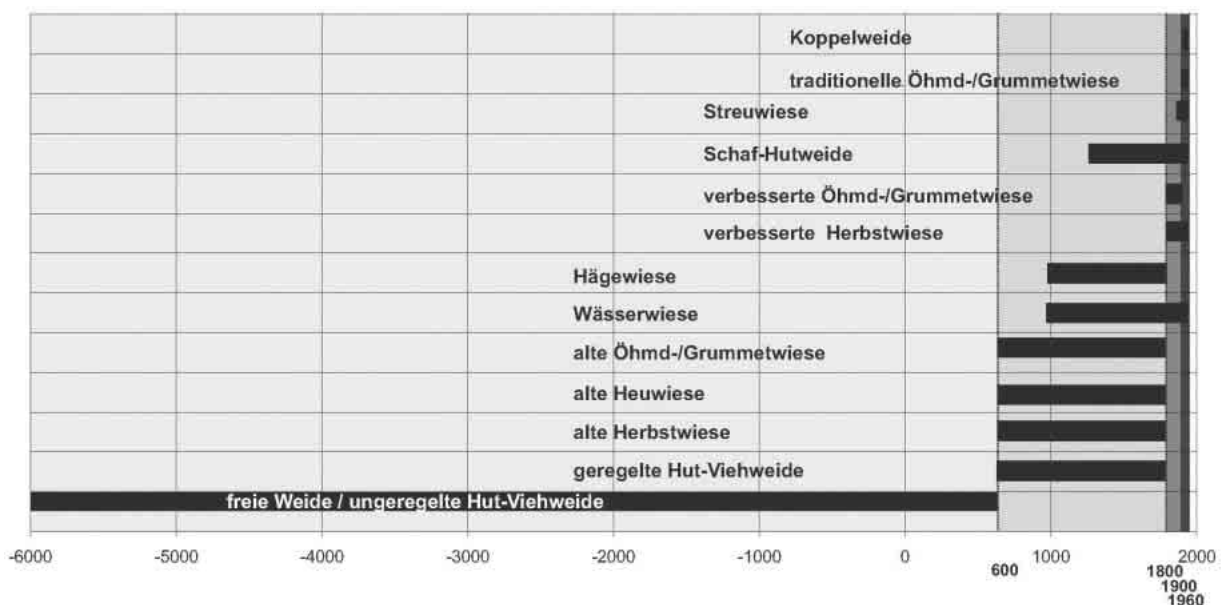


Abbildung 1: Die historischen Bewirtschaftungstypen des Grünlands bis um 1960 (aus KAPFER, 2010).

Die Weiterentwicklung des Grünlands hat sich in den letzten 200 und ganz besonders den letzten 20 Jahren exponentiell beschleunigt. Während die „ursprünglichen“ Grünlandtypen aus heutiger Sicht als *Extensivgrasland* bezeichnet werden, entstanden durch Meliorationen und standortschonende Bewirtschaftung Wiesen und Weiden höherer Produktivität, sogenanntes Kulturgrasland, etwas enger gefasst auch als Wirtschaftsgrünland bezeichnet (DIERSCHKE & BRIEMLE, 2002). Das KTBL (2009) unterscheidet im Wirtschaftsgrünland Mähweiden, Vielschnittwiesen, Weidelgrasweiden, Wiesenfuchsschwanz-Wiesen, Glatthaferwiesen, Goldhaferwiesen sowie Magerwiesen, wobei die ersten drei Typen die höchste Nutzungsfrequenz und den höchsten Futterwert erreichen sowie mit Abstand am weitesten verbreitet sind. Grünlanderneuerung verändert die (intensiveren) Grünlandökosysteme durch Nachsaat oder Neuansaat grundlegend. Zu Ackerbiotopen vermittelt das Wechselgrünland als Teil eines Fruchtfolgesystems.

Fragestellung

Diese wenigen Stichpunkte verdeutlichen die Vielgestaltigkeit von Grünlandökosystemen und damit die Schwierigkeit, ÖSD von Grünland zu beschreiben. Sie zeigen, dass dieses hier nur in sehr allgemeiner und pauschalisierender Form geschehen und eine differenzierte Analyse nicht ersetzen kann. Mit dieser Einschränkung und vor dem oben skizzierten Hintergrund soll der vorliegende Beitrag folgende Fragen bearbeiten:

1. Welche ÖSL kann Grünland unter welchen Rahmenbedingungen erbringen?
2. Welche für die Grünlandnutzung relevanten Zielsetzungen verfolgt die Gesellschaft?
3. Wie muss Grünlandnutzung gestaltet sein, damit im Sinne einer multifunktionalen Grünlandnutzung möglichst vielgestaltige ÖSL erbracht bzw. werden?

Ökosystemleistungen des Grünlands – Versuch eines Überblicks

Mit der vorgenannten Einschränkung eines vorläufigen Versuchs folgt die Beschreibung der relevanten ÖSL, welche Grünland erbringen *kann*, im Wesentlichen dem Kaskadenmodell der TEEB-Studie (TEEB 2010) und dem darauf aufbauenden Methodenvorschlag von GRUNEWALD & BASTIAN (2013). Verwendet wird die Struktur der ÖSD des Millennium Ecosystem Assessment (MEA 2005) mit drei Dimensionen von Leistungen (beschrieben nach BASTIAN et al. in GRUNEWALD & BASTIAN 2013):

(1) Versorgungsleistungen: Diese bezeichnen ökonomische Dienstleistungen und Güter, also bereitgestellte Güter wie Sauerstoff, Wasser, Nahrung, Energie, medizinische und genetische Ressourcen, Materialien für Kleidung und Bauen.

(2) Regulationsleistungen: Hierbei handelt es sich um ökologische Dienstleistungen und Güter, etwa Prozesse wie Energieumwandlung (insbesondere aus Sonnenenergie in Biomasse), Speicherung und Transfer von Mineralstoffen und Energie in Nahrungsketten, biogeochemische Kreisläufe, Mineralisierung organischer Substanzen in Böden oder Klimaregulation. Sie werden durch das Zusammenspiel abiotischer und biotischer Umwelt ermöglicht. „Aufgrund der (,nur‘) indirekten Nutzen der Regulationsleistungen werden diese oftmals nicht beachtet, bis sie Schaden nehmen oder verloren gehen, obwohl sie für die Existenz des Menschen auf der Erde die Grundlage bilden“ (DE GROOT et al., zitiert in BASTIAN et al. in GRUNEWALD & BASTIAN 2013).

(3) soziokulturelle Leistungen: Besonders natürliche bzw. naturnahe Ökosysteme bieten Möglichkeiten der Gesunderhaltung und Erholung, zur geistig-spirituellen Bereicherung, Erbauung und zu ästhetischem Genuss, welche als „psychologisch-soziale ÖSL“ zusammengefasst werden. Als zweite Gruppe kommen „Informations-ÖSL“ hinzu, also Beiträge von Ökosystemen zu Erkenntnisgewinn, Bildung und Inspiration.

Nachfolgend werden in einem zusammenfassenden Überblick potenzielle ÖSL von Grünland nach dieser Gliederung tabellarisch und stichpunktartig mit ihren Nutznießern benannt. Zu unterstreichen ist die Tatsache, dass es sich um Potenziale handelt: Je nach Art und Intensität der Nutzung des Grünlands bestehen die ÖSL mehr oder minder (oder auch überhaupt nicht). Auch kann die Flächen- bzw. Raumdimension, die für die Bereitstellung der einzelnen ÖSL erforderlich ist, sehr unterschiedlich ausfallen. Weiterhin ist bei der Beurteilung einschränkend zu berücksichtigen, dass eine wissenschaftlich fundierte und umfängliche Analy-

se der ÖSD von Grünland in dessen großen Breite noch nicht erfolgt ist; insofern sind Auswahl und Beschreibung als vorläufig zu betrachten. Wohl am ausführlichsten haben MATZDORF et al. (2010) in einer Vorstudie zu TEEB DE die ÖSL von HNV-Grünland (High Nature Value Grassland) analysiert.

Die Identifikation der Nutznießer erfolgt anhand der Leitfrage, wer wo von welchen ÖSD profitiert. Hierzu findet die Systematik von KETTUNEN et al. (2009) Verwendung, die in Abbildung 2 dargestellt ist.

Tabelle 1 vermittelt eine Übersicht der potenziellen ÖSD-Leistungen von Grünland. Deren Ausprägung kann maßgeblich durch einen Wechsel der in Abbildung 3 gezeigten Nutzungsoptionen für Grünland verändert werden, wobei als gedachter Ausgangsbestand Extensiv-Grünland in den Mittelpunkt gestellt wird, weil dieses die meisten ÖSD (mit Ausnahme zentraler Versorgungsleistungen) in stärkstem Maße erbringen kann.

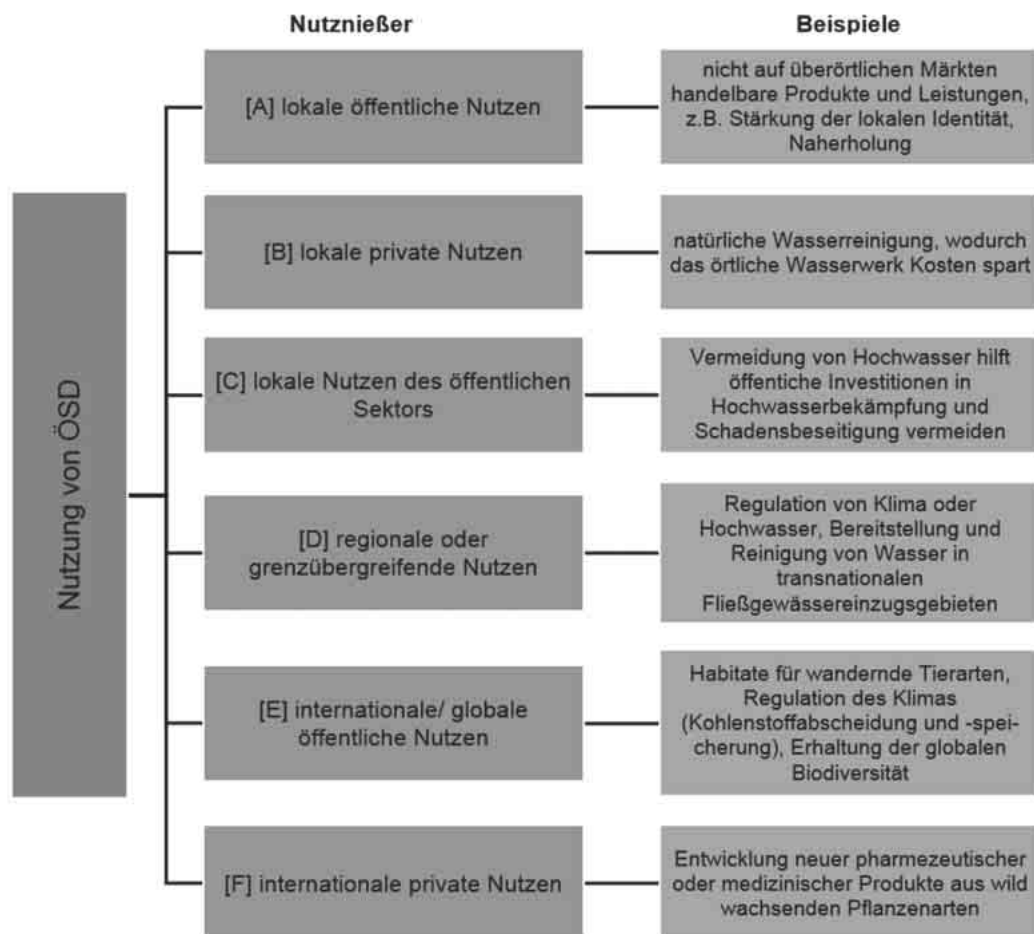


Abbildung 2 Schema zur Identifikation der Nutznießer von ÖSD (gezeichnet nach KETTUNEN et al. 2009). Die Großbuchstaben in eckigen Klammern dienen in der Beschreibung der ÖSD als Kürzel.

Tabelle 1: Vorläufige Gliederungsmöglichkeit für die verschiedenen potenziellen Ökosystemleistungen, welche Grünland erbringen kann (verallgemeinert nach JEDICKE 2013). Erläuterungen im Text, Nutznießer s. Abbildung 2.

Leistung	Beispiele	Nutznießer
(1) Versorgungsleistungen		
(a) Futterpflanzen für Haustiere	Heugewinnung oder als Futterfläche (Beweidung) (Produkte: Fleisch, Milch, Wolle, Leder)	B (Landwirtschaftsbetriebe)
(b) Trinkwasser	Beitrag zur Speisung der Grundwasservorräte und Wasserreinigung	B (Wasserwerke, lokale/regionale Bevölkerung)
(c) biochemische bzw. pharmazeutische Stoffe	verschiedene Kräuter	B, ggf. F (Landwirte, einzelne Bürger, Apotheken, Heilmittel- und pharmazeutische Betriebe)
(d) genetische Ressourcen	Saatgut, z.B. für regional einzusetzende Heumulchsaat	B, D, E (Landwirte, Erhaltung der Biodiversität)
(2) Regulationsleistungen		
(a) Klimaregulation	Kaltluftentstehung aufgrund nächtlicher Abkühlung, positive Wirkung besonders im angrenzenden Siedlungsraum bedeutsam	A (Klimaschutz)
(b) Wasserrückhalt und Hochwasserschutz	Wasserspeicherung in der Vegetation und im Boden, verzögerte Wasserabgabe an Oberflächengewässer	C (öffentliche Verwaltung, einzelne Bürger)
(c) Wasserreinigung	Filtration, Nähr- und Schadstoffbindung	B (Wasserversorger)
(d) Erosionsschutz	dauerhafte Festigung des Oberbodens durch Wurzelhorizont	B, C (Bodenschutz, Gewässerschutz)
(e) Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit	Regeneration der Bodenqualität durch Bodenleben, Bodenbildungsprozesse und Nährstoffkreislauf	B (Landwirte)
(f) Kohlenstofffixierung	durch umbruchlos bewirtschaftetes Grünland, am stärksten durch extensives Weideland	E (Klimaschutz)
(g) Bestäubung	Nahrungsressourcen für Bestäuber, damit Sicherung von landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Erträgen und der Biodiversität	B, E (Landwirte, Naturschutz)
(h) Habitatfunktion	Lebensraum für Arten und Lebensgemeinschaften von herausragender, teils europäischer Bedeutung	A, E (Naturschutz)
(3) soziokulturelle Leistungen		
(a) ästhetische Werte	Offenhaltung der Landschaft mit weiten Sichtbeziehungen, Förderung blumenbunter Wiesen bzw. strukturreicher Weiden, Weidetiere in der Landschaft	A (Erholungssuchende, Tourismuswirtschaft)
(b) Erholung und Tourismus	wie vor, Grundlage für naturbezogene Freizeit- und Urlaubsaktivitäten	A (Erholungssuchende, Tourismuswirtschaft)
(c) Bildung für nachhaltige Entwicklung	Lehr- und Lernobjekt für die Arbeit von Umweltbildungseinrichtungen, Schulen, Hochschulen, Natur- und Landschaftsführern, Allgemeinheit	A, B (Bildungsanbieter, Teilnehmer)
(d) Identifikation	Möglichkeit der persönlichen Bindung und zur Entwicklung von Heimatgefühl in der Landschaft	A (Allgemeinheit)
(e) Kulturerbe	Bewahrung von traditionellen Nutzungsformen und dem daraus resultierenden Landschaftsbild und Landschaftsstrukturen	A (Allgemeinheit)
(f) geistige und künstlerische Inspiration	Anregung zu Malerei und Fotografie	A (Allgemeinheit)

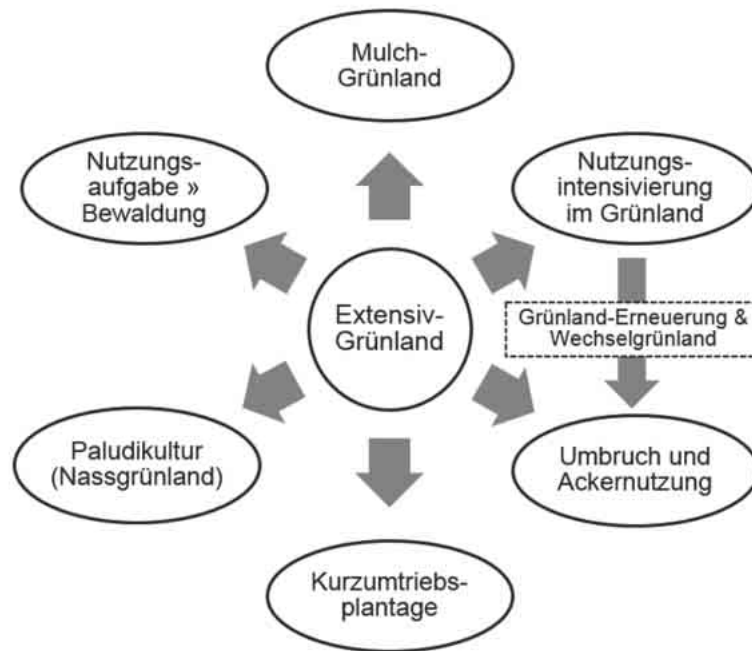


Abbildung 3: Potenzielle Nutzungsoptionen für Extensivgrünland, eingeschränkt durch das jeweils herrschende Standortpotenzial.

Für die im Einzelfall bestehende Ausprägung von ÖSL sind Standort-, Nutzungs- und Umgebungsfaktoren maßgeblich; um sie zu monetarisieren, sind zusätzlich sozioökonomische Faktoren notwendig (MATZDORF et al., 2010). Das bedeutet, dass eine Konkretisierung und insbesondere Quantifizierung der in Tabelle 1 aufgelisteten potenziellen ÖSD nur flächenbezogen erfolgen kann. Die Liste liefert hierfür ein Grundgerüst an Bewertungskriterien. MATZDORF et al. (2010) beschreiben ÖSL (bzw. Umweltleistungen) von HNV-Grünland auf trockenen, frischen und feuchten Standorten, jeweils in Relation zu Optionen einer veränderten Landnutzung. Sie zeigen dabei exemplarisch für Biodiversität (gemessen an der Artenvielfalt), Wasserqualität, Klimaregulation und Produktionsleistung Möglichkeiten der Quantifizierung und Monetarisierung auf, auf die an dieser Stelle verwiesen sei.

Um in der Tendenz zu verdeutlichen, wie stark unterschiedliche Formen bzw. Intensitäten der Grünlandnutzung ÖSL in Anspruch nehmen und welche Wirkung diese Nutzungen jeweils auf ÖSL entfalten, werden diese beiden Kriterien in Tabelle 2 in Bezug auf die zuvor beschriebenen ÖSL für drei Nutzungsintensitäten eingeschätzt: HNV-Grünland, Durchschnitts-(Intensiv-)Grünland und Umbruch-Grünland, bei dem eine regelmäßige Erneuerung der Grasnarbe erfolgt. Dieses geschieht in Anlehnung an MEA (2005) und Beispiele bei PLIENINGER et al. (2010). Die Zusammenstellung verfolgt einen sektoralen Blick insofern, als die Inanspruchnahme allein durch die Landwirtschaft bewertet wird, nicht durch Dritte; so wird z.B. die stark positive Wirkung von HNV-Grünland für Tourismus und Freizeitnutzung in Tabelle 2 nicht berücksichtigt.

Die Einstufungen sind mit Sicherheit nicht wissenschaftlich fundiert, sondern stellen lediglich subjektive Einschätzungen dar. Sie sollen zu verstärkter Forschung anregen und an dieser Stelle zunächst eine grobe Gesamteinschätzung verdeutlichen (siehe auch PLIENINGER et al. 2010):

- ▶ Art und Intensität der Grünlandnutzung nehmen ÖSL sehr unterschiedlich stark in Anspruch und üben zugleich einen unterschiedlich starken positiven wie negativen Einfluss auf ÖSL aus.
- ▶ Extensive Grünlandnutzung nimmt relativ gleichmäßig eine große Zahl von ÖSL in Anspruch. Soziokulturelle Leistungen haben dabei ein besonders starkes Gewicht, neben der bekannt hohen Bedeutung für die Habitatfunktion als Regulationsleistung.
- ▶ Intensive Formen der Grünlandbewirtschaftung nutzen eine geringere Zahl an ÖSL, vor allem Versorgungs- sowie Regulierungsleistungen.

► Hinsichtlich der Wirkungen auf ÖSL zeigen intensive Grünland-Nutzungen wesentlich stärker negative Wirkungen auf eine deutlich höhere Zahl von Leistungen/Gütern.

PLIENINGER et al. (2010) schlagen vor, ergänzend eine Arbeitsplatzfunktion von Landschaften zu benennen. Im Kontext des vorliegenden Beitrags würden hier (besonders die extensiven) Weideverfahren durch ein höheres Arbeitsplatzangebot im Vergleich zu technisierten intensiven (Mäh-) Grünlandnutzungen abschneiden.

Tabelle 2: Einschätzung der ÖSL von drei idealisierten Grünland-Nutzungssystemen in Deutschland. HNV-GL = High-nature-value-Grünland (siehe MATZDORF et al. 2010); Durchschnitts-GL = intensiv gedüngtes und genutztes Grünland mit 3-4 Schnitten bzw. Umtriebs- oder Portionsweiden; Umbruch-GL = wie vor, jedoch verbunden mit in mehrjährigem Abstand erfolgendem Umbruch/Totalherbizid-Einsatz und Neuansaat. **I** = Bewertung der Inanspruchnahme: ●● mittlere, ●●● hohe Beanspruchung (geringe Inanspruchnahme nicht genannt), **W** = Bewertung der Wirkung: ++ sehr positiv, + positiv, 0 neutral/keine Wirkung, - negativ, -- sehr negativ

Leistung	HNV-GL		Durchschnitts-GL		Umbruch-GL	
	I	W	I	W	I	W
(1) Versorgungsleistungen						
(a) Futterpflanzen für Haustiere	●●●	++	●●●	+/-	●●●	+/-
(b) Trinkwasser		+		--		--
(c) biochemische bzw. pharmazeutische Stoffe		++		--		--
(d) genetische Ressourcen	●●●	++		--		--
(2) Regulationsleistungen						
(a) Klimaregulation		++		+		-
(b) Wasserrückhalt und Hochwasserschutz		++		+		+
(c) Wasserreinigung		++		+		0
(d) Erosionsschutz	●●	++	●●	++	●●	+
(e) Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit	●●	++	●●	+	●●	+/0
(f) Kohlenstofffixierung		++		+		--
(g) Bestäubung	●●●	++		0		--
(h) Habitatfunktion	●●●	++		(+)/0		--
(3) soziokulturelle Leistungen						
(a) ästhetische Werte		++		+		-
(b) Erholung und Tourismus		++		+		0/-
(c) Bildung für nachhaltige Entwicklung		++		0		0
(d) Identifikation		++		+		0/-
(e) Kulturerbe		++		-		--
(f) geistige und künstlerische Inspiration		++		0		--

Multifunktionalität des Grünlands – gesellschaftliche Zielsetzungen für den Grünlandschutz

ÖSL können als Maßstab eingesetzt werden, um gesellschaftspolitisch gewünschte Prioritätensetzungen bei der Steuerung von Landnutzungen vorzunehmen. Wenn wie gezeigt HNV-Grünland bzw. extensive Grünlandnutzung in besonders hohem Maße ÖSL nutzen und vor allem positive Wirkungen auf Erhalt und Generierung von ÖSL entfalten, also eine multifunktionale Landnutzung darstellen, dann entsprechen sie verschiedenen gesellschaftlichen Zielsetzungen. Diese sind z.B. definiert durch

- ▶ rechtliche Rahmenregelungen wie Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, Vogelschutzrichtlinie und Wasserrahmenrichtlinie auf EU-Ebene sowie Bundesnaturschutzgesetz und Wasserhaushaltsgesetz auf Bundesebene;
- ▶ unverbindliche politische Zielsetzungen wie Nachhaltigkeits- und Biodiversitätsstrategien auf europäischer, deutscher und Bundesländer-Ebene, das 2020-Ziel der EU zu Stopp und Umkehr des Biodiversitätsverlusts sowie das 2°-Ziel der EU zur Begrenzung der Folgen des Klimawandels.

Multifunktionale Landwirtschaft bedeutet, dass Landwirte sowohl Produkte für den Markt liefern (Nahrung, Rohstoffe, ggf. Energie) als auch öffentliche Güter in Form der skizzierten ÖSL bereitstellen. Extensive Beweidung (z.B. METZNER et al., 2010) ebenso wie HNV-Grünland (z.B. OPPERMANN et al., 2012) generell erfüllen diese Multifunktionalität in erheblich stärkerem Maße als intensivere Grünland-Nutzungen. Landwirtschaft besitzt aufgrund ihrer hohen Flächenrelevanz – 52 % des Bundesgebiets sind Landwirtschaftsfläche – eine Schlüsselstellung und besondere Verantwortung: Sie und ihre Steuerungsinstrumente entscheiden an erster Stelle darüber, in welchem Maße ÖSL genutzt, gefördert und/oder beeinträchtigt werden.

Das Konzept der differenzierten Landnutzung – übertragbar auf Grünlandökosysteme?

HABER (zuletzt 2014) vertritt seit über 30 Jahren das Leitbild der multifunktionalen Landwirtschaft mit einer differenzierten Land- und Bodennutzung nach folgenden Grundregeln:

- ▶ Innerhalb einer Naturraumeinheit darf eine intensive Landnutzung, insbesondere Ackerbau, nicht die gesamte Fläche mit einer einheitlichen Kultur beanspruchen, sondern muss in sich diversifiziert werden – durch gleichzeitigen Anbau unterschiedlicher Kulturen oder Kombination mit Grünlandflächen. Die Schlaggröße sollte eine Obergrenze von durchschnittlich 25 ha nicht überschreiten.
- ▶ In einer Raumeinheit mit intensiver Nutzung müssen mindestens 10 % der Fläche möglichst netzartig für naturbetonte Bereiche reserviert werden (so wie es das BNatSchG mit 10 % Biotopverbund fordert).

Übertragen auf Grünland-Ökosysteme und ergänzt durch weitere Konzepte, bieten sich folgende Lösungsvorschläge an:

- (1) Es wird auch weiterhin intensiv genutztes Grünland bestehen, auf welchem die Versorgungsleistung mit Nahrungsmitteln maximiert ist (jedoch innerhalb zu definierender Leitplanken der Nachhaltigkeit, insbesondere mit Zielen des abiotischen Ressourcenschutzes wie Gewässer- und Bodenschutz). Diese sollten zusammenhängend eine Flächengröße von ca. 25 ha nicht überschreiten und darüber durch Landschaftsstrukturen wie Fließgewässer, Gehölze, Waldbestände etc. unterbrochen sein (in jeweils landschaftstypischer Ausprägung).
- (2) Großflächig-extensive Weiden (LUICK et al., 2013; METZNER et al., 2010) sollten als Gegenpol mit optimaler Wirksamkeit auf vielfältige ÖSL sehr viel großflächiger gefördert werden; da sie in sich stark strukturiert sind, gilt für sie die 25-ha-Obergrenze nicht. Sie benötigen eine wesentlich bessere Unterstützung im System der GAP als bisher (JEDICKE & METZNER, 2012; LUICK et al., 2013). Das gilt ebenso für HNV-Grünland insgesamt. Hierzu bedarf es fundiert hergeleiteter quantitativer und qualitativer Mindestanforderungen hinsichtlich der verschiedenen ÖSD (und ggf. weiterer Kriterien), spezifiziert für die verschiedenen Landschaftseinheiten Deutschlands.

- (3) Die als Minimum geforderten 10 % naturbetonter Bereiche (Biotopverbund-Strukturen) sind in allen nicht extensiv genutzten Grünlandgebieten zum Teil durch spät oder ungemähte Altgrasstreifen zu gestalten (zu ihrer Bedeutung für die Biodiversität z.B. HANDKE et al., 2011; MÜLLER & BOSSHARD, 2010; verknüpft damit sind auch soziokulturelle Leistungen).
- (4) In Umsetzung des Biotopverbund-Konzepts (z.B. JEDICKE, 1994) bedarf es auch für HNV-Grünland großflächiger Vorranggebiete von mehreren hundert oder tausend Hektar zusammenhängender [aber gemäß Nr. (1) bis (3) in sich strukturierter] Fläche.

Fazit: Konsequenzen für Landnutzung und Förderpolitik

Das ÖSL-Konzept soll helfen, eine rationale, argumentativ begründete Wahl zwischen alternativen Nutzungsmöglichkeiten auf landschaftlicher Ebene zu treffen. Dieses ist eine durchaus neue Dimension, die bislang noch nicht in politisch-planerische Entscheidungsfindungen Eingang gefunden hat, insbesondere nicht in die Schwerpunktsetzungen für die Verausgabung der Fördermittel im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU, von Bund und Ländern. Dazu bedarf es einer Analyse der Fakten – welche Art von Leistungen stellt die Landschaft bereit? – und einer Bewertung – was ist der Gesellschaft diese Leistung wert? (GOULDER & KENNEDY nach MATZDORF et al. 2010).

Dabei sei deutlich darauf hingewiesen, dass ÖSL auf den anthropogenen Nutzen fokussieren und die ökonomische Dimension einseitig betonen (s. Einleitung und KÜHNE 2014) – ohne Nutznießer gibt es keine Dienstleistungen (s. MATZDORF et al. 2010); konsequenterweise müssen zusätzlich auch andere Argumentationen wie insbesondere ethische Wertmaßstäbe angelegt werden.

Ziel einer multifunktionalen Landnutzung ist, in größeren Raumeinheiten möglichst vielfältige Versorgungs-, Regulations- und soziokulturelle Leistungen zu fördern. Die herrschende Landwirtschaftspolitik und -praxis, auch die der neuen EU-Agrarförderperiode bis 2020, priorisiert bezogen auf das Grünland neben dem quantitativen Grünlanderhalt im Rahmen der Greening-Vorschriften einseitig die Versorgungsfunktion der Nahrungsmittelproduktion durch Fleisch. Denn es ist trotz Greening und Maßnahmen der 2. Säule absehbar nicht zu erwarten, dass die Politik der GAP die Situation der Biodiversität (PE'ER et al. 2014) und anderer ÖSL in dem geforderten Umfang verbessern wird. Hierzu bedarf es offensichtlich durchsetzungsstärkerer Konzepte, wie sie die Anwendung des ÖSL-Konzepts bedeuten könnte und z.B. der Entwurf der Grünland-Forschungsstrategie der Deutschen Agrarforschungsallianz fordert (DAFA, 2013), aber bis dato (ein überarbeiteter Entwurf ist angekündigt) selbst bei weitem nicht ausreichend umgesetzt.

Der vorliegende Beitrag möchte vor allem dazu ermuntern, das ÖSL-Konzept auch für die Gestaltung einer zukunftsfähigen, nachhaltigen Grünlandnutzung vertiefend auszuarbeiten und in der Praxis zu validieren, mit anderen Konzepten wie dem der differenzierten Bodennutzung zu verknüpfen und Handlungsempfehlungen für eine nachhaltigere Landnutzungs politik abzuleiten. Das könnte ein entscheidender Schritt sein, um das viel strapazierte Greening der Agrarpolitik und den Grundsatz „öffentliche Gelder für öffentliche Güter“ von verbalen Lippenbekenntnissen tatsächlich hin zur Realität zu entwickeln.

Konkrete Vorschläge zur Integration von ÖSL in die Reform der GAP haben PLIENINGER et al. (2012a und b) vorgelegt. Sie fordern, Zahlungen an identifizierbare Beiträge zum menschlichen Wohlbefinden zu binden sowie auf bisher nicht marktfähige ÖSL zu fokussieren, bei Zahlungen Bündel und Trade-Offs von ÖSL zu berücksichtigen, Zahlungen aufgrund von standortspezifischen Gegebenheiten regional zu definieren, Zahlungen durch einen landschaftsbezogenen Ansatz betriebsübergreifend bereitzustellen, diese langfristig zu sichern, kontinuierlich zu evaluieren und anzupassen sowie auf deren Kohärenz der Zahlungen mit anderen agrarpolitischen Maßnahmen zu achten. Mit dem Mid-term review 2017 und endgültig mit der GAP 2021 müssen diese Ansätze umfassend realisiert werden.

Literatur

- ALBERT, C., VON HAAREN, C., GALLER, C. (2012): Ökosystemdienstleistungen – alter Wein in neuen Schläuchen oder ein Impuls für die Landschaftsplanung? *Naturschutz und Landschaftsplanung* 44 (5), 142-148.
- DAFA (Deutsche Agrarforschungsallianz, 2013): Fachforum Grünland – Forschungsstrategie der DAFA. Entwurf vom 01.08.2013. Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Braunschweig, 28 S. Download: www.dafa.de/no_cache/de/startseite/fachforen/gruenland.html (letzter Zugriff: 13.07.2014).
- DIERSCHKE, H., BRIEMLE, G (2002): Kulturgrasland – Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht, hrsg. von R. POTT. *Eugen Ulmer*, Stuttgart, 239 S.
- GRUNEWALD, K., BASTIAN, O. (Hrsg., 2013): Ökosystemdienstleistungen – Konzept, Methoden und Fallbeispiele. *Springer Spektrum*, Berlin/Heidelberg, 332 S.
- HABER, W. (2014): Landwirtschaft und Naturschutz. *Wiley VCH*, Weinheim, 298 S.
- HANDKE, K. OTTE, A., DONATH, T.W. (2011): Alternierend spät gemähte Altgrasstreifen fördern die Wirbellosenfauna in Auenwiesen – Ergebnisse aus dem NSG „Kühkopf-Knoblochau“. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 43 (9), 280-288.
- JEDICKE, E. (1994): Biotopverbund – Grundlagen und Maßnahmen einer neuen Naturschutzstrategie. 2. Aufl., *Eugen Ulmer*, Stuttgart, 287 S.
- JEDICKE, E. (2013): Ökosystemdienstleistungen. In: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Hrsg., Erweiterungsantrag des Freistaats Bayern für das UNESCO-Biosphärenreservat Rhön, München, unveröff., 108-122.
- JEDICKE, E., METZNER, J. (2012): Zahlungen der 1. Säule auf Extensivweiden und ihre Relevanz für den Naturschutz – Analyse und Vorschläge zur Anpassung der Gemeinsamen Agrarpolitik. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 44 (5), 133-141.
- KAPFER, A. (2010): Beitrag zur Geschichte des Grünlands Mitteleuropas – Darstellung im Kontext der landwirtschaftlichen Bodennutzungssysteme im Hinblick auf den Arten- und Biotopschutz. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 42 (5), 133-140.
- KETTUNEN, M., BASSI, S., GANTOLIER, S., TEN BRINK, P. (2009): Assessing socioeconomic benefits of Natura 2000 – a toolkit for practitioners. *Institute for European Environmental Policy*, London.
- KTBL (KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT, 2009): Faustzahlen für die Landwirtschaft. 14. Auflage. Darmstadt, 1168 S.
- KÜHNE, O. (2014): Das Konzept der Ökosystemdienstleistungen als Ausdruck ökologischer Kommunikation – Betrachtungen aus der Perspektive Luhmannscher Systemtheorie. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 46 (1), 17-22.
- LUICK, R., JEDICKE, E., METZNER, J., REISINGER, E. (2013): Conservation with extensive grazing – highlighting a conceptual approach and recommendations for the new CAP to give support to such systems. In: HELGADOTTIR, A., HOPKINS, A., eds., *The Role of Grasslands in a Green Future – Threats and Perspectives in Less Favoured Areas*, *Grassland Science in Europe* 18, Akureyri, 400-402.
- MATZDORF, B., REUTTER, M., HÜBNER, C. (2010): Gutachten-Vorstudie Bewertung der Ökosystemdienstleistungen von HNV-Grünland (High Nature Value Grassland). Abschlussbericht. *Institut für Sozioökonomie, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.*, Müncheberg, 67 S. Download: www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/recht/oekosdienstleist_hnv.pdf (letzter Zugriff: 13.07.2014).
- MEA (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005): Ecosystem and human well-being: scenarios, Vol. 2. *Island Press*, Washington.
- METZNER, J., JEDICKE, E., LUICK, R., REISINGER, E., TISCHEW, S. (2010): Extensive Weidewirtschaft und Forderungen an die neue Agrarpolitik. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 42, (12), 357-366.
- MÜLLER, F., BURKHARD, B. (2007): An ecosystem based framework to link landscape structures, functions and services. In: MANDER, Ü., WIGGERING, H., HELMING, K., eds., *Multifunctional land use – meeting future demands for landscape goods and services*, *Springer*, Berlin, 37-64.
- MÜLLER, M., BOSSHARD, A. (2010): Altgrasstreifen fördern Heuschrecken in Ökowiesen – eine Möglichkeit zur Strukturverbesserung im Mähgrünland. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 42 (7), 212-217.
- NATURKAPITAL DEUTSCHLAND – TEEB DE (2014): Naturkapital und Klimapolitik – Synergien und Konflikte. Kurzbericht für Entscheidungsträger. *Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für*

- Umweltforschung – UFZ*, Leipzig. Download: www.naturkapital-teeb.de/publikationen/projekteigene-publikationen.html (letzter Zugriff: 12.07.2014).
- OPPERMANN, R., BEAUFOY, G., JONES, G. (eds., 2012): High Nature Value Farming in Europe. 35 European countries – experiences and perspectives. *verlag regionalkultur*, Ubstadt-Weiher, 544 pp.
- PE'ER, G., DICKS, L.V., VISCONTI, P., ARLETTAZ, R., BÁLDI, A., BENTON, T.G., COLLINS, S., DIETERICH, M., GREGORY, R.D., HARTIG, F., HENLE, K., HOBSON, P.R., KLEIJN, D., NEUMANN, R.K., ROBIJNS, T., SCHMIDT, J., SHWARTZ, A., SUTHERLAND, W.J., TURBÉ, A., WULF, F., SCOTT, A.V. (2014): EU agricultural reform fails on biodiversity – extra steps by Member States are needed to protect farmed and grassland ecosystems. *Science* 344 (6188), 1090-1092.
- PLIENINGER, T., BIELING, C., GERDES, H., OHNESORGE, B., SCHAICH, H., SCHLEYER, C., TROMMLER, K., WOLFF, F. (2010): Ökosystemleistungen in Kulturlandschaften – Konzept und Anwendung am Beispiel der Biosphärenreservate Oberlausitz und Schwäbische Alb. *Natur und Landschaft* 85 (5), 187-192.
- PLIENINGER, T., SCHLEYER, C., SCHAICH, H., OHNESORGE, B., GERDES, H., HERNÁNDEZ-MORCILLO, M., BIELING, C. (2012a): Mainstreaming ecosystem services through reformed European agricultural policies. *Conservation Letters* 5 (4), 281-288.
- PLIENINGER, T., SCHLEYER, C., SCHAICH, H., OHNESORGE, B., GERDES, H., HERNÁNDEZ-MORCILLO, M., BIELING, C., HOBERG, J. (2012b): Ökosystemleistungen in die Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik integrieren. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 44 (7), 222-223.
- TEEB (THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY, 2010): An interim report. *European Commission*, Brussels. www.teebweb.org (letzter Zugriff: 13.07.2014).

Multiple functions of organisms and their interaction – a different approach to multifunctionality of permanent grassland

J. Schellberg¹ und E. Pötsch²

¹ Universität Bonn, Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Katzenburgweg 5, 53115 Bonn

² Department of grassland management and cultural landscape, AREC Raumberg-Gumpenstein

j.schellberg@uni-bonn.de

Introduction

Since the term ‘multifunctional agriculture’ has been mentioned for the first time in 1993 by the European Council for Agricultural Law, it has been widely used in agricultural science and geoscience in order to understand and structure the multiple productive and non-productive outcomes on agriculturally dominated land (Zander et al., 2007; Stobbelaar, 2009). The concept of ecosystem services (ES) first came up in the late 1990s and was incorporated into the Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) which classifies them into four groups, *i.e.* provisioning, regulating, supporting and cultural services. Provisioning services are products such as food (*e.g.* meat, dairy products, herbs, raw materials, pharmacological resources) and water but also genetic material. Supporting services such as soil formation, carbon fixation, nutrient and water cycling underpin other services whereas regulating services provide stability to the natural environment *e.g.* through regulating air quality and water quality, avoiding soil erosion and water run-off. Cultural services however, allocate non-material benefits that can affect health and well-being, *e.g.* through recreational opportunities and aesthetic experiences (Hopkins, 2009; Petter et al, 2012).

The role and importance of permanent grassland in providing a high number of ES to all of these four groups is widely accepted (Hopkins, 2009; Lehmann, 2009; Huyghe et al., 2012). The grassland biome provides ES such as high forage quality (energy and nutrient content), it supports flora and fauna habitat and high biodiversity (Huyghe et al., 2008; Sanderson, 2010), it also serves as carbon sink (Vleeshouwers and Verhagen, 2002; Janssens et al., 2005; Gilmanov et al., 2007; Wohlfahrt et al., 2009; Petri et al., 2010), diversifies soil biota (van Eekeren, 2010; Zaller, 2012), regulates water storage (Fohrer et al., 2001) and stabilizes the soil against erosion and landslip (Cernusca et al., 1998). As grassland can only persist when it is regularly defoliated by grazers or through mowing in order to avoid reforestation, management is inherent to the persistence of the biome and its services (Mc Donald et al., 2000, Kleijn and Baldi, 2005; Scozzafava and De Sanctis, 2006). Sekercioglu (2010) has assigned several non-marketable ES to the relevant functional units and has also indicated the spatial scale of operation of the services. This scheme clearly demonstrates the specific and essential role of vegetation, plant communities and species for most of the ES provided by grassland.

Governments and the societies in European countries acknowledge that agricultural production supplies a wider range of commodities. Especially grassland farms are always considered to provide a wide range of ES and thereby achieve a higher degree of multifunctionality than arable farms, especially those that are less intensively managed, less specialized and less dependent on external resources. Although there is an ongoing debate on how to assess and approve multifunctionality, there seems to be a tendency of strongly multifunctional farms towards a higher degree of sustainability and of adaptation of intensity of production to environmental conditions (Wilson, 2009).

Understanding multifunctionality in a natural science context requires its linking to ecosystem properties, functions and services (www.fao.org) which themselves are strongly interrelated.

De Groot and co-authors (2010) have listed key questions regarding a better integration of ES into landscape planning, management and decision-making. Interestingly, they are especially asking how the relationship between landscape and ecosystem characteristics and their associated functions and services can be quantified.

Functional ecology has significantly contributed to resolving this question, but from a different perspective. While the multifunctionality debate concentrates on understanding relations between all goods and services provided mainly at agroecosystem level, functional ecologists explore serviceable relationships between organisms in their biotic and abiotic environment. In some way, the term 'function' is used in different ways. The FAO definition sees multifunctionality very broadly and concentrates on the various outcomes at larger scales in a socio-ecological context, whereas functional ecologists relate traits (*i.e.* morphological, physiological and phenological properties of organisms) and their functions to processes such as nutrient acquisition, growth rate, proliferation rate, and senescence rate. Spatial scales in functional ecology range from very small (organ) to large (biome). Thus, links exist between the ES that farming provides and the underlying mechanisms of organisms. Although both these approaches, either FAO or the scientific community of functional ecology, differ in their aims and their definition of the term 'function', they are both strongly interrelated.

We have tried to illustrate the links between multiple functions and traits of grassland on the one hand and ES on the other (figure 1). The bio-physical structure of organism communities can be described as the composition and organisation of functional traits of soil, plant and animal. These traits are strongly interacting, with different directions and intensities and at different temporal and spatial scales.

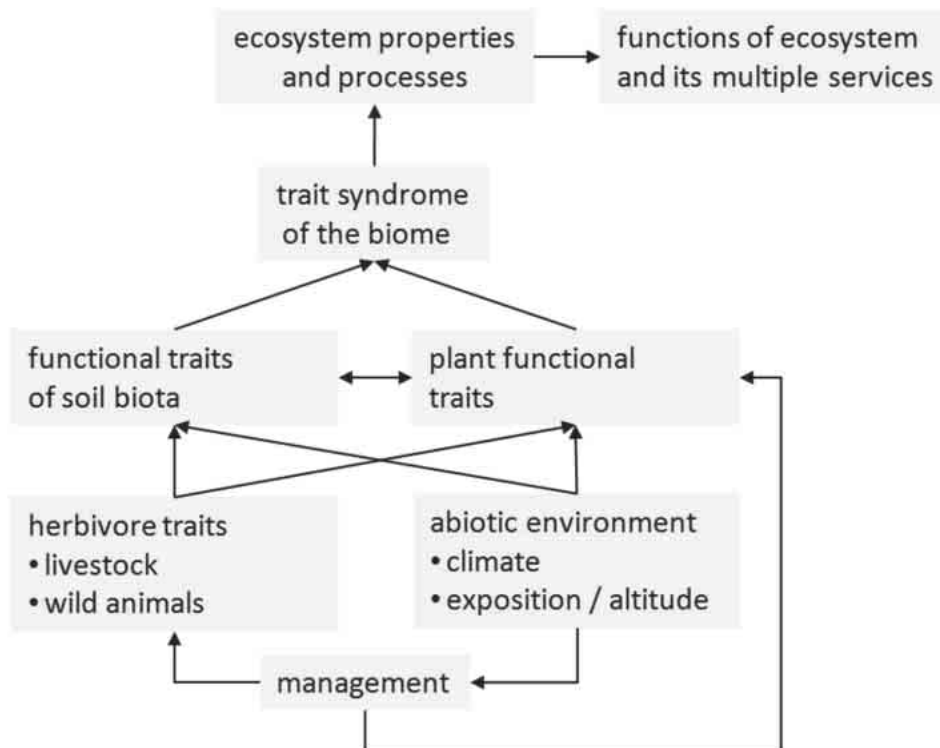


Figure 1: Linkages between functional traits of plant, soil and animal in relation to ecosystem services.

Trait relations can be linear or non-linear, and feedback regulation is common. Management is a strong driver of variation in any of these traits (Björklund et al., 1999; Gibon, 2005; van Oudenhoven, 2012), as the intensity and direction of changes in trait composition mainly de-

pend on type and pattern of defoliation and fertilizer application (Schellberg and Pontes, 2012). In other words and within certain limits, management is the most important external driver for functional relationships on grassland. Likewise, multifunctionality of grassland (*sensu* FAO) is affected by management. Grassland is managed mainly by varying cutting frequency, grazing pressure and fertilization level. Management intensity directly influences characteristics of the grassland sward such as standing biomass, floristic composition and forage quality. Thus, it is the main driver of changes in functional traits and related provisional ES (Pötsch et al., 2005), with partly contrasting impacts. In order to better understand relationships between functional traits of grassland and related ES, we assessed ES distribution along a gradient of management intensity (figure 2). The contribution of intermediate stages of grassland vegetation to individual ES is shown, from abandoned land across a two-cut system (e.g. *Arrhenateretum medioeuropaeum*) towards an intensively managed mowing pasture (e.g. *Lolio-Cynosuretum*).

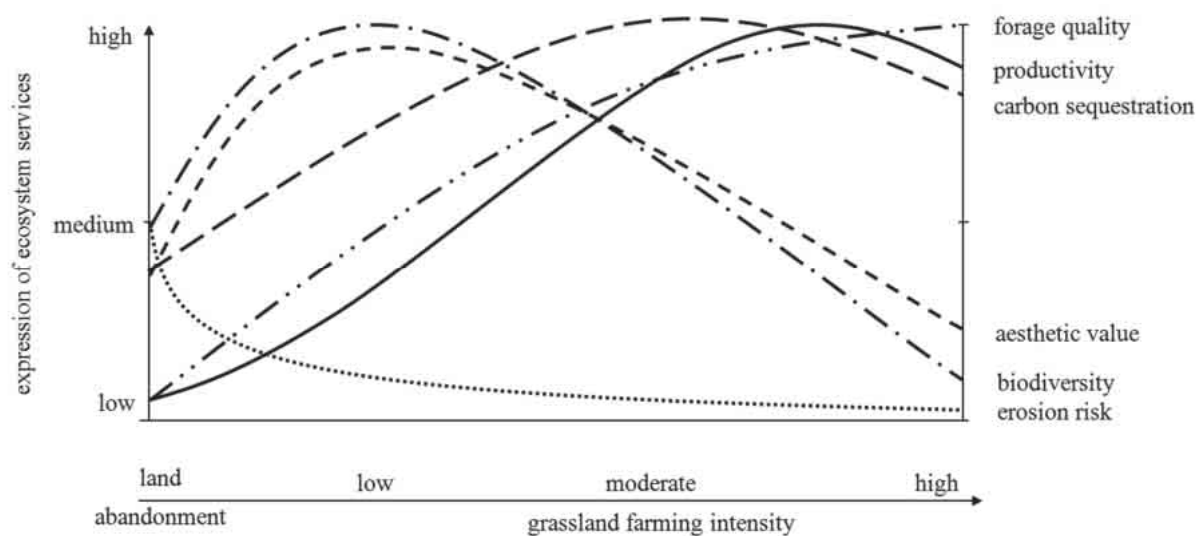


Figure 2: Relationship between farming intensity and ecosystem services on permanent grassland. Intensity is understood as a various combination of fertilization level, cutting frequency, grazing intensity, livestock density and re-seeding activity.

This graph indicates that the contribution of ES, which are provided by vegetation and soil as an inseparable system, vary with intensity. They may – at the same time – also vary with environmental conditions such as length of growing season and soil properties. Some ES occur in a synergetic way (e.g. aesthetic value and floristic diversity) whereas others arise diametrically (e.g. biodiversity and productivity).

All ES are a function of complex interactions among species and their abiotic environment, complex use and utilization patterns and various perceptions by beneficiaries (Fisher et al., 2009). However, the underlying functions on which these ES are based need further justification. Many examples exist on how human activities affect multifunctionality and how this can be assessed (Nelson et al., 2009; Renting et al., 2009). The question arises, how multifunctionality of grassland can be assessed based on the functional relationships of traits of soil and organisms. In this study we give examples of how multiple functions of organisms exhibiting certain traits explain multiple functions of the ecosystem.

When seeking to establish links between multifunctionality (*sensu* FAO) and the functional trait approach, we realized that earlier studies exist on similar topics (e.g. Chapin et al., 1997; Hooper et al., 2005; de Groot et al., 2010; Isbell et al., 2011). In these studies, authors have raised important questions about general relationships between ecosystem functions (EF) and functional trait composition of floral and faunal communities. However, with a stronger

focus on permanent grassland we can be more specific in our concept on trait-function. This manuscript aims at explaining multifunctionality from a different perspective, based on three examples, the production function, provisioning of forage quality and soil ES.

The production function

From a farmers' point of view, the productivity of grassland is the most important service that it can provide. The underlying ecosystem function, the production function (de Groot et al., 2002), is that of conversion of solar energy into plant matter which can be expressed as growth rates. The environmental factors defining growth rates are mainly precipitation, temperature, soil nutrient status and soil physical and chemical properties (Craine et al., 2002). With respect to the linkage of plant functional traits to ES it is important that distinct traits exist that indicate metabolic activity leading to different growth rates (table 1). Species which exhibit high growth rates (C-types *sensu* Grime) can be characterized as producing large leaf area of low specific leaf weight, rapid stem elongation to the favor of rapid space occupation in the canopy, high leaf photosynthetic rate and high leaf N content. Species exhibiting such traits are usually dominating sites without resource limitations. At low resource levels, productivity drops to the favor of other plant types supporting other functions such as regulating and habitat functions. At resource limitations, the C-type is rather disadvantaged. Species adapted to environments of low availability of resources follow a different strategy (S-types *sensu* Grime, 1977), *i.e.* high specific leaf weight, low growth rates and large contribution of internally recycled metabolic carbon.

The productivity (as a prominent ES) that these two contrasting types of plant species can provide, can thus be explained based on the plant functional traits which have developed in response to environment-management interactions. Of course, the production function also depends on clever adaptation of cutting, grazing and fertilizer application by farmers in relation to maximum achievable growth rates.

Table 1: A selection of numerical plant functional traits relevant for plant productivity and feeding quality.

plant functional trait	measurement	reference
specific leaf area, SLA	leaf area meter, weighing	Diaz and Cabido, 2001
plant height, P_h		Wright, 2004
leaf stem ratio, LSR	weighing	Cornelissen et al., 2003
leaf dry matter content, L_{DM}	drying, weighing	Duru et al., 2009
plant C and N content, P_N, P_C	gas chromatography	
In-vitro digestibility of plant organic matter, (%dOM), $IVDOM$ and energy concentration (MJ NEL kg^{-1} DM), P_{NEL}	in vitro analyses	Tilley and Terry, 1963 Menke et al., 1979
neutral detergent fibre, NDF, P_{NDF}	fibre analyzer	Goering and van Soest, 1970

Forage quality

High growth rates are somehow related to quality parameters of forage grasses and herbs. Although forage quality is not explicitly mentioned in the FAO documents on ES, it is essential for the provision of animal products to humans. For instance, digestibility of organic matter, NDF and protein content is since long known as the most important quality parameters in plant material harvested from grassland. As the same traits are relevant for the productivity function of the grass crop, negative as well as positive correlation with the quality parameters exist. For example, rapid growth rates are often accompanied by stem elongation leading to unfavorable leaf-stem ratios. Further, as long as the canopy is not harvested, older unpro-

ductive leaves at lower canopy layers are getting senesced, and so overall quality of the canopy declines. Management seeks to balance such positive and negative relationships between trait expression and related ES, thereby considering the temporal dynamics of production rates and quality decline. Moreover, there is another important link of plant functional traits to forage quality and ES.

Stress tolerant species (*sensu* Grime) invest more into structural biomass than into photosynthetic tissue. They also exhibit higher specific leaf weight and, associated with this, also higher tissue strength. Thereby, the rate at which microorganisms can access plant cell content in the rumen of cows is lower than with fast growing (competitive) species. In consequence, retention time of forage in the rumen increases with the proportion of species that are classified as stress tolerant due to their well adopted growth strategy.

The multifunctional role of the soil

The role of the soil in the provisioning of ES on permanent grassland is often not recognized. But, multiple interactions of soil with plants are mediated by soil organisms such as bacteria and arbuscular mycorrhiza fungi (AMF) (van der Heijden et al., 1998; Hartnett and Wilson, 2002; Johnson et al., 2004; Southworth, 2012). Further, functional ecology separates functional traits into those that indicate a response of plants to environment such as soil conditions as well as to management (so-called response traits) and those that explain the effect of plants on the soil (so-called effect), as will be explained later.

All these processes strongly act together on chemical, physical and biological traits of the soil. With respect to amount and quality of soil organic carbon, decomposition rates are important. It is well documented (de Deyn et al, 2008) that litter composition determines carbon sequestration. The accumulation of litter as well as soil carbon content is seen as an important ES provided by grassland (Conant et al., 2001; Cernusca et al., 2008). However, due to the above mentioned differences in response of species to limitations in water and nutrients, this ES may vary considerably. Further, growth rates of above ground biomass are associated with root biomass. The ratio of both depends on plant functional traits and on the availability of resources. However, the accumulation of root biomass is also associated with a series of events such as root exudation, soil water and nutrient depletion, interaction with soil microorganisms (especially with rhizobia and AMF), and modification of soil physical properties. Some of these plant trait related events are important with respect to ES on grassland. For instance, a competitive species such as *Daucus carota* L., strongly affects soil physical structure and pore volume through its taproot and also supports carbon accumulation as well as mineral nutrient and water uptake from lower soil layers. This clearly indicates a link between functional traits and ES such as carbon sequestration. Table 2 provides a list of traits that are considered relevant for functional relationships between plant and soil.

We have tried to summarize the relationships between two most important management factors, fertilizer application and cutting frequency, on the one hand and plant functional traits and related processes in soil on the other (figure 3). Many of these soil traits have not been investigated with respect to their importance in providing ES, with some exceptions (*e.g.* N₂ fixation), and especially not to how these ES can be explained on plant-soil functional relationships. We hypothesize that the responses and effects of plant functional traits at different fertilizer levels is mediated by soil traits. We therefore believe that a better understanding of ES requires more investigations on functional relationships between soil and plant traits. The different responses and effects among plant and soil are also dependent on time. For instance, we can expect a short term response of soil nitrogen content on fertilizer application, however, the related increase of soil organic matter content due to increased biomass production, root growth and dry matter decay may last many years. Long-term experiments are an excellent source of data and the only environment where undisturbed plant-soil functional relationships can be thoroughly investigated. Further, one may suggest equilibrium of soil properties after decades of constant management, however, the time from onset of the experiment until steady state of soil properties is usually not known.

Table 2: A selection of numerical soil functional traits (chemical and physical only) relevant for plant - soil functional relations.

soil functional traits	measurement	reference
soil chemical traits		
pH, S_{pH}	CaCl	Blume et al., 2011
particulate organic matter, S_{POM}	selected samples only	Kemper and Chepil, 1968; Jastrow, 1996
organic C, S_{OC}	by combustion (auto-analyser) minus carbonate C	Blume et al., 2011
organic N, S_N	by combustion (auto-analyzer)	Blume et al., 2011
available P S_{Pav}	calcium –ammonium lactate	Blume et al., 2011
sequential P extraction S_{Pfrac}		Hedley et al., 1982; Tiessen and Moir, 2008
soil physical traits		
particle fractions, S_{Pf}	pipette analysis after dispersion	Blume et al., 2011
bulk density, S_{BD}	soil cores	Blume et al. 2011
penetration resistance, S_{PR}	penetrometer	Sun et al., 2012
macropore density, S_{md}		Gaiser et al., 2012

The assessment of functional relationships between plant functional traits and soil biological traits is difficult and not well established in grassland agriculture. However, several studies indicate that management has an impact on soil fauna (Bardgett and Cook, 1998; Batary et al., 2012). Bardgett and Cook (1998) report that intensively managed systems tend to promote low diversity while lower input systems conserve diversity. They further report (Bardgett and Cook, 1998): “It is also evident that high input systems favour bacterial-pathways of decomposition, dominated by labile substrates and opportunistic, bacterial-feeding fauna. In contrast, low-input systems favour fungal-pathways with a more heterogeneous habitat and resource leading to domination by more persistent fungal- feeding fauna”.

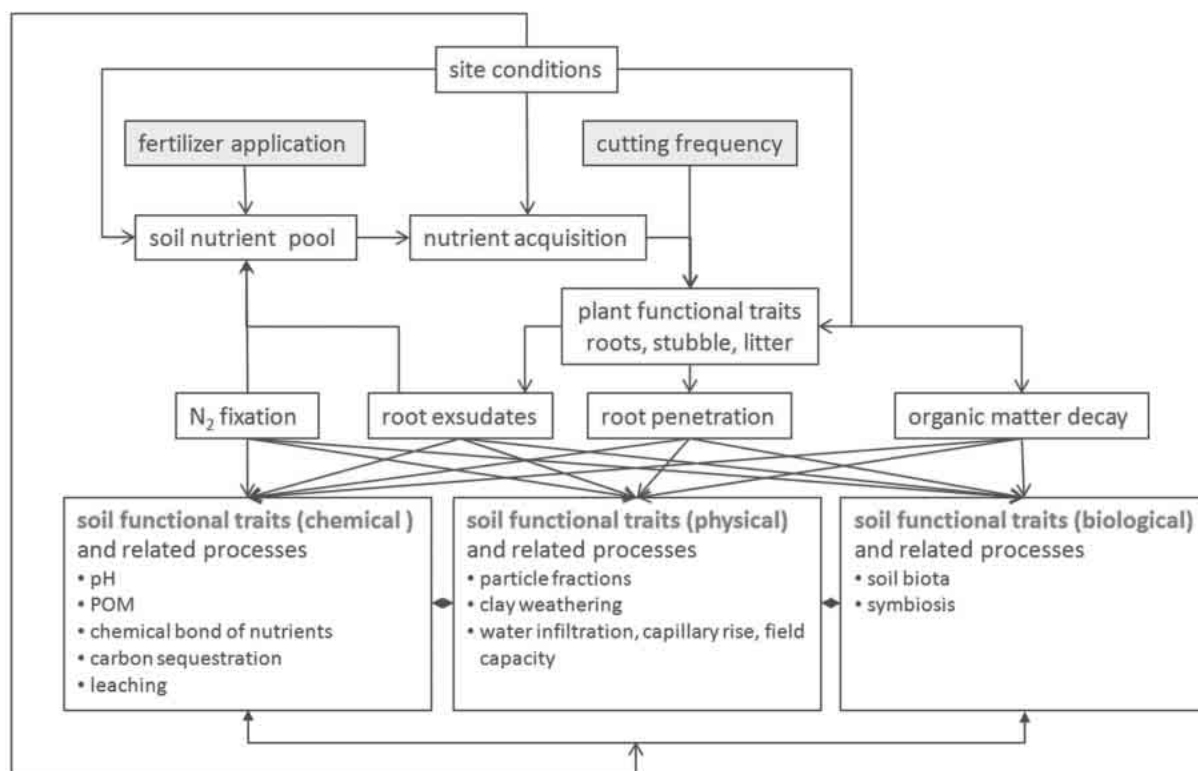


Figure 3: Relationships between functional traits and processes in soil as affected by cutting frequency and fertilization. The following processes are considered as most relevant, (i) the release of exudates from roots influencing soil pH and availability of nutrients (mainly P), (ii) root penetration into the soil modifying pore volume, macropore and bulk density as well as water infiltration and surface runoff, (iii) decomposition of soil organic matter strongly determining soil biota and nutrient turnover, (iv) symbiotic fixation of atmospheric N₂.

Conclusions

In this presentation we tried to highlight some functional relationships between organisms and biotic and abiotic environmental conditions on grassland with respect to the ES provided. Since the “functional approach” has developed in ecology, grassland science in agriculture has rarely considered the theory and also not often conducted respective experiments. However, it is clear that plant functions ever have been in the centre of agronomic science, but the link to properties, processes, functions and services *sensu* MEA are still less developed. We therefore vote for a strong interdisciplinary research, where all disciplines that can contribute to a better understanding of functions in the entire system, get more involved. It is interesting to see how far such interdisciplinary research has already developed elsewhere. For instance, ecologists and soil scientists worked out research approaches for studies where remote sensing and geographic information systems are used to detect properties of plant communities and soil, allowing the identification of traits that are linked to processes and ES (Barrios, 2007; Wenzel, 2013). From decades long remote sensing research it becomes clear, that such links can only be provided if functionalities are understood that explain the role of organisms in a mechanistic rather than in an empirical way. Moreover, a transition of the functional trait approach to soil and animal science requires more attention. The term ‘soil functional trait’ is rarely used although many soil-plant interactions can precisely be addressed. Nearly no attention has the term “animal traits” received in relation to functional ecology and grassland science. This is surprising as the grazing animal is an inherent part of the grassland system. We can, for instance, imagine that different func-

tional traits of mouth and hoof of grazers on the one hand as well as grazing preferences and sward damage on the other are interrelated. The key question is if we can be successful in predicting organisms' interaction and performance in the very complex environment of grassland based on an approach that follows functional ecology.

References

- BARDGETT, R.D., AND COOK, R. (1998): Functional aspects of soil animal diversity in agricultural grasslands. *Applied Soil Ecology*, 263-276.
- BATARY P., A. HOLZSCHUH, K. M. ORCI, F. SAMU AND TSCHARNTKE, T. (2012): Responses of plants, insect and spider biodiversity to local and landscape scale management intensity in cereal crops and grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 146: 130-136.
- BARRIOS, E. (2007): Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological Economics*, 64, 269-285.
- BJÖRKLUND, J., LIMBURG, K.E. AND RYDBERG, T. (1999): Impact of production intensity on the ability of the agricultural landscape to generate ecosystem services: an example from Sweden. *Ecological Economics* 29 (2), 269-291.
- BENAYAS, J. R., MARTINS, A., NICOLAU, J. M. AND SCHULZ, J. J. (2007): Abandonment of agricultural land: an overview of drivers and consequences. *CAB reviews: perspectives in agriculture, veterinary science, nutrition and natural resources*, 2(57), 1-14.
- BOHNER, A. UND STARLINGER, F. (2012): Auswirkungen einer Nutzungsaufgabe auf die Artenzusammensetzung und Pflanzenartenvielfalt im Grünland. Bericht zum 17. Alpenländischen Expertenforum „Bedeutung und Nutzung von Extensivgrünland“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 29-36.
- BLUME, H.-P., STAHR, K. UND LEINWEBER, P. (2011): *Bodenkundliches Praktikum*, 3. Aufl. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 255 S.
- CERNUSCA, A., BAHN, M., CHEMINI, C., GRABER, W., SIEGWOLF, R., TAPPEINER, U. AND TENHUNEN, J. (1998): ECOMONT: a combined approach of field measurements and process-based modelling for assessing effects of land-use changes in mountain landscapes. *Ecological modelling*, 113: 167-178.
- CERNUSCA A., BAHN M., BERNINGER F., TAPPEINER U. AND WOHLFAHRT, G. (2008): Effects of land-use changes on sources, sinks and fluxes of carbon in European mountain grasslands. *Ecosystems*. 2008;11:1335–1337.
- CHAPIN, F.S., WALKER, B.H., HOBBS, R.J., HOOPER, D.U., LAWTON, J.H., SALA, O.E. AND TILMAN, D. (1997): Biotic control over the functioning of ecosystems. *Science* 277 (5325), 500-504.
- CONANT, R.T., PAUSTIAN, K. AND ELLIOTT, E.T. (2001): Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecological Applications* 11 (2), 343-355.
- CORNELISSEN, CORNELISSEN J.H.C., LAVOREL S. AND GARNIER E. (2003): A handbook of protocols for standardized and easy measurements of plant functional traits worldwide. *Annals of Botany*, 51, 335–380.
- CRAINE, J., TILMAN, D., WEDIN, D., REICH, P., TJOELKER AND KNOPS, J. M. (2002): Functional traits, productivity and effects on nitrogen cycling of 33 grassland species. *Functional Ecology* 16 (5), 563-574.
- DE DEYN, G.B., CORNELISSEN, J.H. AND BARDGETT, R.D. (2008): Plant functional traits and soil carbon sequestration in contrasting biomes. *Ecology Letters* 11 (5), 516-531.
- DE GROOT, R.S., WILSON, M.A., BOUMAN, R.M.J., (2002): A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 393-408.
- DE GROOT R, ET AL. (2010): Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations*, ed Kumar P (Earthscan, Oxford, UK), pp 9–40.
- DIAZ, S. AND CABIDO, M. (2001): Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution* 16 (11), 646-655.
- DURU, M., ADAM, M., CRUZ, P., MARTIN, G., ANSQUER, P., DUCOURTIEUX, C., JOUANY, C., THEAU, J.P. AND VIEGAS, J. (2009): Modelling above-ground herbage mass for a wide range of grassland community types. *Ecological Modelling* 220 (2), 209-225.

- EYRE, M.D., M. L. LUFF, S.P. RUSHTON AND TOPPING, C.J. (1989): Ground beetles and weevils (Carabidae and Curculionidae) as indicators of grassland management practices. *Journal of Applied Entomology* 107, 508-517.
- FISHER, B., TURNER, R. K. AND MORLING, P. (2009): Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological economics*, 68(3), 643-653.
- FOHRER, N., HAVERKAMP, S., ECKHARDT, K. AND FREDE, H.G. (2001): Hydrologic Response to land use changes on the catchment scale. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere* 26 (7–8), 577-582.
- GAISER, T., PERKONS, U., KÜPPER, P.M., KAUTZ, T., EWERT, F., ENDERS, A. AND KRAUSS, G. (2012): Modeling biopore effect on roots at the field scale in soils with pronounced sub-soil clay accumulation. *Ecological Modeling*, 256, 6-15.
- GIBON, A. (2005): Managing grassland for production, the environment and the landscape. Challenges at the farm and the landscape level. *Livestock Production Science* 96 (1), 11-31.
- GILMANOV, T.G., SOUSSANA, J.E., AIRES, L., ALLARD, V., AMMANN, C., BALZAROLO, M., BARCZA, Z., BERNHOFER, C., CAMPBELL, C.L., CERNUSCA, A., CESCATTI, A., CLIFTON-BROWN, J., DIRKS, B.O.M., DORE, S., EUGSTER, W., FUHRER, J., GIMENO, C., GRUENWALD, T., HASZPRA, L., HENSEN, A., IBROM, A., JACOBS, A.F.G., JONES, M.B., LANIGAN, G., LAURILA, T., LOHILA, A., MANCA, G., MARCOLLA, B., NAGY, Z., PILEGAARD, K., PINTER, K., PIO, C., RASCHI, A., ROGIERS, N., SANZ, M.J., STEFANI, P., SUTTON, M., TUBA, Z., VALENTINI, R., WILLIAMS, M.L. AND WOHLFAHRT, G. (2007): Partitioning European grassland net ecosystem CO₂ exchange into gross primary productivity and ecosystem respiration using light response function analysis. *Agriculture Ecosystems & Environment* 121 (1-2), 93-120.
- GOERING, H. AND VAN SOEST, P.J. (1970): Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications), US Agricultural Research Service Washington, DC.
- GRIME, J. (1977): Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist*, 1169-1194.
- HARTNETT, D.C. AND WILSON, G.W. (2002): The role of mycorrhizas in plant community structure and dynamics: lessons from grasslands. In: *Diversity and Integration in Mycorrhizas*, Springer, 319-331.
- HEDLEY, M.J., J.W.B. STEWART AND CHAUHAN, B.S. (1982): Changes in organic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and laboratory incubations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46: 970–976.
- HOOPER, D., CHAPIN III, F., EWEL, J., HECTOR, A., INCHAUSTI, P., LAVOREL, S., LAWTON, J., LODGE, D., LOREAU, M. AND NAEEM, S. (2005): Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological monographs* 75 (1), 3-35.
- HOPKINS, A. (2009): Relevance and functionality of semi-natural grassland in Europe – status quo and future prospective. SALVERE - Semi-natural grassland as a source of biodiversity improvement, Gumpenstein, AREC Raumberg-Gumpenstein, May 26-27, 2009, 9-14.
- HUYGHE, C., BAUMONT, R. AND ISSELSTEIN, J. (2008): Plant diversity in grasslands and feed quality. 22nd General Meeting of the European Grassland Federation (EGF): "Biodiversity and animal feed: future challenges for grassland production", Uppsala, Sweden, *Grassland Science in Europe*, 13, June 9-12, 2008, 375-386.
- HUYGHE, C., LITRICO, I. AND SURAULT, F. (2012): Agronomic value and provisioning services of multi-species swards. 24th General Meeting of the European Grassland Federation (EGF): "Grassland - a European resource?", Lublin, Poland, *Grassland Science in Europe*, 17, June 3-7, 2012, 35-46.
- ISELL, F., CALCAGNO, V., HECTOR, A., CONNOLLY, J., HARPOLE, W.S., REICH, P.B., SCHERER-LORENZEN, M., SCHMID, B., TILMAN, D. AND VAN RUIJVEN, J. (2011): High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. *Nature* 477 (7363), 199-202.
- JANSSENS, I.A., FREIBAUER, A., SCHLAMADINGER, B., CEULEMANS, R., CIAIS, P., DOLMAN, A.J., HEIMANN, M., NABUURS, G.-J., SMITH, P., VALENTINI, R. AND SCHULZE, E.-D. (2005): The carbon budget of terrestrial ecosystems at country-scale – a European case study. *Biogeosciences* 2 (1), 15-26.
- JASTROW, J.D. (1996): Soil aggregate formation and the accrual of particulate and mineral-associated organic matter *Soil Biology and Biochemistry*, 28 (4-5), p.665-676.
- JOHNSON, D., VANDENKOORNHUYSE, P.J., LEAKE, J.R., GILBERT, L., BOOTH, R.E., GRIME, J.P., YOUNG, J.P.W. AND READ, D.J. (2004): Plant communities affect arbuscular mycorrhizal fungal diversity and community composition in grassland microcosms. *New Phytologist* 161 (2), 503-515.
- JONES, M. B. AND DONNELLY, A. (2004): Carbon sequestration in temperate grassland ecosystems and the influence of management, climate and elevated CO₂. *New Phytologist*. 3:423–439.

- KEMPER W. D. AND CHEPIL W. S. (1965): Size distribution of aggregates. In *Methods of Soil Analysis. Part 1* (C. A. Black, Ed.), pp. 499-510. American Society of Agronomy, Madison.
- KLEIJN, D. AND BALDI, A. (2005): Effects of Set-Aside Land on Farmland Biodiversity: Comments on Van Buskirk and Willi. *Conservation Biology* 19 (3), 963-966.
- LEHMANN, B. (2009): Grassland beyond conventional food markets - economic value of multifunctional grassland: an analytical framework as contribution from agricultural economics. 15th International Occasional Symposium of the European Grassland Federation (EGF): "Alternative functions of grassland", Brno, Grassland Science in Europe, 14, September 7-9, 2009, 25-36.
- MACDONALD, D., CRABTREE, J.R., WIESINGER, G., DAX, T., STAMOU, N., FLEURY, P., GUTIERREZ LAZPITA, J. AND GIBON, A. (2000): Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response. *Journal of Environmental Management* 59 (1), 47-69.
- MEA (2005): *Ecosystems and human well-being*, Island Press Washington, DC, 86 pp.
- MENKE, K.H., RAAB, L., SALEWSKI, A., STEINGASS, H., FRITZ, D. AND SCHNEIDER, W. (1979): The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *The Journal of Agricultural Science* 93 (01), 217-222.
- NELSON, E., MENDOZA, G., REGETZ, J., POLASKY, S., TALLIS, H., CAMERON, D., CHAN, K.M., DAILY, G.C., GOLDSTEIN, J. AND KAREIVA, P.M. (2009): Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7 (1), 4-11.
- NIEDRIST, G., E. TASSER, C. LÜTH, J. DALLA VIA AND TAPPEINER, U. (2009): Plant diversity declines with recent land use changes in European Alps. *Plant Ecology* 202, 195-210.
- PETTER, M., S. MOONEY, S.M. MAYNARD, A. DAVIDSON, M. COX AND HOROSAK, I. (2012): A methodology to map ecosystem functions to support ecosystem services assessment. *Ecology and Society* 18 (1): 31. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05260-18131>.
- PETRI, M., BATELLO, C., VILLANI, R. AND NACHTERGAELE, F. (2010): Carbon status and carbon sequestration potential in the world's grasslands. Integrated Crop Management "Grassland carbon sequestration: management, policy and economics". Proceedings of the Workshop on the role of grassland carbon sequestration in the mitigation of climate change, Rome, FAO, 11, April, 2009, 19-31.
- PÖTSCH, E.M., BLASCHKA, A. AND RESCH, R. (2005): Impact of different management systems and location parameters on floristic diversity of mountainous grassland. 13th International Occasional Symposium of the European Grassland Federation (EGF): "Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity", Tartu, Estonia, Grassland Science in Europe, 10, 315-318.
- RENTING, H., ROSSING, W., GROOT, J., VAN DER PLOEG, J., LAURENT, C., PERRAUD, D., STOBBELAAR, D.J. AND VAN ITTERSUM, M. (2009): Exploring multifunctional agriculture. A review of conceptual approaches and prospects for an integrative transitional framework. *Journal of Environmental Management* 90, 112-123.
- SANDERSON, M.A. (2010): Stability of production and plant species diversity in managed grasslands: A retrospective study. *Basic and Applied Ecology* 11 (3), 216-224.
- SHELLBERG, J. AND PONTES, L.D.S. (2012): Plant functional traits and nutrient gradients on grassland. *Grass and Forage Science* 67 (3), 305-319.
- SCOZZAFAVA, S. AND DE SANCTIS, A. (2006): Exploring the effects of land abandonment on habitat structures and on habitat suitability for three passerine species in a highland area of Central Italy. *Landscape and Urban Planning* 75 (1-2), 23-33.
- SEKERCIOGLU, C. H. (2010): Ecosystem functions and services. *Conservation biology for all*, 45-72.
- SOUTHWORTH, D. (2012): *Biocomplexity of plant-fungal interactions*, John Wiley & Sons. 220pp.
- STOBBELAAR, D.J., GROOT, J.C., MAKOWSKI, D. AND TICHIT, M. (2009): Multifunctional agriculture—from farm diagnosis to farm design and institutional innovation. *Journal of Environmental Management* 90, 109-111.
- SUN, Y., CHENG, Q., LIN, J., SHELLBERG, J. AND SCHULZE-LAMMERS, P. (2013): Map-based investigation of soil physical properties and yield response in a grassland field using a dual-sensor penetrometer and EM-38. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 176 (2), 209-216.
- TIESSEN, H. AND MOIR, J.O. (2008): Characterization of available P by sequential extraction. In: Carter, M. R. and E.G. Gregorich (eds.): *Soil sampling and methods of analysis* (2nd Edition). CRC Press, Boca Raton. 293-306.

- TILLEY, J.M.A. AND TERRY, R.A. (1963): A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Science* 18 (2), 104-111.
- VAN DER HEIJDEN, M.G., KLIRONOMOS, J.N., URSIC, M., MOUTOGLIS, P., STREITWOLF-ENGEL, R., BOLLER, T., WIEMKEN, A. AND SANDERS, I.R (1998): Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature* 396 (6706), 69-72.
- VAN EEKEREN, N. (2010): Grassland management, soil biota and ecosystem services in sandy soils. Doctoral Thesis, Wageningen University, Department of Soil Quality, Wageningen, 264 pp.
- VAN OUDENHOVEN, A.P., PETZ, K., ALKEMADE, R., HEIN, L. AND DE GROOT, R.S. (2012): Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. *Ecological Indicators* 21, 110-122.
- VLEESHOUWERS, L.M. AND VERHAGEN, A. (2002): Carbon emission and sequestration by agricultural land use: a model study for Europe. *Global Change Biology* 8 (6), 519-530.
- WENZEL, W. (2013): Funktionen des Phosphors im Ökosystem. Bericht zum 18. Alpenländischen Expertenforum „Phosphor im Grünlandbetrieb – Bedeutung und aktuelle Problembereiche“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 1-4.
- WOHLFAHRT, G., HÖRTNAGL, L. AND HAMMERLE, A. (2009): Grünland – Senke oder Quelle für Kohlendioxid: empirische Befunde und Modellanalysen. 4. Klimaseminar, Gumpenstein, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 10. September 2009, 29-34.
- WRIGHT, I.J., REICH, P.B., WESTOBY, M., ET AL., (2004): The worldwide leaf economics spectrum. *Nature* 428, 821-827.
- ZALLER, J. (2012): Grünlandfauna im Extensiv- und Intensivgrünland. Bericht zum 17. Alpenländischen Expertenforum „Bedeutung und Nutzung von Extensivgrünland“, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 43-50.
- ZANDER, P., KNIERIM, A., GROOT, J.C. AND ROSSING, W.A. (2007): Multifunctionality of agriculture: tools and methods for impact assessment and valuation. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 120 (1), 1-4.

Untersuchungsergebnisse zur standort- und bestandesdifferenzierten Grünlandbewirtschaftung in Thüringen

H. Hochberg und D. Zopf

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft,
Naumburger Straße 98, 07743 Jena

hans.hochberg@tll.thueringen.de

Einleitung und Problemstellung

Das Dauergrünland Thüringens nimmt ca. 21 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) ein (167.383 ha, TLS 2013). Es lässt sich entsprechend der Standort-/ Pflanzenbestands- und Nutzungsdifferenzierung in drei Funktionstypen gliedern (Abb. 1).



Abbildung 1: Funktionstypen des Dauergrünlandes in Thüringen

Die Bewirtschaftung des Dauergrünlands ist seit den 1990er Jahren durch eine ungewöhnlich starke Extensivierung mit hohem Flächenanteil gekennzeichnet. Diese Entwicklung wird seit 1993 vom Freistaat Thüringen mit dem Agrarumweltprogramm „KULAP“ begleitet.

Die Auswirkungen unterschiedlicher Wirtschaftsweisen unter den Standortbedingungen Thüringens auf Pflanzenbestand, Ertrag, Futterqualität und Nährstoffversorgung des Bodens sind seit Beginn der 1990er Jahre in Begleituntersuchungen mit Parzellen-Dauerversuchen auf repräsentativen Grünlandstandorten sowie auf geförderten Wiesen und Weiden in Form eines Landesmonitoring festgestellt worden.

Rahmenbedingungen - Standorte, Pflanzenbestände, Bewirtschaftung

Das Dauergrünland ist aufgrund der ausgeprägten Standortdifferenzierung in Thüringen räumlich sehr unterschiedlich verteilt. Das Altenburger Land sowie das Erfurter Becken einschließlich des nordwestlichen Hügellandes sind grünlandarme Gebiete (5 bis 10% LF). In den Vorgebirgslagen schwankt der Grünlandanteil zwischen 15 und 25% der LF. Die Gebiete im Südwesten Thüringens einschließlich der Mittelgebirge sind grünlandreich (40 bis 55% LF).

Bezogen auf die Naturräume befinden sich zwei Drittel auf trockenen Standorten in den Ackerhügel-, Muschelkalk- und Bundsandsteinbergländern sowie im Zechsteingürtel.

Knapp ein Drittel des Grünlandes entfällt auf die Bergstandorte (ab 450 m ü. NN) in der Rhön, im Thüringer Wald, Thüringer Schiefergebirge und Südharz.

Fast 60% der Feldstücken sind zum Teil stark geneigt (über 25% Hangneigung). Etwa 10% des Thüringer Grünlandes liegen in Steilhangbereichen mit über 25% Hangneigung. Die durchschnittliche Feldstücksgröße beträgt 2,5 ha. Zwei Drittel aller Feldstücke sind kleiner

als 2 ha; nehmen aber nur ein Fünftel des Grünlandes ein. Ein Drittel des Grünlandes besteht aus Feldstücken, die größer als 10 ha sind.

Das Dauergrünland setzt sich zu zwei Dritteln aus standorttypischen Pflanzengesellschaften und zu einem Drittel aus relativ artenarmen Beständen zusammen. Die Vielfalt der Pflanzenbestandstypen erstreckt sich von den Trocken-/ Halbtrockenrasen und Salbei-Glatthaferwiesen auf den Muschelkalkbergländern, den Magerwiesen/-weiden (z.B. Rotschwengel-Straußgraswiese, Borstgrasrasen) auf bodensauren Standorten, verschiedene Feucht- und Nasswiesengesellschaften über die Grünlandgesellschaften frischer und nährstoffreicher Standorte (Fuchsschwanz-, Glatthaferwiesen, Weidelgrasweiden), Bergwiesen (Goldhaferwiese) bis hin zu den Mähweiden und dem Ansaatgrünland.

Die mittlere Artenzahl naturschutzfachlich wertvoller Gefäßpflanzenarten bewegt sich auf den ökologisch bzw. extensiv bewirtschafteten Flächen unter 15 Arten (Abb. 2).

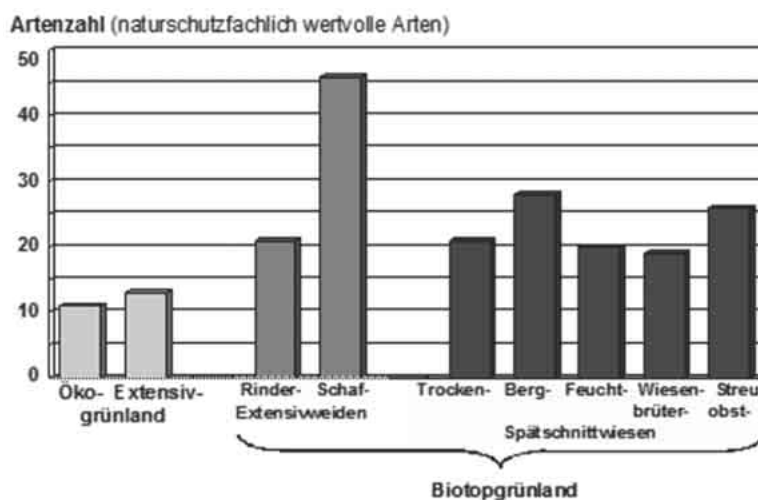


Abbildung 2: Artenvielfalt des Dauergrünlandes in Thüringen (Hochberg et al., 2008)

Das Biotopgrünland ist demgegenüber wesentlich artenreicher ausgestattet. Die artenreichsten Dauergrünland-Pflanzenbestandstypen befinden sich auf den mit Schafen gepflegten Hutungen/ Weiden (fast 50 Arten). Die extensiven Rinderweiden weisen eine den meisten Spätschnittwiesentypen vergleichbare Artenvielfalt auf. Unter den Spätschnittwiesen sind die Bergwiesen und Streuobstwiesen artenreicher als die Wiesen auf trockenem bzw. nassem Standort.

Die Bewirtschaftung des Dauergrünlandes erfolgt entsprechend der standörtlichen und agrarstrukturellen Bedingungen sehr unterschiedlich (Abb. 3).

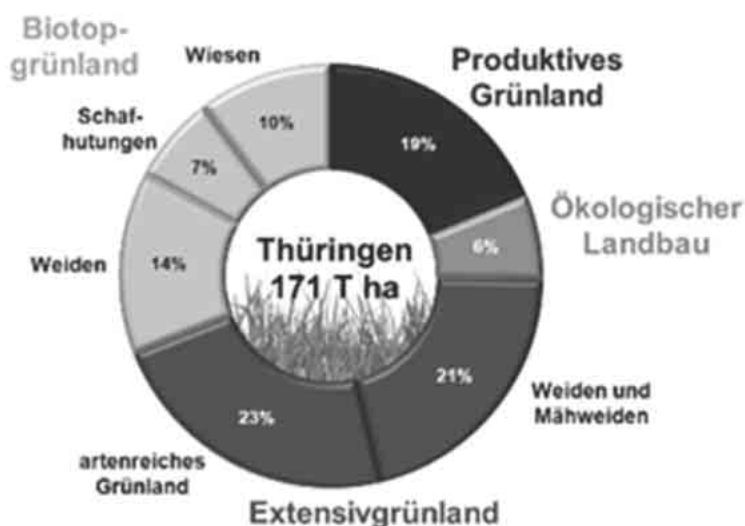


Abbildung 3: Flächenanteil der Funktionstypen des Dauergrünlandes in Thüringen (2010)

Drei Viertel des Dauergrünlandes unterliegen einer extensiven bzw. naturschutzkonformen Bewirtschaftung. Auf diesem Grünland überwiegt die Nutzung mit Weidetieren. Nur ein Fünftel befindet sich auf produktiven Standorten.

Auf 6% des Dauergrünlandes erfolgt die Bewirtschaftung nach den Richtlinien des ökologischen Landbaues in Betrieben mit Gesamtbetriebsumstellung.

Auf 80 Prozent des Extensivgrünlandes ist langjährig keine P/K-Grunddüngung erfolgt und auf ca. zwei Drittel sind maximal 60 kg N/ha und Jahr gedüngt worden. Eine Kalkung auf kalkbedürftigen, produktiven Standorten hat seit Beginn der 1990er Jahre im Wesentlichen nicht mehr stattgefunden. Die Folge ist eine massive Unterversorgung der Böden des Extensivgrünlandes (Flächenanteil Gehaltsklasse A+B: pH-Wert 24%, P: 65%, K: 39%). Das Biotopgrünland hat, mit Ausnahme der Weidetierexkrememente, seit Anfang der 1990er Jahre keine Nährstoffzufuhr erhalten.

Die Weidenutzung mit Mutterkühen ist von herausragender Bedeutung für die Bewirtschaftung des Extensiv- und vor allem des Biotopgrünlandes, insbesondere in den grünlandreichen Gebieten. Die Pflege der Mager-/ Halbtrockenrasen erfolgt traditionell mit Schafen/ Ziegen in Form der Hütehaltung. Durch stetigen Rückgang der Schafbestände werden bereits über 40% dieser Flächen mit Mutterkühen genutzt. Fast ein Drittel der vom Dauergrünland anfallenden Biomasse wird in der Milchviehhaltung überwiegend als Konservatfutter eingesetzt.

Material und Methoden

Die Untersuchungen zur konventionellen, extensiven sowie naturschutzkonformen Grünlandbewirtschaftung wurden in Form von Parzellenversuchen mit 4 Wiederholungen für die Wiesenutzung der wichtigsten Pflanzenbestandstypen Thüringens durchgeführt.

Die Versuchsstandorte repräsentieren die wichtigsten Naturräume, so dass die Ergebnisse drei Anbaugebieten (AG) zugeordnet werden können (Abb. 4).

Die Ertragsfeststellung erfolgte durch Probemahd und die Laboruntersuchungen sind mit VDLUFA-Standardmethoden durchgeführt worden.



Abbildung 4: Anbaugebiete (AG) und Versuchsstandorte

Ergebnisse und Diskussion

Produktives Dauergrünland

Grunddüngung

Für die Erarbeitung von Beratungsmaterial zur effizienten P- und K-Düngung beteiligt sich Thüringen mit drei Standorten an statischen Ringversuchen zur P- bzw. K-Düngung (jeweils 8 Standorte) in Thüringen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg (Tab. 1).

Tabelle 1: Düngungsvarianten der Ringversuche

Düngungsvariante	P-Versuch	K-Versuch
Ohne	0	0
Reduzierter Entzug	0,5*Entzug	0,7*Entzug
Entzug	1,0*Entzug	1,0*Entzug
Düngezuschlag	1,5*Entzug	1,3*Entzug

Die Zufuhr des jeweiligen Komplementärnährstoffes K bzw. P erfolgt nach dem Entzug. Die Pflanzenbestände werden standortspezifisch mit ökonomisch optimalen N-Mengen gedüngt. Als Dünger kamen Kalkammonsalpeter, Triplesuperphosphat und 60er Kali zum Einsatz.

Anhand der inzwischen 16-jährigen Versuchsergebnisse lässt sich zusammenfassen:

- Eine standortdifferenzierte auf 50% des P-Entzuges und 70 % des K-Entzuges reduzierte Grunddüngung erfüllt die Ansprüche hinsichtlich Ertrag, Futterqualität und Pflanzenbestand an eine effiziente Grünlanddüngung. Bei Kenntnis des Jahresertrages an Trockenmasse kann mit Unterstellung von 0,3 % P/kg TM bzw. 2 % K/kg TM der konkrete Nährstoffbedarf berechnet werden. Bei nachhaltig optimaler N-Düngung sind 25 bis 30 kg P/ha/a erforderlich. Die Höhe der K-Düngung entspricht weitgehend der des Düngerstickstoffs, so dass je nach Standort K-Mengen von 110 kg K/ha/a (Schiefergebirge) über 200 kg K/ha/a (Muschelkalkstandort) bis zu 250 kg K/ha/a (Flussaue) notwendig sind.
- Verzicht auf P- und insbesondere auf K-Düngung führt nach Ausschöpfung der Bodenvorräte zu einer Verschlechterung der Pflanzenbestände, zur Minderung des Ertrages und vor allem der Futterqualität.
- Eine Aufdüngung (Gehaltsklasse C erreichen) extensivierungsbedingt unterversorgter Standorte, die ein geringes Nachlieferungsvermögen aufweisen, ist selbst nach 16 Jahren nicht erreicht worden.
- Regelmäßige, jährliche Grunddüngung ist auf Dauergrünland Grundvoraussetzung für nachhaltiges Wirtschaften (Tab. 2).

Tabelle 2: Empfehlung zur P- und K-Grunddüngung des Mineralbodengrünlandes (3 bis 4 Schnitte/ Jahr)

Standort	P	K
	kg/ha/Jahr	
Auenlehm (L-T), > 750 mm/Jahr	30	250
Vorgebirgslage Muschelkalk (L-T), 550 mm/Jahr	30	200
Mittelgebirgslage Schieferschuttbraunerde (uL), > 800 mm/Jahr	25	110

Stickstoffdüngung

Auf der Grundlage von klassischen N-Steigerungsversuchen können nachhaltig optimale Stickstoffaufwandmengen für ausgewählte Grünlandtypen abgeleitet werden. Diese optimalen N-Mengen ergeben sich aus einem Differentialertrag von 12 kg TM/ kg N. Dieser resultiert aus der 1. Ableitung einer Regressionsfunktion (Abb. 5).

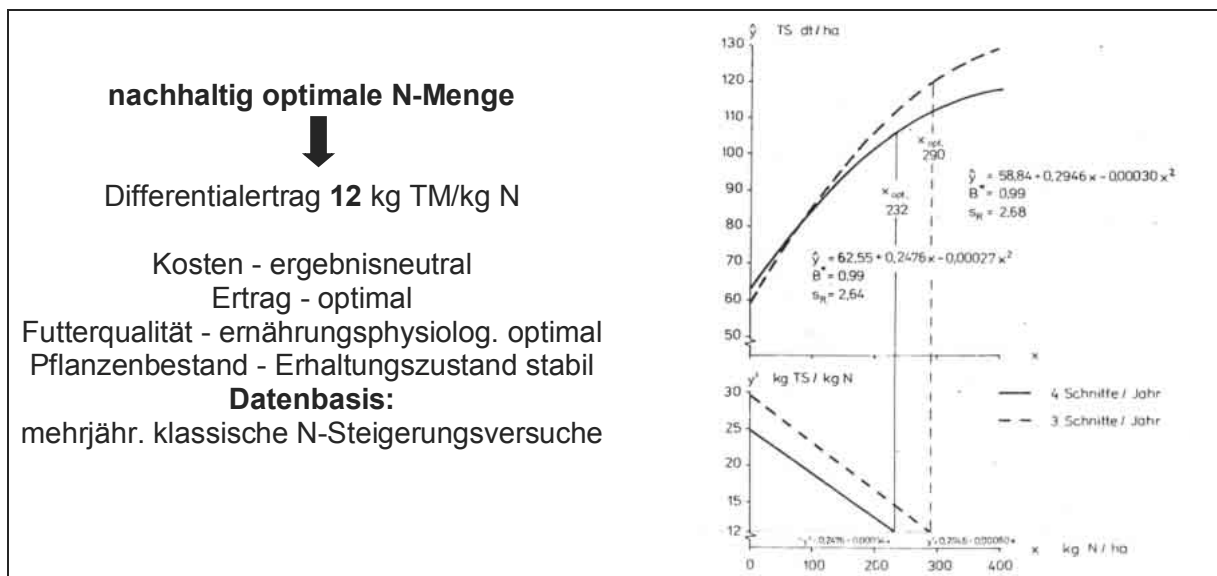


Abbildung 5: Ableitung der nachhaltig optimalen N-Menge

Die Ertragswirksamkeit der N-Düngung auf Dauergrünland ist höchst unterschiedlich. Sie hängt ab vom Grünland-Pflanzenbestandstyp, Standort (Boden, Nährstoff-/ Wasserversorgung), Witterungsverlauf in der Vegetationsperiode (vor allem im Sommer), Nutzungssystem (höchste N-Wirksamkeit bei Spätschnitt, bes. im Mittelgebirge), Aufwuchs (Ertragswirksamkeit vor allem in der zweiten Vegetationshälfte deutlich geringer). Dabei wirken alle Einflussfaktoren im Komplex. Die optimalen N-Mengen gewährleisten einen wirtschaftlichen Ertrag. Die Futterqualität ist maßgeblich vom Nutzungszeitpunkt abhängig. In Tabelle 3 ist die Empfehlung zur nachhaltig optimalen N-Düngung des produktiven Grünlandes der Niederungsstandorte sowie der Vor- und Mittelgebirgslagen zusammengestellt.

Tabelle 3: Empfehlungen zur N-Düngung der einzelnen Aufwüchse in Abhängigkeit vom Standort und der Nutzungshäufigkeit

Standort	Anzahl Nutzungen	N-Menge (kg/ha) pro Aufwuchs			
		I.	II.	III.	IV.
Vorgebirgslage	4	50	60	60	50
	3	80	75	75	-
Mittelgebirgslage	4	50	50	40	40
	3	75	70	55	-
Auenstandorte	4	70	60	60	40
	3	80	90	80	-

Nutzungssysteme

Der Futterwert wird in erster Linie vom Nutzungszeitpunkt und nicht vom Düngungsniveau beeinflusst. Die Rohfaserentwicklung im Frühlingsaufwuchs am Beispiel einer Mähweide auf frischem Standort (Abb. 6) zeigt, dass die optimale Nutzungszeitspanne in günstigen Jahren bereits Ende April einsetzt und Anfang Mai enden kann, während in Jahren mit spätem Vegetationsbeginn und / oder kühler Frühjahrswitterung sie erst um den 20. Mai beginnt und auch nur bis Ende Mai dauert. Dementsprechend kann der optimale Nutzungszeitpunkt im Frühjahr sich je nach Witterungsverlauf in einem Bereich von 4 Wochen bewegen. Aus der Entwicklung des Rohfasergehaltes lässt sich die optimale Nutzungszeitspanne für den 1. Aufwuchs ableiten. Typisch sind generell kurze Nutzungszeitspannen im Frühjahr.

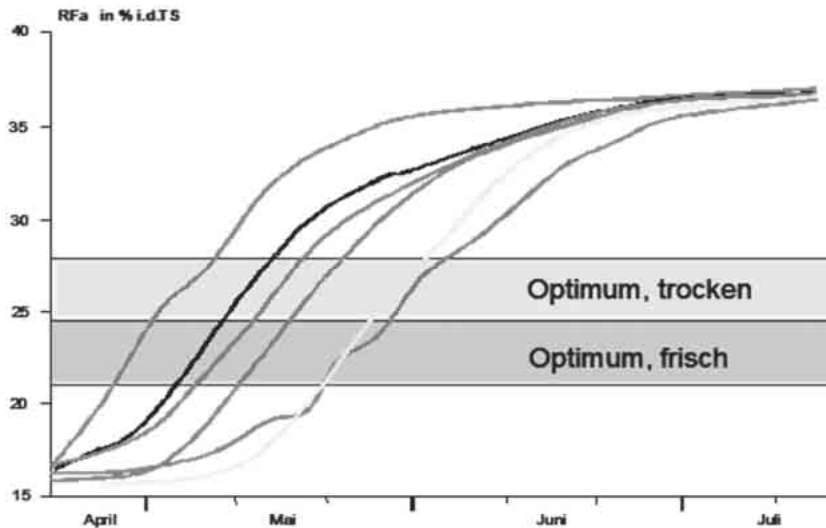


Abbildung 6: Rohfaserentwicklung einer Mähweide im Thüringer Schiefergebirge, Frühjahrsaufwuchs (6 Versuchsjahre)

Mit der Verzögerung des Erntetermins im ersten Aufwuchs geht ein charakteristischer Anstieg des Rohfasergehaltes bei gleichzeitigem Abfall des Rohproteingehaltes einher (Abb. 7). Bei den Dauergrünlandtypen treten in der Entwicklung des Rohfasergehaltes deutliche Differenzierungen in Abhängigkeit von der Höhenlage auf. In der Aue (Alopecuretum) bzw. Vorgebirgslage (Arrhenatheretum) wird der ernährungsphysiologisch Optimalbereich (21-24 % XF i.d TS) 10 Tage früher als im Mittelgebirge (Trisetetum) erreicht und der Rohproteingehalt liegt bei verzögertem Schnitt bereits deutlich unter 16 % i.d TS. Bei regionaltypischem Nutzungstermin wird dieser Bereich von den Dauergrünlandtypen der Aue bzw. Vorgebirgslage deutlich überschritten. Der Wiesenschwingel-/ Lieschgras typ weist in der Mittelgebirgslage zwar zeitlich versetzt, eine der Fuchsschwanzwiese vergleichbare Entwicklung auf. Bei Heuschnitt wird unabhängig vom Typ ca. 32 % XF i.d TS erreicht und Rohprotein liegt deutlich unter 10 % XP i.d TS.

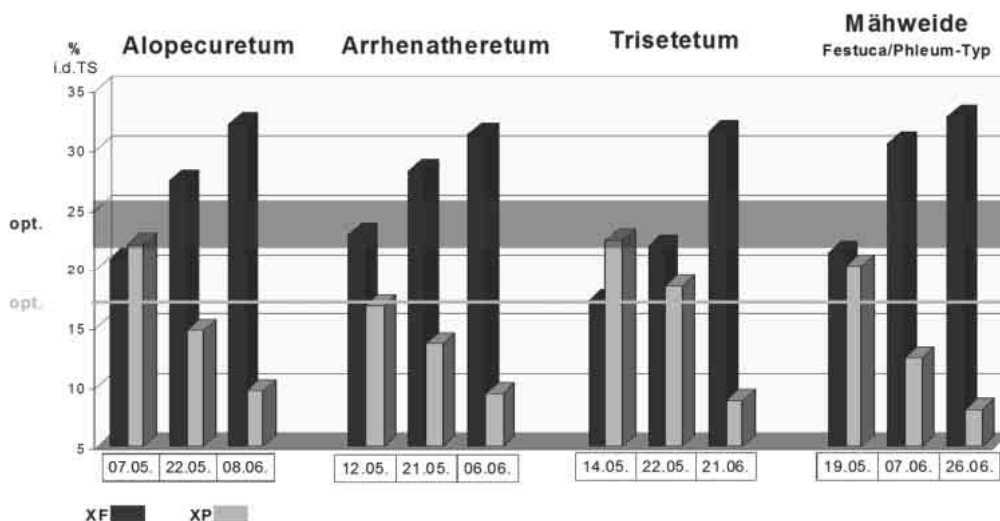


Abbildung 7: Rohfaser- und Rohproteingehalt im 1. Aufwuchs typischer Grünlandgesellschaften in Thüringen in Abhängigkeit vom Nutzungstermin

Die Gehalte an Mengen- und Spurenelementen sind bestandesabhängig und zeigen in Abhängigkeit vom Nutzungstermin elementspezifische Entwicklungen. So nehmen die Gehalte an Phosphor, Kalium und Magnesium mit der Verzögerung des Nutzungstermins kontinuierlich ab.

lich ab, während bei Kalzium keine nennenswerten Veränderungen zu verzeichnen sind. Der P-Gehalt im Futter erreicht bei früher Nutzung den für die Milchkuhfütterung empfohlenen Richtwert und weist bei Spätschnitt nur noch geringe Gehalte auf. Andererseits wird der Richtwert weder bei Kalium noch bei Magnesium oder Kalzium unterschritten. Das gilt auch für Mangan und Eisen. Bei Kupfer und Zink ist ein kontinuierlicher Rückgang in Abhängigkeit vom Nutzungstermin zu verzeichnen. Während bei Kupfer zum frühen Nutzungstermin der Richtwert annähernd erreicht wird, ist dies bei Zink nie möglich. Spätschnitt weist generell sehr niedrige Gehalte auf, wobei diese bei Kupfer auf Verwitterungsböden (Muschelkalk, Schiefer) besonders deutlich ausfallen und bei Zink treten die niedrigsten Werte auf dem Auen- bzw. Vorgebirgsstandort auf. Aus langjährigen Untersuchungen lassen sich Richtwerte für Ertrag und ausgewählte Qualitätsmerkmale für die repräsentativen Bestandestypen des produktiven Grünlandes in Thüringen ableiten (Tab. 4).

Tabelle 4: Ertrags- und Qualitätsrichtwerte für produktives Grünland in Thüringen

Grünlandtyp	Anzahl Nutzung	Erntetermin 1. Aufw.	TM-Ertrag brutto (dt/ha/a)	NEL (MJ/kg TM)	ELOS XF XP		
					1. Aufwuchs (%)	(% i.d. TS)	
Alopecuretum pratensis (Wiesen-Fuchsschwanzwiese)	5	08.05.	85	6,8	74	21,4	20,2
	4	21.05.	86	6,2	67	25,7	14,9
Arrhenatheretum elatioris (Glatthaferwiese)	4	08.05.	71	6,6	72	22,2	17,1
	3	18.05.	82	6,0	64	26,7	14,0
Geranio-Trisetetum (Goldhaferwiese)	4	12.05.	67	7,1	77	18,3	21,2
	3	21.05.	75	6,6	71	22,1	17,1
Mähweide (Wiesenschwingel/ Lieschgras)	4	17.05.	89	6,6	77	22,0	21,0
	3	07.06.	94	5,0	62	30,0	12,0

Diesen Richtwerten liegt eine nachhaltig optimale Bewirtschaftungsintensität zugrunde. Die jeweils häufigere jährliche Nutzung ist mit einer geringeren Ausschöpfung des Standortpotentials hinsichtlich des Ertrages verbunden. Dem gegenüber werden damit die höchste Energiedichte und Verdaulichkeit sowie ein sehr hoher Rohproteingehalt in Verbindung mit einem ernährungsphysiologisch günstigen Rohfasergehalt erreicht.

Extensiv- und Biotopgrünland

Schnittnutzung

Um die Auswirkungen der Extensivierung aufzeigen zu können wurden 3 Nutzungssysteme untersucht; von optimaler Intensität (4-5 Schnitte/a) über Spätschnitt (3-2 Schnitte/a) bis hin zu naturschutzorientierter Nutzung (1-2 Schnitte/a). Das erfolgte sowohl für Dauergrünland als auch für Ansaatgrünland. Diese Versuche sind 4-fach wiederholt und hatten eine Laufzeit von 6 bis 18 Jahren.

Der Jahresertrag geht mit Verzögerung des Nutzungstermins im ersten Aufwuchs, Reduzierung der Anzahl Schnitte und dementsprechend angepasstem Düngungsregime bei allen untersuchten Grünlandtypen, mit Ausnahme der Glatthaferwiese und des Queckenrasens, deutlich zurück (Tab. 5). Spätschnitt bewirkt bei allen Grünlandtypen eine extreme Verschlechterung der Energiedichte und Verdaulichkeit. Mit der Mahd des ersten Aufwuchses im Juli (ohne N) ist dann nur noch eine geringe weitere Verschlechterung verbunden.

Auf den produktiven Standorten wird von allen untersuchten Grünlandtypen der ernährungsphysiologisch optimale Rohfaserbereich für Fleischrinder bzw. Schafe (24 bis 28 % XF i.d. TS) bei Spätschnitt mit etwa 32 % XF i.d. TS deutlich überschritten. Diese Situation tritt in der Mittelgebirgslage etwa 14 Tage später im Vergleich zum Auen- bzw. Vorgebirgsstandort ein. Julimahd bewirkt nur noch marginale Veränderungen. Die Rohproteingehalte fallen bei Spätschnitt deutlich unter 10 % XP i.d. TS und nehmen bei Julimahd nur noch geringfügig weiter ab. Auf den ertragsschwachen Standorten bewegt sich der Rohfasergehalt unabhängig vom

Schnittzeitpunkt etwa im Bereich des ernährungs-physiologischen Optimums für Fleischrinder bzw. Schafe.

Tabelle 5: Auswirkungen der Grünlandextensivierung auf Ertrag sowie Energiedichte und Verdaulichkeit des 1. Aufwuchses

Erntetermin 1. Aufw.	Anzahl Schnitte	N	Düngung P kg/ha	K	TM- Ertrag dt/ha/a	NEL 1. Aufwuchs MJ/kg/TM	ELOS %
<i>Alopecuretum pratensis</i> (Wiesen-Fuchsschwanzwiese)							
07. Mai	5	300	30	250	87,7	6,65	76,5
08. Juni	3	60	25	200	73,5	4,57	57,1
03. Juli	2	0	0	0	63,8	4,43	51,2
					GD _{Tuckey} 2,0		
<i>Arrhenatheretum elatioris</i> (Glatthaferwiese)							
12. Mai	4	220	30	220	67,8	6,18	72,5
06. Juni	3	60	25	160	78,1	4,74	54,8
03. Juli	2	0	0	0	58,6	4,49	54,0
					GD _{Tuckey} 9,9		
<i>Convolvulo-Agropyron</i> (Queckenrasen)							
15. Juni	1	0	25	70	17,2	5,84	52,3
16. Juli	1	0	25	70	28,0	5,64	42,8
15. August	1	0	25	70	24,8	5,44	40,2
					GD _{Tuckey} 5,1		
<i>Geranio-Trisetetum</i> (Goldhaferwiese)							
22. Mai	3	200	25	220	75,4	6,42	71,7
21. Juni	2	60	20	160	70,5	4,79	54,9
04. Juli	1	0	15	100	64,8	4,99	55,5
					GD _{Tuckey} 4,9		
<i>Geranio sylvatici - Trisetetum flavescens</i> (Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese)							
28. Mai	3	130	30	149	62,7	5,58	60,8
18. Juni	2	55	25	125	58,1	5,06	54,9
02. Juli	1	0	20	97	42,5	5,41	57,0
					GD _{Tuckey} 4,8		
<i>Meo-Festucetum rubrae</i> (Bärwurz-Rotschwengel-Wiese)							
07. Juni	3	150	25	220	52,0	5,79	66,2
22. Juni	2	60	20	160	45,5	5,27	58,7
07. Juli	1	0	0	0	20,6	5,26	57,9
					GD _{Tuckey} 9,2		
<i>Festuco rupiculae - Brachypodium pinnati</i> (Furchenschwengel-Fiederzwenken-Halbtrockenrasen)							
15. Juli	1	0	0	0	26,8	5,47	54,3
<i>Nardetum strictae</i> (Borstgrasrasen)							
24. Juli	1	0	0	0	21,1	6,02	62,2
<i>Mähweide - Festuca pratensis/ Phleum pratense-Typ</i>							
19. Mai	4	240	25	165	88,7	6,63	76,6
26. Juni	2	0	25	165	51,5	4,57	53,7
26. Juni	2	60	25	165	77,3	4,57	47,6
					GD _{Tuckey} 13,1		

Die Gehalte an Mengen- und Spurenelementen sind bestandesabhängig und zeigen in Abhängigkeit vom Nutzungstermin im ersten Aufwuchs elementspezifische Entwicklungen (Tab. 6). So nehmen die Gehalte an Phosphor und Kalium mit Verzögerung des Erntetermines kontinuierlich ab. Der P-Bedarfswert für Mutterkühe wird mit Ausnahme des Arrhenatheretum bereits bei Spätschnitt deutlich unterschritten. Bei Kalium wird trotz kontinuierlicher und deutlicher Rückgänge erst bei Julimahd der Richtwert unterschritten. Der Magnesiumgehalt un-

terliegt nur geringen Schwankungen. Bei Kalzium sind nennenswerte Veränderungen erst ab Julimahd zu verzeichnen.

Tabelle 6: Auswirkungen der Grünlandextensivierung auf Mengen und Spurenelemente im 1. Aufwuchs (¹) Bedarf optimales Wachstum; ²) Mutterkuh, 650 kg LM, 15 kg Milch/Tag; ³) GfE-Richtwerte Aufzuchtrinder; ⁴) ohne N-Düngung)

ET	P	K	Mg	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn
1. Aufw.	% i.d. TS		mg/kg TM					
Richtwert	0,29 ²⁾	2,00 ¹⁾	0,16 ²⁾	0,47 ²⁾	45 ³⁾	50 ³⁾	10 ³⁾	45 ³⁾
<i>Alopecuretum pratensis</i>								
07. Mai	0,39	3,26	0,21	0,57	65	397	10,2	34,2
08. Juni	0,24	2,48	0,18	0,56	52	105	6,6	22,1
03. Juli	0,19	1,46	0,22	0,72	55	107	5,5	20,1
<i>Arrhenatheretum elatioris</i>								
12. Mai	0,45	3,41	0,16	0,80	92	239	7,4	32,0
06. Juni	0,31	2,46	0,14	0,72	73	175	5,1	25,8
03. Juli	0,26	1,63	0,16	1,01	49	84	4,6	24,6
<i>Geranio-Trisetetum</i>								
22. Mai	0,38	3,38	0,34	0,61	60	315	8,3	36,2
21. Juni	0,23	2,13	0,29	0,58	72	183	4,2	29,9
04. Juli	0,24	1,52	0,40	0,89	62	146	5,2	34,3
<i>Geranio sylvatici - Trisetetum flavescens</i>								
28. Mai	0,33	2,52	0,23	0,55	115	166	6,5	31,4
18. Juni	0,26	2,02	0,23	0,60	110	150	4,9	27,1
02. Juli	0,25	1,86	0,33	1,00	141	186	5,0	28,2
<i>Meo-Festucetum rubrae</i>								
07. Juni	0,31	2,80	0,12	0,26	460	90	6,9	45,3
22. Juni	0,27	2,21	0,10	0,29	526	77	5,7	43,9
07. Juli	0,23	0,86	0,11	0,34	796	96	5,3	51,5
<i>Festuco rupiculae - Brachy-podietum pinnati</i>								
15. Juli	0,15	1,72	0,17	0,97	352	180	6,0	29,1
<i>Nardetum strictae</i>								
24. Juni	0,27	1,51	0,25	0,70	431	123	6,1	66,0
<i>Mähweide - Festuca pratensis /Phleum pratense-Typ</i>								
19. Mai	0,47	3,08	0,20	0,65				
26. Juni	0,27	2,13	0,15	0,62				
26. Juni ⁴⁾	0,26	2,17	0,15	0,51				

Der Gehalt ist aber immer bedarfsdeckend, ausgenommen beim Meo-Festucetum. Mangan und Eisen unterschreiten zu keinem Zeitpunkt den Mindestgehalt. Kennzeichnend für beide Spurenelemente sind deutliche Unterschiede zwischen den Grünlandtypen. Auch der Zinkgehalt geht bei Spätschnitt stark zurück und reagiert auf Bergstandorten bei Julimahd mit einem Wiederanstieg ohne den Richtwert zu erreichen. Als einzige Grünlandtypen erreichen bzw. überschreiten die Bärwurz-Rotschwingelwiese (Meo-Festucetum) und der Borstgrasrasen (Nardetum) in der Kammlage des Thüringer Waldes den GfE-Richtwert für Aufzuchtrinder. Kann bei Kupfer bei frühen Nutzungsterminen der Richtwert annähernd erreicht werden, so weist Spätschnitt generell niedrige Gehalte auf, besonders auf Verwitterungsböden (Muschelkalk, Schiefer) und Magerwiesen. Julimahd ist stets mit Werten unter 6 mg Cu/kg TM verbunden.

Extensive Mähstandweide mit Mutterkühen

Extensive Weidesysteme mit Fleischrindern sind mit geringem Flächenertrag verbunden, jedoch unterscheiden sich die Einzeltierleistungen nicht von herkömmlichen Weidesystemen (Tab. 7). Bei extensiver Mähstandweide mit Mutterkühen erreichten die Kälber zwar eine hohe Lebendmassezunahme, der Fleischzuwachs je ha betrug aber nur 55 % eines Systems mit höherer Besatzdichte. Der Aufwuchs reichte nur zur Ernährung von 1,4 RGV/ha aus.

Tabelle 7: Einfluss der Grünlandextensivierung auf die Flächenproduktivität und Tierleistung einer Mähstandweide mit Mutterkühen (^a) 15 Mutterkuh-Kalb-Paare; ohne Zufutter; Mutterkühe: SBT x FLF; Kälber x LIM; 60 kg N/ha/a; PK jährlich)

Kriterium	ME	6-jähriges Mittel
Lebendmassezunahme ^a)	g/Tier/Tag	
Kühe		248
Kälber, männlich		1.226
Kälber, weiblich		1.034
Weide-Ertrag	dt/ha	62,2
Mähertragsanteil	%	57
Besatzstärke	GV/ha	1,4
Weideleistung	GJ NEL/ha	28,2
Lebendgewichtszuwachs	kg/ha	274

Schlussfolgerungen

Die Nutzung des Dauergrünlandes, Erzeugung von Qualitätsgrundfutter bis hin zur schutzzielgerechten Bewirtschaftung, ist Voraussetzung für den Erhalt dieses multifunktionalen Offenland-Vegetationstyps. Diese Herausforderung steht im Kontext einer verschärften Nutzungskonkurrenz um die knappe Ressource Landwirtschaftliche Fläche. Daraus resultiert einerseits die Vorzüglichkeit des Dauergrünlandes als Futter- und Rohstofflieferant und andererseits die Notwendigkeit der Wiedererlangung nachhaltig optimaler Intensität auf produktiven Standorten in Thüringen.

Der Nutzungszeitpunkt des ersten Aufwuchses übt den entscheidenden Einfluss auf Ertrag und Qualität des Dauergrünlandes aus; Standort und Pflanzenbestand wirken dabei stark differenzierend. Qualitätsgrundfutter erfordert eine sehr frühe 1. Nutzung bei der sich die bestandesprägenden Arten noch in der vegetativen Phase befinden. Artenreiche Grünlandtypen sind nutzungselastischer, weisen jedoch eine relativ geringe Qualität auf.

Grünlandextensivierung sowie naturschutzfachlich orientierte Bewirtschaftung ist mit Ertragsdepressionen von bis zu 40 % und dramatischer Verschlechterung der Futterqualität verbunden. Bei den Mengenelementen ist bei späterem Erntetermin Mangel nur bei Phosphor zu verzeichnen. Spurenelementmangel tritt bei Kupfer und Zink im Grünlandfutter ausgeprägt; insbesondere bei Spätschnitt und auf Verwitterungsböden, auf.

Damit wird das Problem der Unterversorgung mit Cu durch Extensivierung noch verschärft. Zn kann nur einen marginalen Beitrag zur Versorgung der Rinder leisten. Stark überhöhte Mn- und Fe-Gehalte sind typisch für Grünland. Bei Ernteterminverzögerung in Verbindung mit reduzierter N-Düngung sind die ernährungsphysiologischen Anforderungen für Milchvieh nicht zu erfüllen; die Verwertbarkeit für Mutterkühe und Schafe ist stark eingeschränkt.

Extensive Mähstandweide mit Mutterkühen geht mit reduzierter Flächenleistung bei Aufrechterhaltung hoher Einzeltierleistung einher.

Literatur

Hochberg, H., D. Zopf, U. Maier, M. Schwabe, E. Hochberg (2008): Ex-post-Evaluation des Entwicklungsplanes für den ländlichen Raum Thüringen 2000 - 2006.- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), Jena, 467 S.

Hochberg, H., W. Peyker, D. Zopf, M. Schwabe, J. Strümpfel, J. Degner, U. Maier (2013): Studie zur Erhaltung, Nutzung und Verwertung des Dauergrünlandes in Thüringen bis 2020.- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), Jena, 48 S., im Internet unter: <http://www.tll.de/ainfo/pdf/sdgl0613.pdf>

Landwirtschaft und Naturschutz - Eine praxisnahe Betrachtung von Konflikten und Möglichkeiten

V. Hammes¹, M. Eggers¹, M. Kayser¹ und J. Isselstein²

¹ Georg-August-Universität Göttingen, DNPW, Abteilung Graslandwissenschaft, Außenstelle Vechta, Universitätsstraße 7, 49377 Vechta

² Georg-August-Universität Göttingen, DNPW, Abteilung Graslandwissenschaft Von-Siebold-Straße 8, 37075 Göttingen

vhammes@uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Die Eingliederung von Naturschutzmaßnahmen in die Landwirtschaft ist eine der aktuellsten Herausforderungen für den Umweltschutz in Deutschland. Dem Grünland mit seinem „high nature value“ und dem hohen Klimaschutzwert kommt dabei eine besondere Funktion zu (MATZDORF et al., 2010; FLESSA et al., 2012). In vielen Fällen ist eine extensive Bewirtschaftung unter Auflagen, statt einer kompletten Nutzungsaufgabe, die einzige Möglichkeit Grünland zu bewahren und landwirtschaftlich zu nutzen (z.B. KAMPMANN et al., 2007; KNOP et al., 2006). Eine konstruktive Zusammenarbeit von Landwirtschaft und Naturschutz wird daher in Zukunft immer wichtiger. In Deutschland sollen Cross Compliance Richtlinien und freiwillige Naturschutzprogramme auf Landesebene auf einigen Flächen eine extensivere Bewirtschaftung, motiviert durch Ausgleichszahlungen an die Landwirte, ermöglichen. Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass solche Maßnahmen nicht immer so erfolgreich sind wie anfangs angenommen (z.B. BOATMAN et al., 2010). Der Mangel an Erfolg bei der Umsetzung scheint dabei nicht an der schlechten Ausarbeitung der Maßnahmen zu liegen. Die Eingliederung von Naturschutz in die Landwirtschaft ist eben nicht nur eine ökologische, sondern auch eine soziale Herausforderung (DE SNOO et al., 2013). Die Landwirte sind die ausführenden Akteure, die für die Sache gewonnen werden müssen. Sie haben persönliche Einstellungen, soziale Hintergründe und Erfahrungen, die ihre Denkweise und ihr Handeln beeinflussen. Sie möchten getreu ihren Grundsätzen handeln und es ist ihnen ebenfalls wichtig, wie sie dabei von Kollegen und der Öffentlichkeit wahrgenommen werden (SEABROOK und HIGGINS, 1988; BEEDELL und REHMAN, 2000).

Wir versuchen in dieser Studie herauszufinden, welche Einstellung die Landwirte zu Naturschutz- und Extensivierungsprogrammen in Deutschland haben. Hierzu untersuchten wir die Wirtschaftsweisen von 82 Landwirten in vier Regionen im Norddeutschen Tiefland in Verbindung mit ihrer Einstellung zum Naturschutz und zur Extensivierung. Wir konzentrierten uns hierbei auf Betriebe, die mindestens zu einem Teil Grünland bewirtschaften. Zunächst galt es herauszufinden, wie die Landwirte wirklich über Naturschutz denken und welche Konflikte die Beziehung Landwirtschaft und Naturschutz dominieren. Weiterhin sollte untersucht werden, ob und wie gut die existierenden Naturschutzprogramme von den Landwirten genutzt werden. Es sollten Bedingungen und Hintergründe für ein bestimmtes Denken und Handeln betrachtet und mögliche Muster aufgedeckt werden. Als Interpretationsgrundlage verwendeten wir hierbei den Ansatz von VAN DER PLOEG (1994), erweitert durch SCHMITZENBERGER (2005), bei dem die Landwirte nach typischen Farming Styles (Bewirtschaftungsweisen/Einstellungen) unterschieden werden. Wir hoffen, dass durch ein besseres Verständnis der unterschiedlichen Motive und Einstellungen von Landwirten, die Kommunikation zwischen Landwirten, Naturschützern und anderen Akteuren in diesem Bereich sachlicher und zielgerechter wird, und dadurch letztendlich die praktische Anwendung von Naturschutzmaßnahmen im Grünland verbessert werden kann.

Material und Methoden

Es nahmen 82 Grünlandbetriebe in vier Regionen in Norddeutschland (von Westen nach Osten: Diepholz $n = 20$, Uelzen $n = 20$, Region Fläming $n = 21$, Oder-Spree $n = 21$) an einer umfangreichen Befragung teil. Die Regionen liegen auf einem klimatischen Gradienten von subatlantischen bis zum subkontinentalen Klima im Norddeutschen Tiefland (NT). Diese geographische Region nimmt einen großen Teil von Deutschland ein und ist Teil der Nordeuropäischen Tiefebene (0 – 200m NN), welche sich von der Niederlanden im Westen bis nach Polen im Osten erstreckt. Südlich wird sie durch die Zentraleuropäischen Gebirge, westlich durch die Nordsee und im Osten durch die Ostsee begrenzt. Der größte Flächenanteil des NT wird landwirtschaftlich genutzt.

Ein eigens entwickelter standardisierter Fragebogen wurde von Angesicht zu Angesicht von den teilnehmenden Landwirten beantwortet. Alle befragten Personen bewirtschafteten Grünland als Teil ihrer Landwirtschaftlichen Nutzfläche. Die Auswahl der Betriebe erfolgte nach Zensusdaten (DAHL und SAUER, 2012), um ein repräsentatives Sampling für die einzelnen Regionen gewährleisten zu können. Der Fragebogen bestand aus zwei Teilen: in der ersten Sektion wurden 62 Fragen zu persönlichen Daten, Grünlandmanagement und den Wirtschaftsweisen auf dem Betrieb gestellt. Der zweite Teil enthielt 58 Aussagen zur persönlichen Einstellung der Befragten zu verschiedenen Bereichen der Landwirtschaft. Die Befragten konnten hier ihren Zustimmungswert zur jeweiligen Aussage auf einer fünfstufigen Skala (1 = stimme gar nicht zu, 5 = stimme voll zu, Likert Skala, vgl. HOLM 1976) angeben.

Farming Styles

Um den Hintergründen des Handelns der Landwirte auf den Grund zu gehen verwendeten wir das Konzept der Farming Styles von VAN DER PLOEG (1994). Das ursprüngliche Konzept der Farming Styles von fungierte als Basismodell zur Einteilung und Klassifizierung der soziokulturellen Diversität der landwirtschaftlichen Betriebsleiter. Nach WILSON (1997) sind Technologie und Begrenzungen durch den Markt nicht die wichtigsten Faktoren, die die Wirtschaftsweisen der Landwirte erklären können. Sie bilden ausschließlich den Rahmen für solche Interpretationsansätze. Dieser Rahmen muss ergänzend mit den individuellen Einstellungen und Motiven, die die Entscheidungen und Handlungsweisen der Landwirte maßgeblich mit bestimmen, ausgefüllt werden. VAN DER PLOEG (1994) entwickelte das Konzept der Farming Styles als einen ganzheitlichen Ansatz zur Charakterisierung von rinderhaltenden Betrieben in den Niederlanden. SCHMITZENBERGER et al. (2005) verfeinerten das Konzept, indem sie Landwirte mit ähnlichen Strategien in Gruppen einteilten

Statistik

Der Zustimmungswert der Landwirte zu den 58 Aussagen des zweiten Fragebogens wurde zur Bewertung ihrer persönlichen Einstellung genutzt. Wir konnten vier relevante Farming Styles im Untersuchungsgebiet differenzieren: Traditionalist, Idealist, Modernist und Yield Optimizer. In einem ersten Schritt nutzten wir die Antworten der Landwirte (positiv, negativ oder neutral), um die relevanten Farming Styles zu klassifizieren. Bei dieser Vorgehensweise wurde jede Aussage einer Kategorie zugeordnet und die Fragen, die nicht direkt auf die Naturschutzeinstellung abzielten, gewichtet (positiv 1, negativ -1, oder neutral 0). Der Zustimmungswert wurde mit den gewichteten Werten multipliziert und anschließend aufsummiert. Auf diese Weise konnte für jeden Landwirt ein „High score“ in einer Kategorie festgestellt und somit individuelle Verhaltensmuster aufgedeckt werden. Die Aussagen der Befragung, die sich direkt auf die Einstellung zu Naturschutz- und Extensivierungsmaßnahmen bezogen, waren aus dieser Auswertung ausgenommen. Sie wurden in einem zweiten Schritt auf signifikante Unterschiede zwischen den Farming Styles untersucht. Die Daten der allgemeinen Bewirtschaftung aus dem ersten Teil des Fragebogens (z.B. LN, Düngung etc.) wurden weiterhin auf signifikante Unterschiede zwischen den Farming Styles und anderen Faktoren (z.B. Region) untersucht. Für alle statistischen Analysen wurde die Software R! 3.0.0 verwendet. Wegen der großen Anzahl quasi-intervallskalierten Likert-Skalendaten wurde ein einfaktorielles Kruskal-Wallis Rangsummentest mit Bonferroni Korrektur angewandt (vgl. BÜHNER, 2006). Um Quasi-Intervallskalierung der Befragungsdaten mit

gleichen Skalenabschnitten anzunehmen wurden alle Beurteilungsskalen klar an den Endpunkten abgegrenzt (BÜHNER, 2006; WEIBER und MÜHLHAUS, 2010).

Ergebnisse und Diskussion

Von den befragten Landwirten gaben knapp 60% an, dass sie es für ihre Aufgabe halten, die Natur aktiv zu schützen. Nur 12% der Landwirte waren gegenteiliger Ansicht. Die existierenden Naturschutz- und Extensivierungsprogramme werden, laut den Angaben, dagegen nur von 50% der Befragten so gut es geht in Anspruch genommen. Von den Befragten, die die Maßnahmen nicht nutzen, bestimmten 30% den zu geringen finanziellen Anreiz als Grund. Allerdings sahen ebenfalls 30% dieser Landwirte die mangelnde Bezahlung nicht als Grund für die Nichtteilnahme. Rund 38% aller befragten Landwirte halten Naturschutz- und Extensivierungsprogramme für ein wichtiges Instrument zum Schutz der Landschaft und der Natur, etwa 38% sind gegenteiliger Ansicht. Diese Ergebnisse machen deutlich, dass die generelle Einstellung aller befragten Landwirte zum Naturschutz an sich positiv ist. Allerdings werden die existierenden Programme nicht von allen Landwirten gleich gut genutzt. Um diesen Gegensatz und die Hintergründe besser zu verstehen, haben wir nach Faktoren gesucht, die die Akzeptanz der Landwirte bezüglich Naturschutz- und Extensivierungsmaßnahmen erklären können. Hierfür wurden zunächst die Faktoren Alter, LN, Ausbildung, Bodenqualität (Bodenpunkte) und Region untersucht. Unter diesen Faktoren weisen die Antworten zur Einstellungen zum Naturschutz der Landwirte nur zwischen den Regionen (DH, UE, FLÄ und LOS) signifikante Unterschiede auf ($p = 0,026$).

Signifikante Unterschiede zwischen den Regionen in Betriebsparametern und der Einstellung der Landwirte sind in der folgenden Tabelle dargestellt (Tab.1). Die Anzahl der Landwirte in den jeweiligen Farming Styles unterscheidet sich auch zwischen den Regionen (Abb. 1c).

Tabelle 1: Signifikante Unterschiede in der Aufstellung der Betriebe und Einstellung der Landwirte zum Naturschutz zwischen den Regionen im Untersuchungsgebiet. DH = Diepholz, UE = Uelzen, FLÄ = Fläming, LOS = Oder-Spree

Parameter	Unterschied zwischen Regionen	Signifikanzniveau (p-Wert)
Aussage i15: Ich nutze Naturschutzprogramme gut es geht aus	DH<FLÄ; DH<LOS	0,01; 0,05
Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN)	DH<FLÄ; DH<LOS; UE<FLÄ; UE<LOS	DH: 0,01; UE: 0,05
Grünlandfläche (ha)	DH<FLÄ; DH<LOS; UE<FLÄ; UE<LOS	0,001
Düngung (kg N/ha*a)	FLÄ<DH; LOS<DH; LOS<UE	0,05; 0,001; 0,05

Der Faktor Region allein spiegelt allerdings lediglich Unterschiede in Parameter wie der Betriebsgröße und im Klima wieder (vgl. EGGERS et. al, 2013) und sagt wenig über die Einstellungen der Landwirte aus. Die unterschiedliche Struktur der Betriebe in den Regionen konnte auch in dieser Studie bestätigt werden. Die westlichen Betriebe weisen z.B. eine geringe Landwirtschaftliche Nutzfläche im Vergleich zu den östlichen auf (Tab. 1, Abb.1a). Nachdem wir vier charakteristische Farming Styles im Untersuchungsgebiet differenziert hatten, teilten wir nun die befragten Landwirte hinsichtlich ihrer Wirtschaftsweisen und Meinungen ein. Eine Charakterisierung dieser Farming Styles ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 2: Charakterisierung der Farming Styles für Grünland-Landwirte im Norddeutschen Tiefland (modifiziert nach SCHMITZBERGER et al., 2005 und EGGERS et al., 2013).

	Traditionalist	Idealist	Modernist/Innovative	Yield Optimizer
Bewirtschaftungscharakteristik	Traditionelles Management	Persönliche Werte über Wirtschaftlichen	Flexibilität, Maximierung von Unterstützungsgeldern	Profit- und Effizienzmaximierung
Betriebsgröße	klein	klein/mittel	groß	groß
Nebenerwerb	einige	mehrere	wenige	wenige
Geschäftszweige/ Diversität	fokussiert	fokussiert	hoch	variabel
Bewirtschaftungsintensität	konstant	konstant	eher extensiv	variabel, intensiv
Unproduktive Flächen	noch kultiviert	kultiviert	teilweise Naturschutzprogramme	aufgegeben
Blick in die Zukunft	besorgt	positiv	optimistisch	optimistisch, Expansion
Einstellung zur Landwirtschaft	Tradition	Selbstverwirklichung	Beruf	Beruf
Einstellung zur Landschaft	Schon immer Teil des Lebens	Platz zum Leben	Platz zum Leben u. Arbeiten	Produktionsstätte

Die Einstellungen der Landwirte zu Naturschutz- und Extensivierungsmaßnahmen unterscheiden sich signifikant zwischen den Farming Styles ($p = 0,038$). In Tab. 3 sind signifikante Unterschiede in den aufgenommenen Bewirtschaftungsparametern bzw. den Einstellungen der Landwirte zum Naturschutz, repräsentiert durch den Grad der Zustimmung zu verschiedenen Aussagen, dargestellt.

Tabelle 3: Signifikante Unterschiede zwischen den Farming Styles in der Aufstellung der Betriebe und Einstellung der Landwirte zum Naturschutz. T = Traditionalist, I = Idealist, M = Modernist/Innovative, Y = Yield Optimizer. Aussagen: Grad der Zustimmung (Likert Skala), 1= stimme gar nicht zu, 5= stimme voll zu

Parameter	Unterschied zwischen Farming Styles	Signifikanzniveau (p-Wert)
Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN)	T<Y, I<Y	<0,05
Ausbildung	T<I, T<Y	<0,05
Hektar GL	I<M	<0,05
Düngung (kg N/ha*a)	I<Y	ns (Trend: <0,07)
Aussagen		
Aussage i16: Naturschutz ist für mich uninteressant	M<Y	<0,05
Aussage i29: Naturschutz ist Einmischung von Außen	I<T	<0,05
Aussage i27: Landwirte haben die Aufgabe, die Natur "aktiv" zu schützen	Y<I	<0,05
Aussage i30: Naturschutz im Betrieb ist für mich nur praktikabel, wenn die Leistungsabgeltungen entsprechend sind	T<M, T<Y	<0,05

Auch hier werden Unterschiede in den Betriebsparametern sowie in der Einstellung zum Naturschutz deutlich (Tab.3, Abb. 1b). Weiterhin kann gezeigt werden, dass befragte Landwirte, die angeben Naturschutzmaßnahmen gut auszunutzen, im Schnitt weniger Stickstoff düngen (Abb. 1d, $p < 0,05$). Die direkte Einstellung der Landwirte zum Naturschutz und die tatsächlichen Wirtschaftsweisen unterscheiden sich somit ebenfalls zwischen den Farming Styles. Es kann angenommen werden, dass die Einstellung zu Naturschutz- und Extensivierungsmaßnahmen eng mit der generellen Einstellung vieler Landwirte und deren Handlungen in der Praxis verbunden ist. Die folgende, nach den Erkenntnissen aus der Analyse für das Untersuchungsgebiet erweiterte und verfeinerte Charakterisierung der Farming Styles soll dabei helfen, die Hintergründe im Handeln vieler Landwirte schneller nachzuvollziehen um eine spezifische Kommunikation bei der Eingliederung von Naturschutzmaßnahmen in ihre Produktionsverfahren einzuleiten.

Traditionalist (T):

Diese Landwirte leben und wirtschaften meist schon seit Generationen auf demselben Betrieb, wodurch sich eine emotionale Verbindung zum Land und zur Landschaft entwickelt hat. Sie haben die Einstellung, gutes und fruchtbares Land an zukünftige Generationen zu vererben und bewirtschaften ihr Land nach traditionellen Techniken. In der heutigen Zeit stehen sie allerdings oft vor einem Problem: die Weiterführung ihres Betriebes. Sie machen sich Sorgen um die Hofnachfolge, da eigene Kinder in vielen Fällen einen anderen Berufsweg gewählt haben. Die meisten Traditionalists wissen um ihre Abhängigkeit von der Natur und verhalten sich in ihren Wirtschaftsweisen häufig unbewusst umweltfreundlich, stehen dem (offiziellen) Naturschutz und neuen Maßnahmen aber kritisch gegenüber. Sie sehen den praktischen Naturschutz als eine Einmischung von Außen. Der alte Konflikt zwischen Landwirtschaft und Naturschutz ist bei diesen Landwirten besonders präsent. Dabei handelt sich weniger um einen finanziellen als einen prinzipiellen Konflikt.

Idealist (I):

Idealists haben sich häufig bewusst für die Landwirtschaft entschieden. Der Verdienst auf ihrem Betrieb spielt im Vergleich zu den anderen Farming Styles eine untergeordnete Rolle. In vielen Fällen steht die Produktion Hand in Hand mit der Natur im Vordergrund und viele der Landwirte besitzen Öko-Betriebe. Oft haben diese Landwirte einen finanzieller Puffer oder ein alternatives Standbein, welches ihnen neben der Landwirtschaft ein Einkommen sichert. Teilweise sind es auch Nebenerwerbsbetriebe. Idealists sind neuen Methoden gegenüber generell aufgeschlossen. Dem Naturschutz stehen sie positiv gegenüber und häufig gehört er sogar zu ihrem Betriebskonzept. Sie sehen es als Aufgabe der Landwirte, die Natur aktiv zu schützen. Allerdings nutzen sie, laut ihren Angaben, die existierenden Naturschutz- und Extensivierungsmaßnahmen nicht so gut es geht aus und nicht häufiger als andere Farming Styles ($p = 0,450$). Ein möglicher Grund könnte sein, dass Öko-Betriebe keine Doppelförderung für Naturschutzprogramme erhalten. In den freien Gesprächen mit den Landwirten wurde aber auch deutlich, dass die Komplexität der Antragstellung die Landwirte abschreckt. Viele haben zusätzlich Angst, bei der Beantragung der Fördergelder unabsichtlich falsche Angaben zu machen und anschließend, z.B. durch Nachzahlungen, dafür belangt zu werden. Andere schreckt auch die lange Laufzeit vieler Maßnahmen ab. Diese Punkte treten auch bei den anderen Farming Styles als Hinderungsgründe auf.

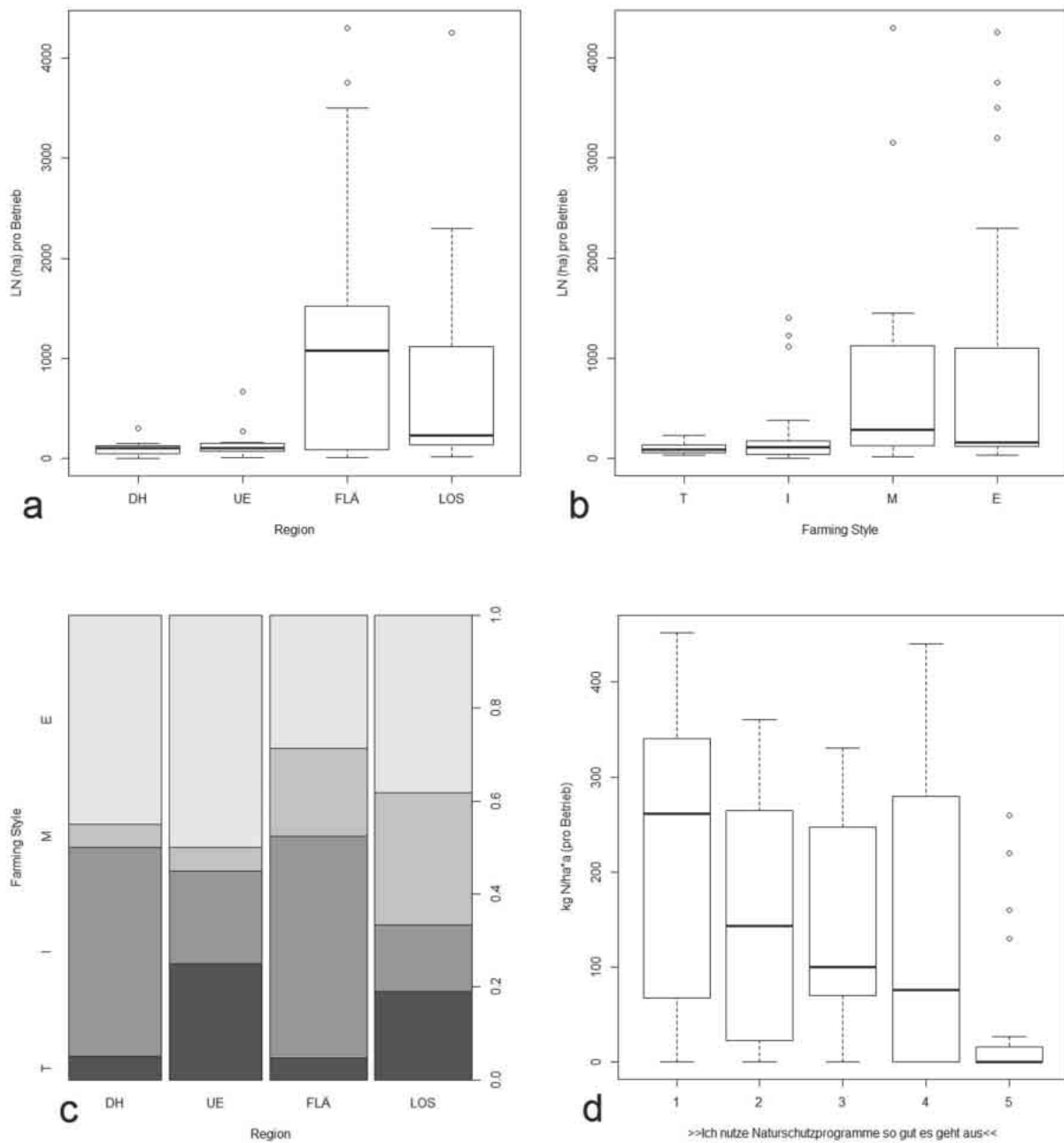


Abbildung 1: a-d: a+b: Zusammenhänge zwischen LN pro Betrieb und der Region bzw. den Farming Styles. c: Anteil der Landwirte in den jeweiligen Farming Styles in den Regionen. LN = Landwirtschaftliche Nutzfläche, DH = Diepholz, UE = Uelzen, FLÄ = Fläming, LOS=Oder-Spree, T = Traditionalist, I = Idealist, M = Modernist/Innovative, Y = Yield Optimizer. d: N-Düngung (kg Stickstoff pro Hektar pro Jahr und Betrieb) und Grad der Zustimmung zur Ausnutzung von Naturschutz- und Extensivierungsprogrammen. 1 = Nutze ich gar nicht aus, 5 = Nutze ich voll aus.

Modernist/Innovative (M):

Diese Landwirte setzen in ihrem Betriebskonzept auch direkt auf Fördergelder. Sie besitzen größere Landwirtschaftliche Nutzflächen als Traditionalists und Idealists (Abb. 1b), für die es sich lohnt, Fördergelder zu beantragen. Sie stehen Neuheiten generell offen gegenüber, wenn sie finanziellen Gewinn versprechen. Diese Landwirte haben gelernt mit Förderanträgen umzugehen und versuchen, existierende Förderprogramme so gut es geht auszunutzen. Sie nutzen existierende Naturschutz – und Extensivierungsprogramme von allen Farming Styles am besten aus (60% der befragten Modernists nutzen Naturschutzprogramme). Allerdings ist dieser Unterschied nicht signifikant.

Sie stehen dem Naturschutz an sich neutral gegenüber. Die Fördergelder, die mit dem Naturschutz eingenommen werden können, sind ihr Ansporn für naturschutzfreundliches Handeln. Sie würden die Naturschutzprogramme sofort aufgeben, wenn sie weniger Förderung bekommen würden. Ein wichtiger Teil ihres Betriebskonzeptes beruht auf Aufwandsminimierung. Meist verfügen die Betriebe der Modernists über eine gute maschinelle Ausstattung.

Yield Optimizer (Y):

Das Wichtigste für Yield Optimizer ist Effizienz und Wachstum im Betrieb. Die Betriebe sind groß und haben häufig verschiedene Betriebszweige mit eigenen Leitern. Sie verfügen von allen Farming Styles über die höchste Liquidität und ihr Betrieb ist mit modernen Maschinen ausgestattet. Häufig beschäftigen sie auch Lohnunternehmen, die große Flächen bewirtschaften.

Naturschutzmaßnahmen sind für sie generell uninteressant. Da sie aber Neuheiten aufgeschlossen gegenüber stehen und die moderne technische Entwicklung in Richtung Effizienz gerichtet und häufig ressourcenschonender ist, wirkt sich diese Einstellung nicht unbedingt negativ auf den direkten Naturschutz aus. Die Entwicklung der Agrarpreise und die allgemeine Marktsituation spielt für die diese Landwirte eine erhebliche Rolle.

Schlussfolgerungen

Grundsätzlich stehen Landwirte dem Naturschutz positiv gegenüber. Sie wirtschaften in Abhängigkeit von der Natur und die meisten sind sich dessen bewusst. Wenn man die praktische Anwendung von Naturschutz- und Extensivierungsprogrammen verbessern möchte, ist es wichtig, eine angepasste Kommunikation mit den betreffenden Landwirten zu führen.

Im Rahmen der Befragung kamen einige generelle Probleme zur Sprache: Die existierenden Naturschutzprogramme stellen eine bürokratische Herausforderung für viele Landwirte dar. Besonders wenn sie nicht mit der Bearbeitung der Anträge vertraut sind oder diese Arbeit nicht an angestelltes Personal abgeben können. Viele Landwirte schrecken auch vor der langen Mindestlaufzeit vieler Programme zurück. Sie sind unsicher über die Entwicklung des Marktes und wollen die Flächen nicht fest verplanen. Zusätzlich wirkt sich der allgemeine Wirtschaftstrend („Wachsen oder weichen!“) auch auf die allgemeine Stimmung der Betriebsleiter in der Landwirtschaft aus. In diesem wirtschaftlichen Klima Motivation für den Naturschutz zu verbreiten, gestaltet sich in der Praxis häufig schwierig.

Die Eingliederung von Naturschutz in die Landwirtschaft ist in der Tat eine soziale Herausforderung. Bei der Charakterisierung von Betriebsleitern in Farming Styles ist zu beachten, dass auch diese nur eine grobe Umschreibung sein können und die Vielfältigkeit der Persönlichkeit unter Umständen nicht ganz erfasst wird. Die Sichtweisen der Akteure und die Auseinandersetzung mit den aktuellen Problemen und Möglichkeiten in der Gesellschaft befinden sich stets im Wandel. Eine angepasste und vor allem direkte und dauerhafte Kommunikation mit den Landwirten ist der beste Weg, um ihnen zu vermitteln, dass Naturschutz sinnvoll und ohne ihr Zutun nicht umzusetzen ist (vgl. AHNSTRÖM, 2009). Dabei sollte auf die Einstellungen und Ansichten jedes einzelnen eingegangen werden und qualifizierte Vermittler, möglichst mit landwirtschaftlichem Hintergrund und fundiertem Praxiswissen, eingesetzt werden.

Literatur

- AHNSTRÖM, J. (2009): Farmland biodiversity - in the hands and minds of farmers. Effects of landscape structure, management and the farmer's interest in nature. *Dissertation*. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- BEEDELL, J. und REHMAN, T. (2000): Using socialpsychology to understand farmers-conservation behavior, *Journal of Rural Sciences* 16 (1), 117-127.
- BÜHNER, M. (2006): Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion. Pearson Studium, München
- DAHL, S. und SAUER, S. (2012): Landwirtschaftszählung 2010 Heft 1 Teil A – Gemeindeergebnisse, Betriebsgrößenstruktur, Bodennutzung, Viehhaltung. Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (eds.). *Statistische Berichte Niedersachsen*.
- EGGERS, M., KAYSER, M. UND ISSELSTEIN, J. (2013): A farmer's view on climate change. *Grassland Science in Europe* 17, 99-101.
- 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 Agrar-sektor. vTI, Braunschweig.
- HOLM, K. (1976): Die Gültigkeit sozialwissenschaftlichen Messen. In: Ders.(ed.): *Die Befragung 4. München*, Francke, 123-133.
- KAMPMANN, D., HERZOG, F., JEANNERET, P., KONOLD, W., PETER, M., WALTER, T., WILDI, O., LUSCHER, A. (2007): Mountain grassland biodiversity: Impact of site conditions versus management type. *Journal for Nature Conservation* 16 (1), 12–25.
- KNOP, E., KLEIJN, D., HERZOG, F., SCHMID, B. (2006): Effectiveness of the Swiss agri- environment scheme in promoting biodiversity. *Journal of Applied Ecology* 43, 120-127.
- MATZDORF, B., REUTTER, M., HÜBNER, C. (2010): Bewertung der Ökosystemdienstleistungen von HNV-Grünland (High Nature Value Grassland): Gutachten-Vorstudie; *Abschlussbericht Juni 2010*. Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, Müncheberg.
- SCHMITZBERGER, I., WRBKA, T., STEURER, B., ASCHENBRENNER, G., PETERSEIL, J., ZECHMEISTER, H.G. (2005): How farming styles influence biodiversity maintenance in Austrian agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 108, 274–290.
- SEABROOK, M. und HIGGINS, C. (1988): The role of the farmer's self-concept in determining farmer behavior. *Agric. Adm. Ext.* 30, 99–108.
- VAN DER PLOEG, J. D. (1994): Styles of farming: An introductory note on concepts and methodology. In: Van der Ploeg J. D., Long A (eds.) *Born from within: Practice and perspectives of endogenous Rural Development*. Van Gorcum, Netherlands, pp 7-30.
- WEIBER, R. und MÜHLHAUS, D. 2010: Strukturgleichungsmodellierung - Eine anwenderorientierte Einführung in die Kausalanalyse mit Hilfe von AMOS, SmartPLS und SPSS. Berlin Heidelberg, Springer.
- WILSON, G. A. 1997: Factors Influencing Farmer Participation in the Environmentally Sensitive Areas Scheme. *Journal of Environmental Management* 50, 67-93.

Artenreiches Grünland in Bayern

S. Heinz, F. Mayer und G. Kuhn

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz, Lange Point 12, 85354 Freising

sabine.heinz@LfL.Bayern.de

Einleitung und Problemstellung

Mit einem Maximum von 89 Pflanzenarten auf einem Quadratmeter gehört extensives Grünland zu den artenreichsten Biotopen im weltweiten Vergleich (WILSON et al. 2012). In Mitteleuropa haben über 400 Pflanzenarten ihren Verbreitungsschwerpunkt in Grünlandgesellschaften (KORNECK & SUKOPP 1988). Durch Intensivierung und Nutzungsänderungen verringert sich der Artenreichtum des Grünlandes aber auch die Grünlandfläche insgesamt in den letzten Jahrzehnten stetig. Im Rahmen der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt wird die Erhaltung und Vermehrung hochwertigen Grünlandes gefordert, um den Verlust an Artenvielfalt zu stoppen (BMU 2011). Die aktuelle Stellungnahme des Wissenschaftliche Beirat für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz stellt den Verlust von artenreichem Grünland in den Fokus und fordert eine Grünlandstrategie, um bestehende artenreiche Grünlandflächen zu erhalten (GEROWITT et al. 2013). Hauptakteure sind hier die Landwirte, da der Artenreichtum im Grünland nur durch eine angepasste Nutzung zu erhalten ist.

In Bayern werden ca. 1,07 Mio. ha (Stand 2011) als Grünland genutzt. Grünlandwirtschaft dient in erster Linie der Produktion von Futter und damit der Erzeugung von Milch und Fleisch. Daneben übernimmt Grünland eine wichtige Funktion zum Schutz von Boden und Grundwasser und ist ein wichtiger Lebensraum für Pflanzen und Tiere (OPPERMANN & BRIEMLE 2009, PÖTSCH 2010). Das Landschaftsbild wird durch den Anteil und die Ausprägung des Grünlandes wesentlich geprägt.

Die Grünlandfläche nimmt durch Umbruch zu Ackerland insgesamt ab (für Bayern z.B. MAYER et al. 2012). Gerade extensives Wirtschaftsgrünland ist einerseits von Nutzungsaufgabe und Aufforstung andererseits aber von Intensivierung bedroht. Auch der generelle Flächenverlust erhöht den Intensivierungsdruck auf die verbleibende Wirtschaftsgrünlandfläche. Mit Agrarumweltmaßnahmen (AUM) wird versucht, durch einen finanziellen Ausgleich die extensive Nutzung zu erhalten. Forschung und Beratung können beim artenreichen Grünland sehr gewinnbringend durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit unterstützt werden.

Material und Methoden

Im Rahmen des Grünlandmonitoring Bayern wurden bei der Ersterhebung von 2002 bis 2008 insgesamt 6108 Wirtschaftsgrünlandflächen unterschiedlicher Nutzungen (Wiesen, Weiden, Almen) und Intensitäten untersucht (KUHN et al. 2011). Im Durchschnitt wurde eine Vegetationsaufnahme je 185 ha Grünlandfläche in Bayern durchgeführt. Von 2009 bis 2012 wurden ca. 2500 Flächen zum zweiten Mal erhoben.

Ziel des Grünlandmonitoring ist zunächst die Erfassung des Zustandes und der räumlichen Verteilung der Grünlandvegetation, um Veränderungen feststellen zu können. Daneben stehen auch Zusammenhänge zwischen Standort, Nutzung, Artenzahl und Artenzusammensetzung im Fokus sowie eine Erfolgskontrolle der Agrarumweltmaßnahmen.

Für die Vegetationsaufnahme wurde in einem repräsentativen Teil des Bestandes eine kreisförmige Fläche von 25 m² auf dem Feldstück ausgewählt und eine Liste aller vorkommenden Gefäßpflanzen-Arten erstellt. Nach der Methode von KLAPP & STÄHLIN (1936) wurden dann das prozentuale Verhältnis der Artengruppen (Gräser, Kräuter und Leguminosen), der Ertragsanteil jeder Art in Prozent sowie der Heuertrag (in dt/ha) des gesamten Bestandes geschätzt. Der Mittelpunkt des Kreises wurde mit einem Dauermagneten markiert und die Ko-

ordinaten sowie die Höhe über NN ermittelt. Die Nomenklatur folgt weitgehend WISSKIRCHEN & HÄUPLER (1998). Informationen zur Nutzung, Flächen- und Betriebsgröße sowie zur Besatzdichte pro Hektar (GV/ha) entnehmen wir dem Landwirtschaftlichen Informationssystem des Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Für jede Aufnahme wurden gewichtet nach dem Ertragsanteil der Arten die Zeigerwerte (ELLENBERG et al. 2003) und der Futterwert (BRIEMLE et al. 2002) berechnet. Als Arten der Roten Liste Bayern wurden alle Arten der Gefährdungskategorien 0, 1, 2, 3, V, R oder G der „Roten Liste gefährdeter Gefäßpflanzen“ (BAYLFU 2003) gewertet. Arten, die oft zur Nachsaat empfohlen werden, wurden zur Gruppe „erwünschte Arten“ (*Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Trifolium repens*) zusammengefasst. Andererseits wurden Gräser und Kräuter, deren Nutzen auf Grund ihres geringen Futterwertes oder ihrer Wachstumseigenschaften meist als gering eingeschätzt wird, die aber sehr häufig im Wirtschaftsgrünland vorkommen, als „unerwünschte Arten“ zu einer Gruppe zusammengestellt (*Taraxacum officinale*, *Poa trivialis*, *Rumex obtusifolius*, *R. crispus*, *Elymus repens*, *Bromus hordeaceus*).

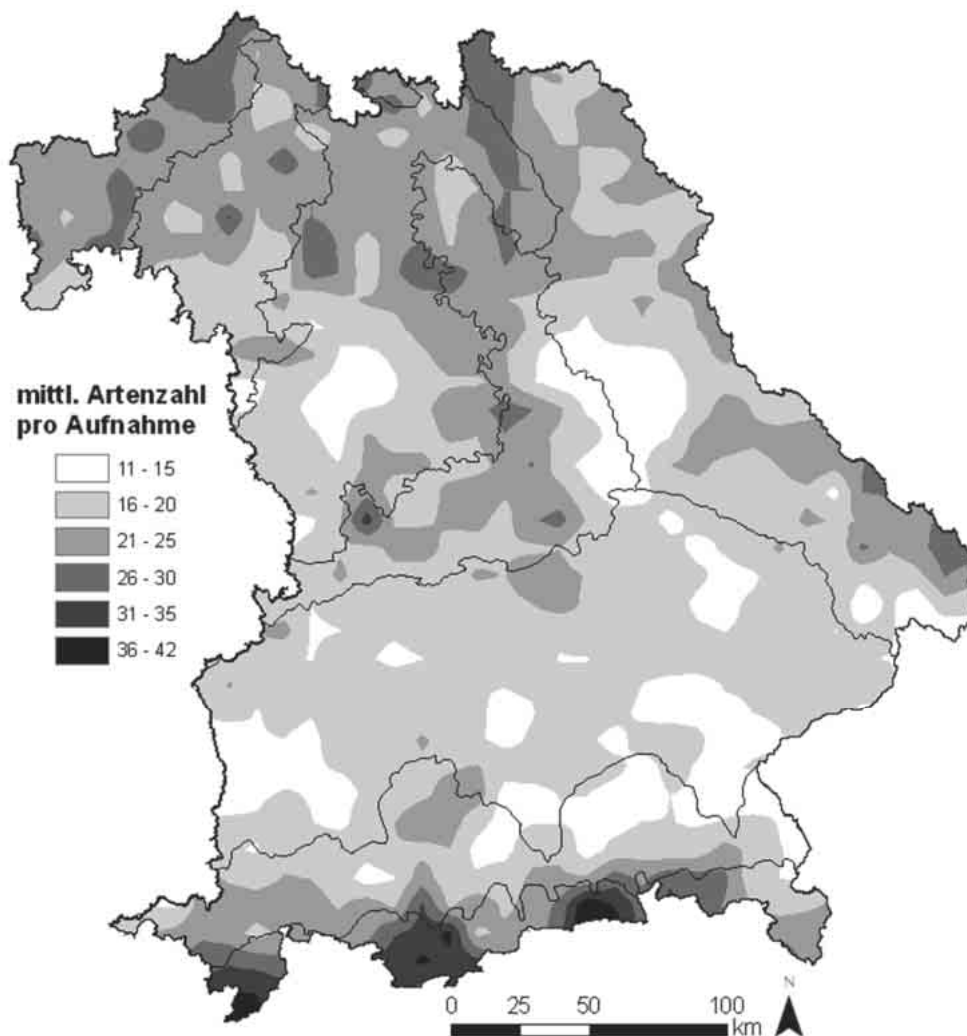


Abbildung 1: Räumliche Verteilung der mittleren Artenzahlen pro Aufnahme im bayerischen Grünland. Interpolation über Ordinary Kriging.

Als Kooperation von BUND Naturschutz in Bayern e.V. und Bayerischer Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) werden in Bayern seit 2009 jedes Jahr in einer anderen Region Wiesenmeisterschaften durchgeführt. Ziel des Projektes ist die Bedeutung von artenreichem

Grünland und die Leistung der Landwirte zum Erhalt solcher Flächen einer breiten Öffentlichkeit vorzustellen. Teilnehmen können Landwirte mit artenreichen Wiesen oder Weiden, deren Aufwuchs im landwirtschaftlichen Betrieb genutzt wird. Bewertungskriterien sind neben dem Artenreichtum der Fläche, landwirtschaftliche Merkmale, wie der Ertrag, die Nutzungselastizität und das Vorkommen giftiger oder invasiver Arten (negativ bewertet) und das zukunftsfähige Nutzungskonzept des Aufwuchses im Betrieb. Die Preisverleihung findet öffentlich im Rahmen einer Festveranstaltung mit Vertretern aus Politik, Landwirtschaft und Naturschutz statt.

Ergebnisse und Diskussion

Insgesamt wurden in den 6108 Vegetationsaufnahmen fast 800 verschiedene Pflanzenarten registriert, davon stehen 222 auf der Bayerischen Roten Liste (BAYLFU 2003). Durchschnittlich wurden 19,4 ($\pm 7,0$) Arten in den Vegetationsaufnahmen (25 m²) gefunden, wobei es allerdings starke regionale und auch nutzungsbedingte Unterschiede gab (Abb. 1; vgl. Kuhn et al. 2011).

Etwa 20 % der Vegetationsaufnahmen wiesen 25 und mehr Arten auf. Besonders in den hohen Lagen im Süden (Alpenrand), aber auch in den tiefer gelegenen niederschlagsarmen Lagen in Nordbayern finden sich artenreiche Flächen (vgl. auch HEINZ et al. 2008).

Die Artenzahl der Aufnahmen zeigt einen deutlichen negativen Zusammenhang mit der Nutzungsintensität (hier dargestellt als Besatzdichte GV/ha; Spearman-Korrelationskoeffizient $r=-0,38$), dem geschätzten Ertrag ($r=-0,46$), dem Futterwert ($r=-0,50$) und dem Stickstoff-Zeigerwert ($r=-0,44$) (Abb. 3). Mit dem Anstieg der Artenzahl steigt auch die Anzahl der Arten der Roten Liste Bayerns je Aufnahme ($r=0,45$) (Abb. 2).

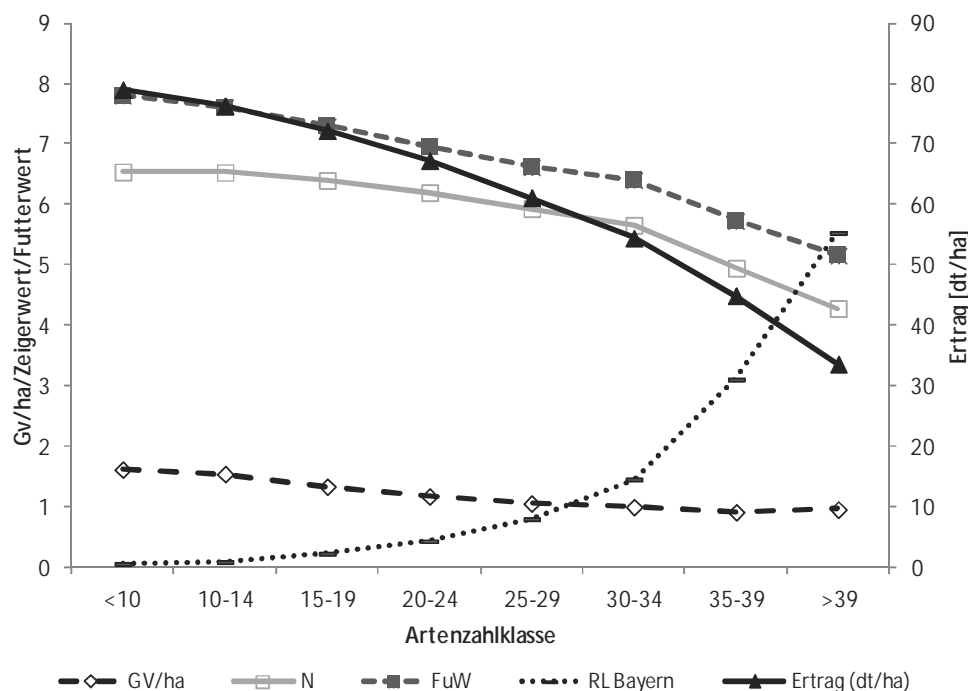


Abbildung 2: Mittelwerte von Besatzdichte (GV/ha), Stickstoff-Zeigerwert (N), Futterwert (FuW), Anzahl Arten der Roten Liste Bayern (RL Bayern, BAYLFU 2003) und geschätztem Ertrag (dt/ha, rechte Achse) bei steigender Artenzahl auf den Flächen des Grünlandmonitoring Bayern.

Artenreiche (≥ 25 Arten /25m²) und artenärmere Flächen (< 25 Arten/25 m²) unterscheiden sich in Standorts- und Nutzungseigenschaften und in der Vegetationszusammensetzung deutlich (Tabelle 1). Artenreiche Bestände sind durchschnittlich auf den schlechteren Böden

bei den größeren Betrieben mit geringerer Bestandesdichte (GV/ha) zu finden. Wobei sowohl bei der Betriebsgröße als auch bei der Größe der untersuchten Fläche die in diese Gruppe zählenden Almflächen für den starken Größenunterschied mitverantwortlich sind.

Tabelle 1: Mittelwerte (\pm Standardabweichung) von Standorts- und Nutzungseigenschaften sowie Vegetationskennzahlen des Grünlandmonitoring Bayern insgesamt, der Flächen mit weniger als 25 Arten/25m² und der artenreichen Flächen mit 25 und mehr Arten/25m². Signifikante Unterschiede zwischen Flächen mit <25 Arten und Flächen mit \geq 25 Arten sind mit * gekennzeichnet (Wilcoxon Zwei-Stichproben-Test, $p < 0,05$).

	GLM gesamt	<25 Arten	\geq 25 Arten	
Anzahl Aufnahmen	6108	4856	1252	
Höhe über NN (m)	488,4 (\pm 165,8)	484,2 (\pm 144,4)	504,4 (\pm 230)	n.s.
Grünlandzahl	42,3 (\pm 12)	43,8 (\pm 11,1)	36,2 (\pm 13,4)	*
Flächengröße (ha)	2,9 (\pm 7,9)	2,5 (\pm 2,9)	4,4 (\pm 16,7)	*
Betriebsgröße (ha)	60,8 (\pm 62,1)	58,5 (\pm 60,6)	70,1 (\pm 67,1)	*
Grünlandfläche (ha)	27,8 (\pm 36)	25,4 (\pm 26,6)	37,6 (\pm 59,8)	*
GV/ha (Betrieb)	1,3 (\pm 0,5)	1,4 (\pm 0,5)	1 (\pm 0,4)	*
Geschätzter Heuertrag (dt/ha)	69 (\pm 16,2)	72,2 (\pm 13,9)	56,5 (\pm 18,5)	*
Artenzahl je Aufnahme (25 m ²)	19,4 (\pm 7)	16,7 (\pm 4,4)	29,8 (\pm 5,3)	*
Eveness	67,7 (\pm 10,5)	66,4 (\pm 10,6)	73 (\pm 7,9)	*
Ertragsanteil Gräser (%)	73,1 (\pm 16,4)	74,8 (\pm 16,4)	66,1 (\pm 14,7)	*
Ertragsanteil Kräuter (%)	19,5 (\pm 13,7)	17,6 (\pm 13,3)	27,2 (\pm 12,4)	*
Ertragsanteil Leguminosen (%)	7,4 (\pm 9,5)	7,6 (\pm 10)	6,7 (\pm 7)	*
Lichtzahl (L)	7 (\pm 0,4)	7 (\pm 0,4)	7 (\pm 0,3)	n.s.
Stickstoffzahl (N)	6,4 (\pm 0,8)	6,6 (\pm 0,7)	5,8 (\pm 1)	*
Temperaturzahl (T)	5,8 (\pm 0,6)	5,9 (\pm 0,6)	5,4 (\pm 0,6)	*
Feuchtezahl (F)	5,6 (\pm 0,6)	5,6 (\pm 0,5)	5,6 (\pm 0,7)	n.s.
Futterwert (nach Briemle et al. 2002, Werte 1 bis 9)	7,1 (\pm 1,1)	7,3 (\pm 1)	6,4 (\pm 1,1)	*
Ertragsanteil unerwünschte Arten (%)	16,2 (\pm 13,6)	17,9 (\pm 14,1)	8,9 (\pm 8,1)	*
Ertragsanteil erwünschte Arten (%)	19,3 (\pm 18,2)	21,4 (\pm 18,9)	10,6 (\pm 11,7)	*
Anzahl Arten je Aufnahme der regionalen RL	0,3 (\pm 0,8)	0,2 (\pm 0,5)	0,7 (\pm 1,4)	*
Anzahl Arten je Aufnahme der Bayerischen RL	0,5 (\pm 1,2)	0,2 (\pm 0,6)	1,4 (\pm 2,2)	*
Anzahl Arten je Aufnahme der Deutschen RL	0,1 (\pm 0,6)	0 (\pm 0,3)	0,2 (\pm 1,1)	*

Während bei artenärmeren Beständen meist nur zwei bis vier Arten den größten Anteil des Ertrages stellen, sind auf Flächen mit einer höheren Artenzahl die Arten gleichmäßiger verteilt und mehr Arten am Ertrag beteiligt. Dies spiegelt sich in der höheren Evenness bei artenreichen Flächen wider. Der größte Teil der gefundenen Arten sind Kräuter. Ihr Ertragsanteil liegt mit 27 % bei artenreichen Flächen deutlich über dem Durchschnitt (19 %); der Gräseranteil (66 %) ist deutlich niedriger als im Durchschnitt aller Flächen (73 %). Arten die oft nachgesäht werden (erwünschte Arten) kommen in artenreichen Beständen in geringeren Anteilen vor. Allerdings ist auch der Anteil unerwünschter Arten, wie z.B. Gemeine Risppe (*Poa trivialis*) bei artenreichen Beständen geringer als in artenärmeren, was auf eine Förderung dieser Arten durch eine intensivere Nutzung hindeutet (vgl. auch KUHN et al. 2011). Geschätzter Ertrag und Futterwert der artenreichen Flächen liegen deutlich unter dem Durchschnitt im Grünlandmonitoring Bayern und unterscheiden sich signifikant von den ar-

tenärmeren Flächen. Die Prämien der Agrarumweltmaßnahmen für die extensive Bewirtschaftung artenreicher Flächen sollen hier einen finanziellen Ausgleich für die Landwirte bringen. Die Korrelation von Artenreichtum und Nutzungsintensität zeigt, dass die Artenzahl oder auch Kennarten für eine hohe Artenzahl gute Indikatoren für eine extensive Nutzung mit hoher Biodiversität darstellen (HEINZ et al. 2013). Ab 2015 ist auch in Bayern die Einführung einer Agrarumweltmaßnahme nach dem Prinzip der ergebnisorientierten Honorierung geplant (HEINZ et al. 2014). Das bedeutet, dass nicht eine bestimmte Bewirtschaftungsmaßnahme gefordert wird wie z.B. der Verzicht auf Mineraldünger und flächendeckenden Pflanzenschutz bzw. ein später Schnitttermin (15. Juni oder 1. Juli), sondern das Ergebnis – bei artenreichem Grünland – die Artenvielfalt honoriert wird. Die Artenvielfalt wird mit Hilfe einer vorgegebenen Kennartenliste bewertet. Vorteil ist, dass der Landwirt selbstständig ohne einschränkende Maßnahmen oder starre Termine eine für den Schlag angepasste Bewirtschaftung durchführen kann. Es liegt allerdings auch in der Verantwortung des Landwirtes, dass das Ergebnis in Form des Artenreichtums erreicht und erhalten wird.

Da die Fläche bereits zu Beginn der Förderung die Kennarten aufweisen muss, ist in den meisten Fällen eine Beibehaltung der bisherigen Bewirtschaftung sinnvoll. Eine Intensivierung durch die Erhöhung der Schnitzzahl, frühere Schnitttermine als bisher üblich oder eine stärkere Düngung könnten zum Ausbleiben der Kennarten führen, so dass die Förderkriterien nicht mehr erfüllt sind. Agrarumweltprogramme auf der Basis der ergebnisorientierten Honorierung werden z.B. in Baden-Württemberg seit mehr als zehn Jahren als ein Bestandteil des MEKA angeboten und erfahren eine hohe Akzeptanz bei den Landwirten (OPPERMANN & GUJER 2003). Seit 2007 gibt es solche Programme in verschiedenen Bundesländern (z.B. Thüringen, Nord-Rheinwestfalen, Brandenburg).

Eine entsprechende Verwendung des Aufwuchses von artenreichen Flächen muss individuell sowohl an die Qualität der Ernte als auch an den Betrieb angepasst sein. Eine universelle Lösung gibt es hier nicht, da auch regionale Gegebenheiten eine wichtige Rolle spielen. Je nach Qualität lässt sich der Aufwuchs als kräuterreiches Pferdeheu verkaufen oder in der Schaf- oder Mutterkuhhaltung einsetzen. Auch in einem Milchviehbetrieb kann weniger energiereiches Futter für Trockensteher oder Jungvieh verwendet werden. Untersuchungen des Ertrages und der Nährstoffgehalte an 150 Praxisflächen im bayerischen Grünland zeigen, dass sich der Aufwuchs zwei- bis dreimal geschnittener Bestände durchaus in der Milchviehration verwenden lässt, allerdings nur bei geringerem Milchleistungsniveau (20 kg/Tag, DIEPOLDER et al. 2014, in diesem Band). Aus der Eifel gibt es Beispiele, wo Heu von artenreichen Flächen bereits seit zehn Jahren sehr erfolgreich in die Ration der Milchkühe einbezogen wird. Da sich die Energiegehalte hier als deutlich höher (bis zu 5,5 NEL) herausgestellt haben, als früher angenommen wurde, wird es von einer Reihe von Betrieben in begrenzten Mengen als strukturreiches, gutes Raufutter anstelle von Stroh auch an laktierende Kühe verfüttert.

Auch Betriebe mit hoher Milchleistung (Stalldurchschnitt 7500 bis 10500 l/Kuh) können auf diese Weise einen Anteil von 10 bis 30 % artenreiches Grünland in den Betrieb integrieren (SCHUHMACHER 2007). Andere Untersuchungen zeigen, dass kräuterreiches Heu in der Ration die Gesamtfuttermittelaufnahme steigern kann. Entscheidend für den Erfolg ist hier eine gute Planung der Futtermittelaufnahme.

Auch die Teilnehmer der Wiesenmeisterschaften in Bayern zeigen eindrucksvoll die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten von artenreichem Grünland. Die Beispiele reichen von einer durchorganisierten Beweidung mit Milchkühen, dem Einsatz des Heus im Jungviehbereich oder als Medizinalheu bis zum Einsatz in der Sauenhaltung als Kombination aus ergänzender Rohfaser in der Fütterung und Beschäftigung in der Bucht. All diese Nutzungsbeispiele zeigen, dass eine Integration des Aufwuchses artenreicher Flächen in den landwirtschaftlichen Betrieb möglich ist, aber gute Kenntnisse und meist einen Mehraufwand erfordert.

Schlussfolgerungen

Noch bis in die 60ziger Jahre bildeten zwei (selten drei) Mal gemähte Glatthaferwiesen mit zahlreichen blühenden Kräutern die Grundlage der Grünlandwirtschaft. Inzwischen werden mittlere Standorte mit günstigen Ausgangsbedingungen in Bayern meist intensiv als Vielschnittwiese, Mähweide oder Weidelgras-Weide genutzt. Die besten Standorte wurden zu

Äckern umgebrochen. Die Erhaltung artenreicher Grünlandbestände trägt wesentlich zum Erhalt der Biodiversität in der Agrarlandschaft bei und sollte durch Forschung, Förderung und Beratung unterstützt werden. Den Landwirten kommt hier eine Schlüsselrolle zu, da der Artenreichtum im Grünland nur durch eine angepasste Nutzung zu erhalten ist. Die positive Darstellung der Leistung der Landwirte für artenreiches Grünland z.B. im Rahmen von Wettbewerben trägt zum Bewusstsein und auch zur Bereitschaft Grünland zu erhalten bei.

Literatur

- BAYLFU - BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (HRSG.) (2003): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. - Augsburg - *Schriftenreihe* 165: 372 S.
- BMU - BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (HRSG.) (2011): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. - Silber Druck oHG, Niestetal. 3. Auflage: 180 S.
- BRIEMLE, G.; NITSCHKE, S. & NITSCHKE, L. (2002): Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes. - Bonn (Bundesamt für Naturschutz). *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 38: 203-225.
- DIEPOLDER, M., S. RASCHBACHER & HEINZ, S. (2014): Erträge und Mineralstoffgehalte von Schnittpflanzen bayerischer Grünlandflächen mit unterschiedlicher Nutzungsintensität. In diesem Band.
- 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.
- GEROWITT, B., SCHRÖDER, S.; DEMPFLER, L. ET AL.; WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT FÜR BIODIVERSITÄT UND GENETISCHE RESSOURCEN BEIM BMELV (2013): Biodiversität im Grünland – unverzichtbar für Landwirtschaft und Gesellschaft. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: 20 S.
- HEINZ, S., MAYER, F. & KUHN, G. (2013): Grünlandmonitoring als Instrument zur Entwicklung einer Kennartenliste für artenreiches Grünland. *Natur und Landschaft* 9/10: 386-391.
- HEINZ, S.; MAYER, F. & KUHN, G. (2008): Agricultural grassland in Bavaria – interrelationship of diversity and management. - *Grassland Science in Europe* 13, Biodiversity and Animal Feed, Future Challenges for Grassland production: 910-913.
- HEINZ, S., MAYER, F. & KUHN, G. (2014): Artenreiches Grünland – Ergebnisorientierte Grünlandnutzung, Bestimmungshilfe. *LfL-Information*: 32 S.
<http://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/069544/index.php>
- KLAPP, E. & STÄHLIN, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. - Stuttgart (Ulmer): 122 S.
- KORNECK D. & SUKOPP H. (1988): Rote Liste der in der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten- und Biotopschutz. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 19: 210 S.
- KUHN, G., HEINZ, S. & MAYER, F. (2011): Grünlandmonitoring Bayern – Ersterhebung der Vegetation 2002-2008. *Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft* 3: 161 S.
- MAYER, F., HEINZ, S. & KUHN, G. (2012): Botanische Artenvielfalt des extensiven Wirtschaftsgrünlands in Bayern. 17. *Alpenländisches Expertenforum* 2012: 9-16.
- OPPERMANN, R. & GUJER, H.U. (2003): Artenreiches Grünland bewerten und fördern – MEKA und ÖQV in der Praxis. Ulmer Verlag: 199 S.
- OPPERMANN, R. & BRIEMLE, G. (2009): Artenreiche Wiesen und Weiden – Umfang und Bedeutung für Baden-Württemberg. In: SCHREIBER, K.F., H. J. BRAUCKMANN, G. BROLL, S. KREBS UND P. POSCHLOD (HRSG.): Artenreiches Grünland in der Kulturlandschaft. 35 Jahre Offenhaltungsversuche Baden-Württemberg. - Heidelberg (verlag regionalkultur) - Naturschutz-Spektrum-Themen 97: 49-62.
- PÖTSCH, E. (2010): Multifunktionalität und Bewirtschaftungsvielfalt im österreichischen Grünland.- 16. *Alpenländisches Expertenforum* „Biodiversität im Grünland“, BAL Gumpenstein: 1-10.
- SCHUHMACHER, W. (2007): Bilanz – 20 Jahre Vertragsnaturschutz. *Naturschutz-Mitteilungen* 1/07: S. 21-28.
- WILSON, J. B., PEET, R. K., DENGLER, J. & PÄRTEL, M. (2012): Plant species richness: the world records. *Journal of Vegetation Science* 23:796-802.
- WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. - Stuttgart (Ulmer): 765 S.

Rolle des Phosphors als Steuerungsgröße des Stickstoffertrages und der Phytodiversität ökologisch bewirtschafteter

Dauergrünlandbestände

B. Mahnke und J. Müller

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

barbara.mahnke@uni-rostock.de

Einleitung und Problemstellung

Neben dem Schaffen von Voraussetzungen zur Erzielung hoher Grundfutterleistungen und der Bereitstellung von Stickstoff für den Ackerbau spielen auf ökologisch bewirtschafteten Grünlandstandorten die Erhaltung und Erhöhung der Artenvielfalt eine außerordentlich große Rolle (GOTTARDI *et al.*, 2005; RAHMANN, 2002). Entscheidend für die gedeihliche Entwicklung der stickstofffixierenden Grünlandleguminosen ist eine hinreichende Phosphor(P)versorgung (ACUÑA & WILMAN, 1993; PARFITT *et al.*, 2005). Überhöhte Boden-P-Gehalte wirken sich allerdings nach JANSSENS *et al.* (1998), MCCREA *et al.* (2004), WRAGE *et al.* (2010), ZELNIK, I. & ČARNI, A. (2013) sowie CEULEMANS *et al.* (2014) negativ auf die Biodiversität aus. Vor diesem Hintergrund wird im BÖLN-Projekt der Effekt der Phosphorversorgung auf die Zusammensetzung von Pflanzenbeständen unter besonderer Berücksichtigung der Grünlandleguminosen, deren Funktionalität und der Phytodiversität untersucht. Ziel ist es, Methoden eines praxisorientierten P-Managements ökologisch bewirtschafteten Grünlands aufzuzeigen. Im Beitrag sollen das Projekt, die verfolgten experimentellen Ansätze und ferner erste Ergebnisse der Felderhebungen vorgestellt sowie diskutiert werden.

Stand des Wissens

Phosphor als essentieller Pflanzennährstoff führt bei Überdüngung landwirtschaftlicher Nutzflächen zur Anreicherung von P im Boden und infolge Austrags zur Eutrophierung von Oberflächengewässern. Aufgrund dessen und der schwindenden Phosphatreserven mit vergleichsweise niedrigen Gehalten an Schadstoffen, sind angepasste P-Düngestrategien gefragt, welche ein besseres Verständnis der Boden-Pflanzen-Dynamik hinsichtlich der P-Versorgung voraussetzen (WHITERS *et al.*, 2014). Leguminosen weisen einen erhöhten P-Bedarf auf. P-Defizite können zu geringeren Anteilen an der Narbe, geringeren Stickstoff(N)fixierungs- und Photosyntheseleistungen sowie in der Folge zu markanten Ertrags Einschränkungen führen (ACUÑA & WILMAN 1993; HØGH-JENSEN *et al.*, 2002; KÄDING *et al.*, 2003). Die unterschiedlichen Leguminosenarten weisen einen spezifischen P-Bedarf auf. Während Weißklee (*Trifolium repens*) auf eine hohe P-Versorgung angewiesen ist (LOWTHER, 1991; ACUÑA & WILMAN, 1993) zeigt *Lotus pedunculatus* (Sumpf-Hornklee) bei P-Mangel eine effizientere P-Nutzung (HART & JESSOP, 1984; LOWTHER, 1991). Demgegenüber steht die Forderung nach Erhalt und Entwicklung der Biodiversität. Aus Metaanalysen europäischer Grünlanddaten (JANSSENS *et al.*, 1998; CEULEMANS *et al.*, 2014) wird eine streng negative Beziehung zwischen dem Artenreichtum und den Boden-P-Gehalten abgeleitet. Den Autoren war es dennoch nicht möglich, kritische P-Schwellenwerte für die Phytodiversität anzugeben. GÜSEWELL (2004) schlägt für die Bestimmung des Trophiestatus von Grünland und der damit einhergehenden potenziellen Gefährdung der Biodiversität die Verwendung der N:P-Ratio des Pflanzenmaterials vor. Auch LIEBISCH *et al.* (2013) konnten eine Verbesserung der Bewertung der P-Verfügbarkeit im Grünland bei gleichzeitiger Einbeziehung von N feststellen (N_P-Ratio und PNI). Die Autoren ermittelten, dass P-Konzentrationen von 2,1-3,0 mg P g⁻¹ ausreichend für das Pflanzenwachstum und optimal für

eine effiziente P-Nutzung im Grünland seien. Für N:P- und K:P-Ratios leiteten sie Optimalwerte von 5,5-9,0 bzw. 6,0-10,5 ab.

Projektziele

- Kann auf typischen, naturschutzfachlich bedeutsamen Grünlandstandorten Nordostdeutschlands ein Zusammenhang zwischen der Präsenz und dem Deckungsgrad von Grünlandleguminosen einerseits sowie der Phytodiversität andererseits hergestellt werden?
- Welche Rolle spielen Bodentyp und Nutzungsart im Hinblick auf diese Relationen?
- Gibt es Unterschiede zwischen *Trifolium repens* und anderen Leguminosen des Dauergrünlandes hinsichtlich der pedotrophischen Beschaffenheit ihrer unmittelbaren Umgebung?
- Welche P-Fraktion eignet sich am besten zur Abschätzung des P-Trophiestatus des Bodens im Hinblick auf dessen Einschränkung der botanischen Artenvielfalt?
- Eignen sich Boden- oder Pflanzenparameter oder aber eine Kombination beider besser zur Abschätzung des P-Versorgungsstatus der Grünlandleguminosen?
- Können Schwellenwerte für das Vorkommen von Grünlandleguminosen als auch für die Phytodiversität abgeleitet werden?

Versuchsansätze

Die für das Erreichen der Projektziele notwendigen Daten werden mittels umfangreicher Felderhebungen in Mecklenburg-Vorpommern mit den Schwerpunkten Warnowiederung und Peenetal sowie durch Feldversuche auf einer konventionell (Neu Heinde) und einer ökologisch bewirtschafteten Fläche (Gut Prebberede) mit nachgewiesenem P-Mangel über einen Zeitraum von zwei Hauptnutzungsjahren gewonnen. Beide Versuchsflächen befinden sich in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander, etwa 30 km südöstlich von Rostock in der Nähe von Laage (53° 56' N, 12° 21' O). Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 8,7°C, der mittlere jährliche Niederschlag liegt bei 607mm (1981-2010, Deutscher Wetterdienst, Station Laage).

Die Versuchsfelder wurden im Frühjahr 2014 als randomisierte Blockanlagen mit insgesamt 18 Behandlungsvarianten angelegt, die sich aus den Faktoren Art des Pflanzenbestandes und Düngesystem ergeben (Tab. 1). Jedes einzelne Versuchsfeld besteht aus 12 Varianten in vier Blöcken mit 48 1,5m x 5,5m großen Parzellen. Bei der Art des Pflanzenbestandes handelt es sich bis auf Stufe d (ohne Klee) um ein Klee-Gras-Gemenge mit *Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis* und *Festuca pratensis* sowie je nach Faktorstufe mit den Kleearten *Trifolium repens* (kleinblättrig und großblättrig) und *Lotus corniculatus*. Neben unterschiedlichen Leguminosenarten sollen bei den Feldversuchen auch verschiedene Phosphor-Dünger eingesetzt werden. Aufgrund der beschriebenen Problematik der schwindenden Phosphatreserven und den aktuellen Forschungen auf Bundes-, EU- und internationaler Ebene zum Phosphor-Recycling (z.B. RÖMER, 2013) sind dies neben einem handelsüblichen Referenzpräparat auch Düngemittel aus recyceltem Phosphor: Knochenkohle aus Tiermehl sowie die Produkte AshDec (Glühphosphat, Outotec) und Leachphos (Calciumphosphat, BSH Umweltservice AG) aus Klärschlammasche.

Auf Ebene der Versuchsanlagen und Bewirtschaftungseinheiten erfolgen neben vollständigen Vegetationsaufnahmen mit Schätzung der Deckungs- und Ertragsanteile funktioneller Gruppen (Süßgräser, Sauergräser, Leguminosen, Kräuter) im Frühjahr und Sommer repräsentative Bodenbeprobungen. Die Parameter Leguminosenart, -anteil, Verteilung und Vitalität der ausdauernden Leguminosen sowie Diversitätskennzahlen sollen den Phosphorkonzentrationen und -fraktionen im Boden gegenübergestellt werden.

Tabelle 1: Faktoren und Stufen der Parzellenversuche im PhosphorusLegumesDiversity-Projekt. (Die Nomenklaturen einzelner Behandlungsvarianten ergeben sich aus einer Kombination der Stufenkürzel (fett gedruckt) in der Reihenfolge Art des Pflanzenbestandes+Düngesystem)

	Faktor	Stufe
Ökologisch, Gut Prebberede	Art des Pflanzenbestandes	Trifolium repens sylvestre (a) Trifolium repens giganteum (b) Lotus corniculatus (c) ohne Klee (d)
	Düngesystem	0-P (kein Dünger) (I) TIMAC (II) Knochenkohle (III)
Konventionell, Neu Heinde	Art des Pflanzenbestandes	Trifolium repens (a) Lotus corniculatus (c) ohne Klee (d)
	Düngesystem	0-P (kein Dünger) (I) TIMAC (II) AshDec (IV) Leachphos (V)

Eine der Erhebungsflächen des Projekts befindet sich auf dräniertem tiefgründigen Niedermoor in der Warnowniederung, etwa 20 km südlich von Rostock. Seit 1992 werden auf dem nun repräsentativen Niedermoorgrünland mit typischen Feuchtwiesenvertretern keine Düngemittel mehr ausgebracht. 1999 wurde hier eine Versuchsanlage mit vier Trophie-Varianten und je vier Wiederholungen angelegt (Tab. 2). Die Nutzung erfolgt dreischnittig.

Tabelle 2: Faktorstufen und deren Abkürzungen (fett gedruckt) der Erhebungsfläche in Kambs.

Faktor	Stufe	Bemerkungen
Düngung	1	Ohne Düngung (Ohne)
	2	160 kg N, 160 kg K, 48 kg P in 3 Teilgaben je ha und Jahr (NPK)
	3	160 kg K, 48 kg P je ha und Jahr (PK)
	4	160 kg K je ha und Jahr (K)

Für die Jahre 2007, 2009 und 2014 liegen für die vor dem ersten Schnitt durchgeführten Bonituren vollständige Vegetationsaufnahmen vor. In der ersten Arbeitsphase des Projekts wurde anhand dieser Daten des Niedermoorstandortes mittels Varianzanalyse (ANOVA) geprüft, ob zwischen den Trophiestufen und den Leguminosenanteilen Zusammenhänge festzustellen ist. Die Daten wurden mit dem Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung geprüft. Die statistische Auswertung erfolgte mit R (Version 3.0.2, R CORE DEVELOPMENT TEAM 2011).

Erste Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt den positiven Einfluss der PK-Düngung auf die Präsenz und den Deckungsanteil der Leguminosen in allen drei Jahren. 2009 ist der Leguminosenanteil mit 38% besonders hoch. Während sich die Ergebnisse von 2007 und 2009 ähneln, zeigt 2014 ein anderes Bild. Der Anteil der Süßgräser in Variante „Ohne“ ist deutlich gesunken, während der Kräuteranteil, vor allem durch einen erhöhten Anteil von *Filipendula ulmaria* (Mädesüß) gestiegen ist. Die Varianten „NPK“ und „PK“ zeigen mit Deckungsanteilen von durchschnittlich 83% und 72% eine deutlich höhere Präsenz der Süßgräser als in den Vergleichsjahren. *Cirsium oleraceum* (Kohldistel) tritt 2014 vor allem bei „NPK“ und „PK“ erhöht auf und erklärt neben der Dominanz der Süßgräser, dass *Trifolium repens* aufgrund seiner Lichtbedürftigkeit zurückgedrängt wird.

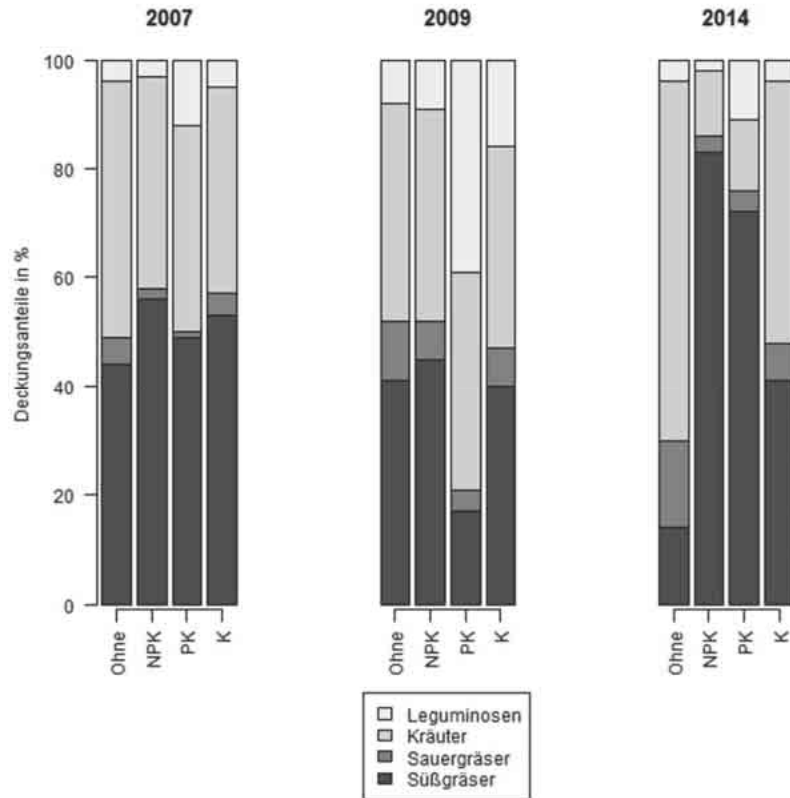


Abbildung 1: Deckungsanteile der funktionellen Gruppen an der Gesamtdeckung für die Düngevarianten „Ohne“, „NPK“, „PK“ und „K“ der Jahre 2007, 2009 und 2014. Ergebnisse der Bonitur vor dem ersten Schnitt. Mittelwerte der Wiederholungen.

Mit der ANOVA und anschließendem Tukey-Test konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Deckungsanteil der Leguminosen insgesamt und den Düngevarianten „Ohne“ und „PK“ sowie signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Düngevarianten nachgewiesen werden (Abb. 2, Tab. 3).

Tabelle 3: Ergebnisse der Prüfung mittels ANOVA auf signifikante Effekte der Düngevarianten „Ohne“, „NPK“, „PK“ und „K“ auf den Deckungsgrad der Leguminosen (Jahre 2007, 2009 und 2014. *p*-Werte, Signifikanzniveaus 0.001***; 0.01** ; 0.05*).

Erhebungsjahr	Ohne	NPK	PK	K
2007	0.0175 *	0.4992	0.0108 *	0.0216 *
2009	0.0000 ***	0.6077	0.0023 **	0.1716
2014	0.0018 **	0.0890 .	0.0036 **	0.6465

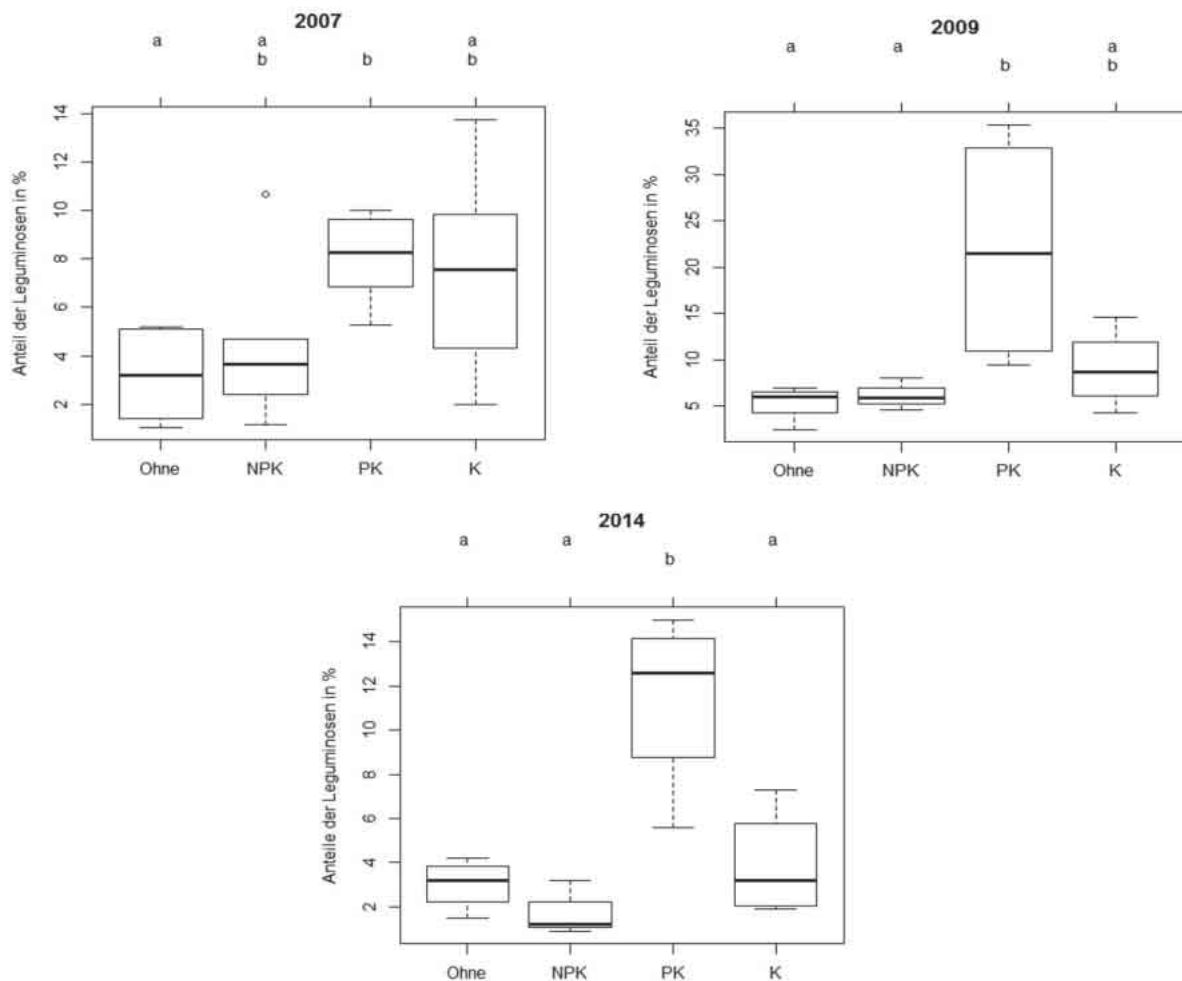


Abbildung 2: Vergleich der Lagemaße des Anteils der Leguminosen an der Gesamtddeckung der Düngevarianten „Ohne“, „NPK“, „PK“ und „K“ der Jahre 2007, 2009 und 2014. Dicke Linie: Median. Länge der Box: Interquartilsabstand. Länge der Whisker: Markieren die Daten, die innerhalb der Grenzen vom 1,5-fachen des Interquartilsabstands liegen. Kreis: Ausreißerverdächtig. Signifikante Unterschiede (Tukey) sind mit den Buchstaben *a* und *b* dargestellt.

Tabelle 4: Mittlere Artenzahl der Düngevarianten „Ohne“, „NPK“, „PK“ und „K“ der Jahre 2007, 2009 und 2014. Ergebnisse der Bonitur vor dem ersten Schnitt. Mittelwerte der Wiederholungen.

Erhebungsjahr	Ohne	NPK	PK	K
2007	29,50	28,00	28,50	27,00
2009	18,50	22,00	22,00	23,00
2014	25,50	22,75	24,75	24,25

Ausblick

Dass eine gute Phosphorversorgung keinesfalls zwangsläufig zu einer geringen Phytodiversität führt, belegt Tab. 4. Die wenigen bisherigen Auswertungen der Herbsthebungen im Peenetal (hier nicht dargestellt) zeigen darüber hinaus, dass der Boden-P-Gehalt (DL) allein offenbar kein hinreichender Prädiktor für die Präsenz von Grünlandleguminosen auf extensiv bewirtschafteten Weiden ist. Es bleibt weiteren Erhebungen vorbehalten zu ergründen, inwieweit dies auch auf deren Ökosystemleistungen zutrifft. Auch sollte die Diskussion des Zusammenhangs zwischen Leguminosen und korrespondierender Vegetationsstruktur nicht unabhängig von der Nutzung und den räumlichen Skalenebenen geführt werden, was in den Metaanalysen nicht oder nur sehr eingeschränkt erfolgte. Die Daten der Erhebungen sollten

es zudem ermöglichen, die weniger oft untersuchten autochthonen Grünlandleguminosen wie *Lathyrus pratensis*, *Lotus pedunculatus* oder *Trifolium fragiferum* im Hinblick auf Ihren P-Bedarf präziser zu charakterisieren.

Literatur

- ACUÑA, G.H. und WILMAN, D. (1993): Some effects of added phosphorus on perennial ryegrass-white clover swards. *Grass and Forage Science* 48, 416-420.
- CEULEMANS, T., STEVENS, C.J., DUCHATEAU, L., JAQUEMYN, H., GOWING, D.J.G., MERCKX, R., WALLACE, H., VAN ROOIJEN, N., GOETHEM, T., BOBBINK, R., DORLAND, E., GAUDNIK, C., ALARD, D., CORCKET, E., MULLER, S., DIESE, N.B., DUPRÉ, C., DIEKMANN, M. & HONNAY, O. (2014): Soil phosphorus constrains biodiversity across European grasslands. *Global Change Biology*. Accepted Article (13.5.2014). doi: 10.1111/gcb.12650
- GOTTARDI, S., FRICKE, T., SPATZ, G. & WACHENDORF, M. (2005): Quantitative Untersuchung des Einflusses verschiedener Standortfaktoren auf das Vorkommen von Weißklee in einem ökologisch bewirtschafteten Grünlandbestand. *Mitt. der AG Grünland und Futterbau* 7, 73-76.
- GÜSEWELL, S. (2004): N:P ratios in terrestrial plants: variation and functional significance. *New Phytologist* 164, 243-266.
- HART, A.L. & JESSOP, D. (1984): Leaf phosphorus fractionation and growth responses to phosphorus of the forage legumes *Trifolium repens*, *T. dubium* and *Lotus pedunculatus*. *Physiologia Plantarum* (3), 61, 435-440.
- HØGH-JENSEN, H., SCHJOERRING, J.K. & SOUSSANA, J.-F. (2002): The Influence of Phosphorus Deficiency on Growth and Nitrogen Fixation of White Clover Plants. *Annals of Botany* 90, 745-753.
- JANNSENS, F., PEETERS, A., TALLOWIN, J.R.B., BAKKER, J.P., BEKKER, R.M., FILLAT, F. & OOMES, M.J.M. (1998): Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil* 202, 69-78.
- KÄDING, H., WERNER, A. & SCHALITZ, G. (2003): Auswirkungen langjähriger N-Düngung auf Standorteigenschaften, Erträge, Stoffgehalte und Vegetationszusammensetzung des Niedermoorgrünlandes. *Pflanzenbauwissenschaften* 7 (1), 13-20.
- LIEBISCH, F., BÜNEMANN, E.K., HUGUENIN-ÉLIE, O., JEANGROS, B., FROSSARD, E. & OBERSON, A. (2013): Plant phosphorus nutrition indicators evaluated in agricultural grasslands managed at different intensities. *European Journal of Agronomy* 44, 67-77.
- LOWTHER, W.L. (1991): Comparison of Maku lotus (*Lotus pedunculatus*)-based and clover (*Trifolium* spp.)-based swards with and without regular phosphorus fertilizer. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 34, 335-339.
- MCCREA, A.R., TRUEMAN, I.C. & FULLEN, M.A. (2004): Factors relating to soil fertility and species diversity in both semi-natural and created meadows in the West Midlands of England. *European Journal of Soil Science* 55, 335-348.
- PARFITT, R.L., YEATES, G.W., ROSS, D.J., MACKAY, A.D. & BUDDING, P.J. (2005): Relationships between soil biota, nitrogen and phosphorus availability, and pasture growth under organic and conventional management. *Applied Soil Ecology* 28, 1-13.
- R CORE DEVELOPMENT TEAM (2011): R: A Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna. Available online at <http://www.R-project.org/>.
- RAHMANN, G. (2002): Biodiversität und Ökologischer Landbau gehören zusammen! *Katalyse Nachrichten* 35 (1), 1-8.
- RÖMER, W. (2013): Phosphor-Düngewirkung von P-Recyclingprodukten. *Korrespondenz Abwasser, Abfall* (60) 3, 202-215.
- WHITERS, P.J.A., SYLVESTER-BRADLEY, R., JONES, D.L., HEALEY, J.R. & TALBOYS, P.J. (2014): Feed the Crop Not the Soil: Rethinking Phosphorus management in the Food Chain. *Environmental Science & Technology* 48 (12), 6523-6530.
- WRAGE, N., CHAPUIS-LARDY, L. & ISSELSTEIN, J. (2010): Phosphorus, Plant Biodiversity and Climate Change. In: Lichtfouse, E. (ed.): *Sociology, Organic farming, Climate Change and Soil Science. Sustainable Agriculture Reviews* 3, 147-169.
- ZELNIK, I. und ČARNI, A. (2013): Plant species diversity and composition of wet grasslands in relation to environmental factors. *Biodiversity and Conservation* 22, 2179-2192.

Bekämpfungsstrategien gegen Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*) und deren Auswirkungen auf die botanische Zusammensetzung artenreicher Wiesen

M. Seither und M. Elsässer

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

melanie.seither@lazbw.bwl.de

Einleitung und Problemstellung

Colchicum autumnale ist eine hoch giftige Pflanze mit weiter Verbreitung im Extensivgrünland in Deutschland und anderen europäischen Ländern. Das Aufkommen bzw. die Zunahme von Herbstzeitlose und anderen Giftpflanzen folgt häufig der Einführung von Agrarumweltmaßnahmen, die einen späten ersten Schnitt zur Erhaltung der Pflanzenartenvielfalt vorschreiben. Intensive Grünlandnutzung, d. h. ein früher erster Schnitt im Mai und hohe Düngegabe, schwächt Herbstzeitlose (DIERCKS and JUNKER, 1959 in Jung et al., 2011; Stählin, 1969; Elsässer et al., 2009; Jung et al., 2011). Daher kommt Herbstzeitlose fast nie auf Grünland mit Silagenutzung vor.

Für die Erhaltung von artenreichen Wiesen ist die Weiterführung einer extensiven Nutzungsweise Voraussetzung. Futter, das Herbstzeitlose enthält, kann nicht an das Vieh verfüttert werden, da die Giftigkeit auch nach dem trocknen oder silieren erhalten bleibt. Die tödliche Dosis für Rinder liegt etwa bei einem mg Colchicin je kg Lebendgewicht (KÜHNERT, 1991 in CliniPharm CliniTox 2013). Während des Reifens der Pflanzen nimmt der Alkaloidgehalt in den Pflanzen zu; den höchsten Giftgehalt weisen die Samenkapseln auf (Cooper and Johnson 1998 in: Winter et al. 2011), die zusammen mit den Blättern beim ersten Schnitt geerntet werden. Während Tiere auf der Weide Giftpflanzen üblicherweise meiden, kommt es immer wieder bei Tieren zu Vergiftungen denen Heu verfüttert wurde. Um sowohl Naturschutzziele als auch denen der Tierernährung gerecht zu werden, ist eine effektive Maßnahme zur Regulierung von Herbstzeitlose notwendig, welche die Erhaltung der Artenvielfalt nicht gefährdet.

In der Literatur finden sich eine Reihe unterschiedlicher Maßnahmen zur Bekämpfung von Herbstzeitlose, der Effekt von gängigen bzw. empfohlenen Bekämpfungsmaßnahmen auf die Vegetationszusammensetzung ist jedoch noch unklar. In dieser Untersuchung wurden daher folgende Maßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung zur Reduktion der Herbstzeitlosen und ihres Effekts auf die Vegetationszusammensetzung untersucht: Mulchen im April, Mulchen im Mai, Heuschnitt Anfang Juni, Heuschnitt im Juli (traditionelle Bewirtschaftungsweise der Wiese), Walzen zur Simulation von trittintensiver Beweidung und Herbizidanwendung mit bzw. ohne Nachsaat.

Material und Methoden

Die Versuchsfläche ist eine artenreiche Wiese im Vorland der Schwäbischen Alb bei Balingen (31 ± 4 Arten pro m^2 , Mittelwert \pm Standardabweichung, sd, in 2006) mit hohen Anteilen von *Colchicum autumnale* (578 ± 226 Pflanzen pro $25 m^2$, Mittelwert \pm Standardabweichung, sd, über alle Parzellen in 2006), die zur Pflanzengesellschaft *Dauco-Arrhenatheretum elatioris* (Pott 1992) gehört. Die Wiese wird zweimal jährlich genutzt: einem späten Heuschnitt Mitte Juli folgt ein zweiter Schnitt etwa acht Wochen später. Die Fläche wird alle zwei Jahre mit ungefähr $5 t ha^{-1}$ Pferdemist gedüngt. Die Wiese wird gemäß Anforderungen der Agrar-Umwelt-Maßnahme 'Extensive Bewirtschaftung von artenreichem Grünland' (Vorbedingung:

Vorhandensein von mindestens vier Pflanzenarten aus einer Liste mit 28 Arten) im Rahmen des MEKA-Programms (Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleich, Baden-Württemberg) genutzt. Durchschnittlicher Niederschlag 825 mm, durchschnittliche Temperatur 7.8 °C. Bodentyp: Pseudogley (auf Opalinuston); Bodenart: Lehmiger Ton.

Im Experiment wurden die Bewirtschaftungsmaßnahmen variiert (Tab. 1), um ihren Effekt auf *Colchicum autumnale* und die begleitende Flora zu untersuchen. In den Behandlungen Her und Her+RS wurde jährlich ein Herbizid gegen Dikotyledonae appliziert (zwischen 30. April und 21. Mai). Zunächst kam 2006 Aaherba (2 l ha⁻¹; MCPA und 2.4-D) zum Einsatz, seit 2007 Simplex (2 l ha⁻¹; Fluroxypyr und Aminopyralid). Von 2006 bis 2008 wurde nach der Herbizidanwendung nachgesät (HER+RS) mit einer Saatmischung für intensiv genutztes Grünland (25 kg ha⁻¹) (Anteile am Saatgut: 48 % *Lolium perenne*, 24 % *Phleum pratense*, 4 % *Poa pratensis*, 3 % *Trifolium repens*). Die Nachsaat erfolgte nach dem ersten Schnitt in 2006 und 2008 oder nach dem zweiten Schnitt in 2007. Ab 2009 wurden die Nachsaaten eingestellt, da nach der Heuernte bereits ein hoher Samenanteil auf die Fläche fiel und keine Lücken mehr beobachtet wurden.

Die Vegetationsaufnahmen erfolgten in 2006 (ausgenommen für Behandlung 5 und 2, weil die Vegetationsanalyse erst nach dem Bearbeitungstermin für Mulchen und Walzen erfolgte. Im Jahr 2009 und 2012: Ertragsanteilschätzung nach Klapp & Stählin, 1936) im April/Mai (vor dem ersten Schnitt) in 25 m² großen Dauerquadraten in der Mitte jeder 150 m² (15 x 10 m) Versuchsparzelle. *C. autumnale* Individuen wurden jährlich in der Aufnahmefläche gezählt.

Die Behandlungen wurden als Blockanlage in drei Wiederholungen angelegt. Univariate Analysen wurden mit dem Statistikprogramm R (R Development Core Team 2012, Version 2.15.0) erstellt. Die Effekte der Behandlungen auf die Artenzahl und Ertragsanteile von Gräsern, Kräutern und Leguminosen wurden über ANOVAs unter Nutzung eines gemischten Modells bestimmt. Die Annahmen einer Normalverteilung und Homogenität der Varianz für die abhängigen Variablen wurden visuell getestet. Im Falle eines Nichttreffens der Annahmen, wurde die abhängige Variable transformiert. Mittelwertvergleiche erfolgten mit dem Tukey Test. Multivariate Vegetationsanalysen wurden mit Canoco erstellt (Canoco für Windows (Version 4.5)).

Tabelle 1: Untersuchte Varianten. * Aaherba in 2006; Simplex ab 2007, # Nachsaat (Gräser-basierte Intensivwiesen-Mischung) ab 2009 aufgrund ausreichender Aus-samung der Pflanzen eingestellt

Variante	Nutzungszeitpunkt & -art	Weitere Maßnahme
1 Heu_Juli	Juli (Heuschnitt)	
2 Heu_Juli+W	Juli (Heuschnitt)	Walzen
3 Heu_Juni	Anfang Juni (Heuschnitt)	
4 HER	Juli (Heuschnitt)	Herbizid*
5 HER+NS	Juli (Heuschnitt)	Herbizid* + Nachsaat (2006 - 2009#)
6 Mul_Mai	Mai (Mulchen)	
7 Mul_April	April (Mulchen)	

Ergebnisse und Diskussion

Die Herbstzeitlosen-Anzahl nahm bei allen Maßnahmen nach dem ersten Versuchsjahr ab (Abb. 1). In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von (Jung et al., 2010) und (Winter et al., 2011) hatten die frühen Schnittmaßnahmen Mulchen im April und im Mai eine signifikante Reduktion der Herbstzeitlosen (erstmalig 2009, nach drei Versuchsjahren) zur Folge. In den nachfolgenden Versuchsjahren kam es überraschenderweise nicht zu einem weiteren nen-

nenswerten Rückgang der Herbstzeitlosen (festgestellt durch eine ANCOVA mit der Herbstzeitlosen-Anzahl in 2009 als Kovariable). In der Variante Heuschnitt Anfang Juni war die Herbstzeitlosenzahl 2012 vergleichbar stark reduziert wie bei den beiden Mulch-Varianten; dieser Effekt war jedoch aufgrund hoher Variabilität zwischen den Wiederholungen nicht signifikant.

Die Unterschiede in der Effektivität der Maßnahmen liegt im Lebenszyklus der Herbstzeitlose begründet: während der Entwicklung der Blätter von März bis Mai erschöpfen sich die in der unterirdischen Knolle gespeicherten Reservestoffe (Franková et al., 2004). Energieüberschüsse der voll entwickelten Pflanze sowie Nährstoffe aus den später absterbenden Blättern werden im Anschluss wieder in die Knolle eingelagert, wodurch der Nährstoff- und Stärkegehalt der Knolle bis Juni oder Juli wieder zunimmt (Jung et al., 2012). Die Mulch-Varianten waren am effektivsten, da bei diesen die Nutzung zum Zeitpunkt der maximalen Erschöpfung der Reservestoffe in der Knolle stattfand. Beim Heuschnitt Anfang Juni hingegen hatte die Rückverlagerung der Energiereserven in die Knolle vermutlich schon begonnen, war aber noch nicht abgeschlossen. Dadurch war der Rückgang der Herbstzeitlosen, verglichen mit den Mulch-Varianten, verzögert. Der Heuschnitt im Juli beeinträchtigte weder die Reservestoffeinlagerung noch die Samenreife und -verbreitung der Herbstzeitlosen.

Die Herbizidbehandlung führte nicht zu einer nennenswerten Reduktion der Herbstzeitlosen. Zwar wird dem im Aaherba enthaltenen MCPA + 2,4-D eine Teilwirkung zugesprochen, dieses wurde jedoch nur im Jahr 2006 verwendet. Simplex, das ab 2007 verwendet wurde, war nicht zur Bekämpfung von Einkeimblättrigen wie Herbstzeitlosen geeignet: Monokotyle, also Gräser und die Herbstzeitlose, blieben unbeeinflusst, während Anzahl und Anteil der Dikotylen deutlich abnahm (Abb. 2).

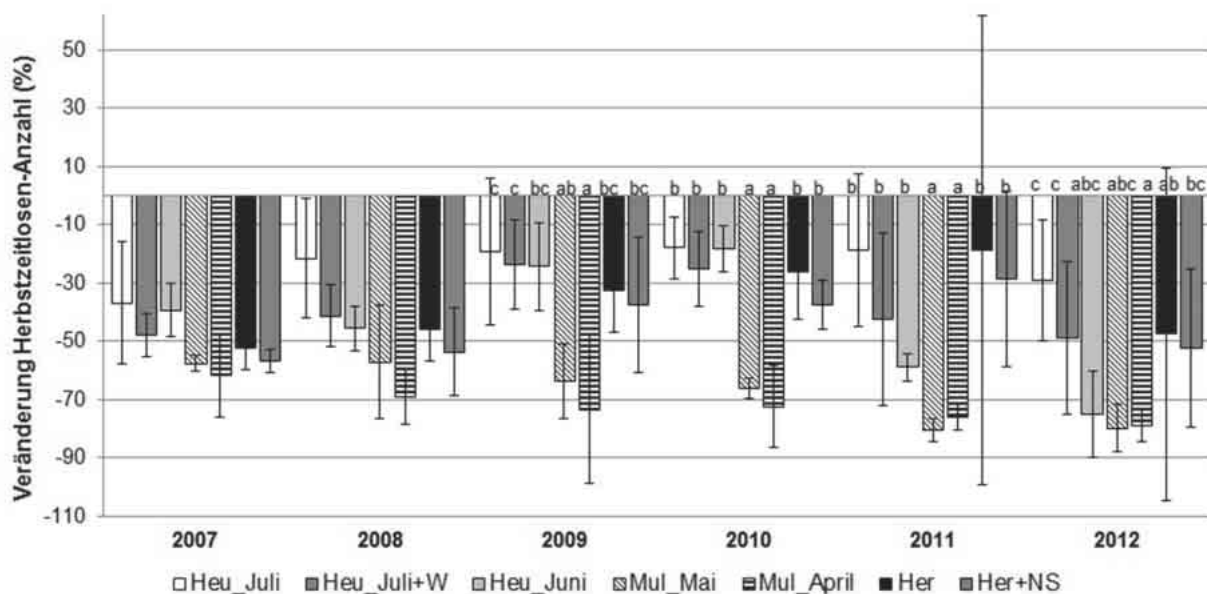


Abbildung 1: Veränderung der Herbstzeitlosen-Anzahl innerhalb der Varianten (Mittelwert \pm Standardabweichung, MW \pm sd) im Vergleich zu 2006. Signifikante Unterschiede zwischen Varianten sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($P \leq 0.01$; bestimmt über ANCOVAs mit der Anzahl Herbstzeitlosen in 2006 als Kovariable).

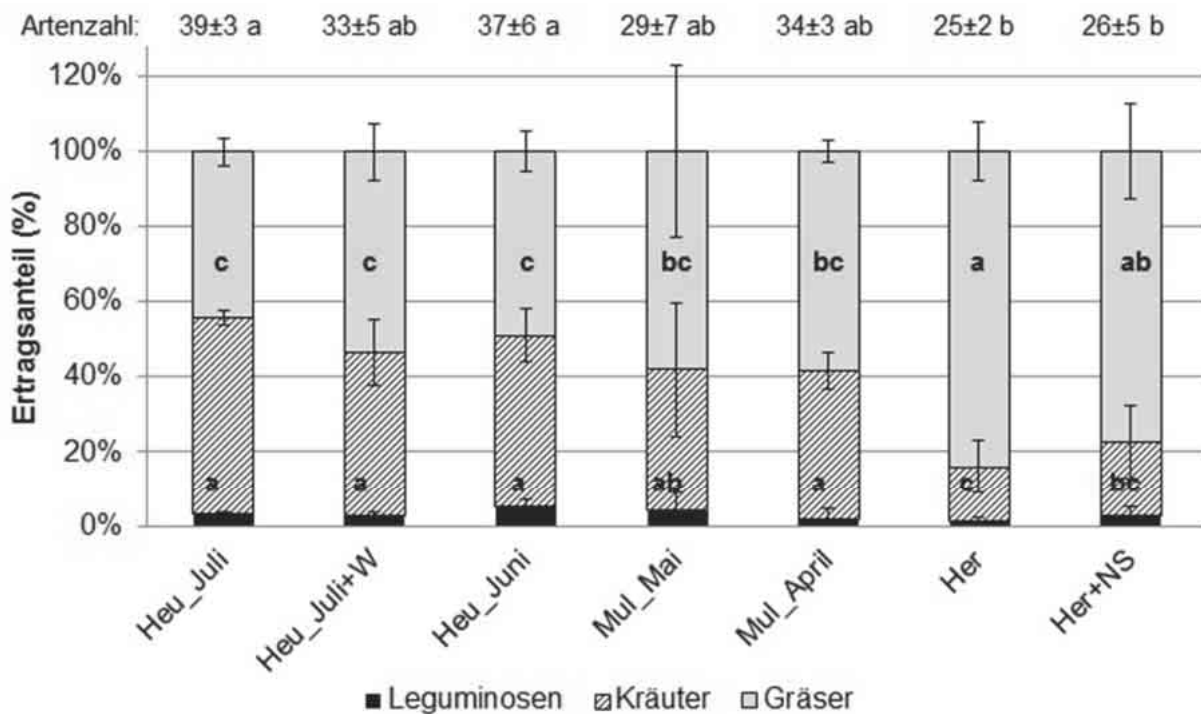


Abbildung 2: Pflanzenartenzahl und Ertragsanteile der Leguminosae, Kräuter und Gräser in 2012 (MW ± sd). Signifikante Unterschiede zwischen Varianten sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet (Pflanzenartenzahl: $P \leq 0.05$; Gräser und Kräuter: $P \leq 0.01$; es gab keinen signifikanten Effekt auf den Leguminosae-Anteil).

Walzen (Briemle, 2006) oder trittintensive Frühjahrsbeweidung der als trittempfindlich (Trittverträglichkeit 3: Ellenberg et al. 1992) geltenden Herbstzeitlosen (Gehring und Thyssen, 2004; Roth und Kollas, 2009) wurden oft empfohlen, um eine Unterbrechung des Nährstoffflusses zwischen ober- und unterirdischen Pflanzenteilen der Herbstzeitlose zu erreichen. In unserer Untersuchung war ein solcher Effekt jedoch nur bei wenigen Pflanzen zu beobachten. Für eine Schädigung der Knollen befanden sich diese vermutlich zu tief im Boden, denn die jährlich neu gebildete Tochterknolle wird jeweils ein cm unter der Mutterknolle angelegt, wodurch die Pflanze mit jedem Jahr etwas tiefer in den Boden gelangen kann (Franková et al., 2004). Die Knolle kann bis zu 15-20 cm tief in den Boden reichen (Jung et al., 2012). Dementsprechend wäre ein schädigender Effekt durch Walzen oder Beweidung allenfalls bei jungen Herbstzeitlosen-Pflanzen zu erwarten.

Aufgrund der oben genannten negativen Effekte durch die Herbizidanwendung werden die Herbizid-Varianten im Folgenden nicht betrachtet. In einer multivariaten Analyse hatte Mulchen im April als einzige Maßnahme einen signifikanten Effekt auf die Vegetationszusammensetzung ($P = 0.010$ in 2009 und $P = 0.025$ in 2012; bestimmt über Monte-Carlo Permutationstests). Hinsichtlich der Pflanzenarten mit hohem Indikatorwert für eine Maßnahme, also Pflanzenarten mit hoher Stetigkeit und Abundanz, gab es keine Überlappungen zwischen den Maßnahmen (Tab. 2). Dies verdeutlicht den Effekt unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Vegetationszusammensetzung, obwohl bisher keine statistischen Effekte – abgesehen von Mulchen im April – gefunden wurden. Mulchen im April und Heuschnitt im Juni führte, ebenso wie der Heuschnitt im Juli, zu hohen Indikatorwerten von Arten, die typisch sind für extensiv genutzte artenreiche Wiese. So hatte z. B. *Rhinanthus alectorolophus* einen hohen Indikatorwert für die Variante Heuschnitt im Juli. Als einjährige Pflanze ist diese Art auf Samenbildung, und somit eine späte Nutzung angewiesen, um sich im Bestand halten. Mulchen im Mai wies einen hohen Indikatorwert für *Trifolium repens* auf. Als lichtbedürftige Pflanze mit gutem Regenerationsvermögen über oberirdische Ausläufer kommt *T. repens* häufig in intensiv genutztem Grünland vor. Generell wurden sig-

nifikante Veränderungen einzelner Arten in einer oder beiden Mulchvarianten von 2009 auf 2012 (z. B. auf *Trifolium pratense*, *Dactylis glomerata*, *Trisetum flavescens*, *Tragopogon pratense* und *Vicia sepium*) beobachtet, diese hatten aber keine Variantenunterschieden in 2012 zur Folge (Daten nicht dargestellt).

Tabelle 2: Indikatorwert (%) ausgewählter Arten (Indikatorwerte $\geq 30\%$ sind unterstrichen) unter Angabe des Effekts der Maßnahme.

	Heu_ Juli	Heu_ Juli+W	Heu_ Juni	Mul_ Mai	Mul_ April	Her	Her +NS	P-Wert
<i>Leontodon autumnalis</i>	<u>49</u>	21	9	2	0	0	6	0.213
<i>Veronica chamaedrys</i>	<u>47</u>	13	1	17	1	1	0	0.137
<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	<u>45</u>	26	5	0	13	0	2	0.043
<i>Ranunculus bulbosus</i>	<u>42</u>	14	5	5	3	0	6	0.252
<i>Knautia arvensis</i>	<u>42</u>	22	14	3	3	1	0	0.055
<i>Rumex acetosa</i>	<u>40</u>	8	26	1	15	0	0	0.220
<i>Achillea millefolium</i>	<u>36</u>	12	8	13	23	0	0	0.071
<i>Centaurea jacea</i>	7	<u>38</u>	5	22	12	0	0	0.333
<i>Galium album</i>	17	<u>36</u>	19	15	13	0	0	0.023
<i>Elymus repens</i>	0	<u>33</u>	0	0	0	0	0	1.000
<i>Medicago lupulina</i>	8	1	<u>60</u>	0	1	1	6	0.068
<i>Salvia pratensis</i>	5	0	<u>54</u>	0	0	1	0	0.275
<i>Crepis biennis</i>	19	8	<u>43</u>	11	5	0	8	0.079
<i>Leucanthemum iricutianum</i>	0	0	<u>33</u>	0	0	0	0	1.000
<i>Allium vineale</i>	0	0	<u>33</u>	0	0	0	0	1.000
<i>Trifolium repens</i>	17	0	8	<u>43</u>	2	0	0	0.596
<i>Geum rivale</i>	0	0	0	0	<u>67</u>	0	0	0.103
<i>Lathyrus pratensis</i>	4	4	0	0	<u>57</u>	0	0	0.312
<i>Avena pubescens</i>	2	0	6	2	<u>37</u>	26	6	0.347
<i>Ranunculus auricomus</i>	0	0	0	0	<u>33</u>	0	0	1.000
<i>Plantago lanceolata</i>	12	10	21	10	<u>31</u>	6	10	0.090
<i>Bromus mollis</i>	2	0	10	0	0	<u>48</u>	12	0.114
<i>Ajuga reptans</i>	2	2	2	12	12	<u>34</u>	7	0.455
<i>Bromus erectus</i>	4	0	2	0	4	<u>33</u>	11	0.529
<i>Vicia cracca</i>	0	0	1	0	0	16	<u>48</u>	0.270

Mulchen im Mai führte zu niedrigerer Pflanzenartenzahl (Abb. 2) und einem signifikant geringeren Ertragsanteil an high nature value-Arten (HNV-Artenliste sh. PAN et al. 2011; Daten nicht gezeigt) im Vergleich zur Kontrolle in 2012. Der Schnitzeitpunkt beeinflusst die Reservestoffeinlagerung und ob eine Pflanzenart zum Blühen und Aussamen kommt. So fanden z. B. Lennartson et al. (Lennartsson et al. 2012) eine reduzierte Reproduktion von fast der Hälfte der betrachteten Pflanzenarten infolge einer durchgehenden Beweidung von Mai bis September verglichen mit spät einsetzender Beweidung. Pflanzenarten, die typisch sind für extensiv genutztes Grünland benötigen mehr Zeit für ihre Entwicklung (Nitsche und Nitsche 1994). Daher ist der Wiederaustrieb und der Erhalt solcher Arten im Bestand gefährdet, wenn die Nutzung wiederholt vor einer ausreichenden Reservestoffeinlagerung stattfindet (Voigtländer & Jacob, 1987). Dementsprechend führt ein Schnitt im Mai, der üblicherweise das Ziel der Silagebereitung hat, auf Dauer zu artenarmen Grasnarben (Jefferson 2005; Kirkham und Tallowin 1995). Ein früher erster Schnitt, gefolgt von einem späten zweiten Schnitt, der die Aussamung ermöglicht, könnte allerdings hinsichtlich der Erhaltung des Artenreichtums eine Alternative zu einem späten ersten Schnitt sein (Plantureux et al., 2005).

In unserer Untersuchung war auch bei Mulchen im Mai eine ausreichend lange Periode (15-16 Wochen) zur Regeneration der Pflanzenarten zwischen den Nutzungen gegeben. Aufgrund der gefundenen negativen Effekte auf Artenvielfalt und Arten der extensiven Heuwiesen ist anzunehmen, dass Mulchen im Mai sich negativ auf die Reservestoffspeicher dieser Arten auswirkte. Außerdem kommen nur manche Pflanzenarten nach der ersten Nutzung zum Blühen (Dierschke et al. 2002).

Schlussfolgerungen

Die Maßnahmen Mulchen im April und Heuschnitt im Juni reduzierten deutlich die Anzahl an Herbstzeitlosen (nach drei bzw. sechs Versuchsjahren) und hatten keine negativen Auswirkungen auf die Vegetationszusammensetzung nach sechs Versuchsjahren zur Folge. Mulchen im Mai hingegen war zwar zur Herbstzeitlosenreduktion geeignet, führte aber – vergleichbar mit einem Silageschnitt – auf Dauer zur Abnahme der typischen Arten extensiv genutzter Wiesen zugunsten von Intensivwiesenarten wie Weißklee.

Literatur

- BORCARD, D., GILLET, F. & LEGENDRE, P. (2011): Numerical ecology with R. New York: Springer (Use R!).
- BRIEMLE, G. (2006): Problem-Unkraut Herbstzeitlose und ihre Bekämpfung. Landwirtschaftliches Zentrum Aulendorf (LAZBW). Online verfügbar unter <http://www.lazbw.de/>
- CLINIPHARM CLINI TOX (2013): A computer-based drug and poison information system for veterinarians. Hg. v. Zürich Schweiz Institut für Veterinärpharmakologie und-toxikologie. Online verfügbar unter <http://www.vetpharm.uzh.ch/indexcpt.htm>.
- DIERSCHKE, H., BRIEMLE, G., KRATOCHWIL, A. (2002): Kulturgrasland. Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DUELL, R., WIRTH, V., WEBER, W., PAULISSEN, D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18, S. 248.
- ELSÄßER, M., GOYERT, C., SCHMID, J. (2009): Bekämpfung von Herbstzeitlosen durch mechanische und chemische Maßnahmen und Verwertung der Aufwüchse im Vergleich unterschiedlicher Mutterkuhrassen. *Landinfo*, 5, 22–24.
- FRANKOVÁ, L., CIBÍROVÁ, K., BÓKA, K., GAŠPÁŘIKOVÁ, O. (2004): The role of the roots in the life strategy of *Colchicum autumnale*. *Biologia, Bratislava*, 59/Suppl. 13:, 59, 13, 87–93. Online verfügbar unter <http://fyziologia.sav.sk/geophyte-colchicum/fran/papers/Biologia2004.pdf>.
- GEHRING, K., THYSSEN, S. (2004): Unkraut-Steckbrief: Herbstzeitlose. Hg. v. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LFL). Online verfügbar unter <http://www.lfl-design3.bayern.de/ips/landwirtschaft/unkrautsteckbrief/08891/>, zuletzt geprüft am 04.10.2013.
- JEFFERSON, R. G. (2005): The conservation management of upland hay meadows in Britain: a review. *Grass and Forage Science*, 60, 322–331.
- JUNG, L.S, WINTER, S., KRIECHBAUM, M., ECKSTEIN, R.L., DONATH, T.W, OTTE, A. (2010): Regulation of meadow saffron (*Colchicum autumnale* L.) in extensively managed grasslands. *Grassland Science in Europe*, 15, 660–662.
- JUNG, L. S., ECKSTEIN, R., OTTE, A., DONATH, T.W. (2012): Above- and below-ground nutrient and alkaloid dynamics in *Colchicum autumnale*: optimal mowing dates for population control or low hay toxicity. *Weed Research* 52, 4, 348–357.
- JUNG, L.S.; WINTER, S., ECKSTEIN, R. L., KRIECHBAUM, M., KARRER, G., WELK, E., ELSAESSER, M., DONATH, T.W., OTTE, A. (2011): *Colchicum autumnale* L. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 13, 3, 227–244.
- KIRKHAM, F. W., TALLOWIN, J. R. B. (1995): The influence of cutting date and previous fertilizer treatment on the productivity and botanical composition of species-rich hay meadows on the Somerset Levels. *Grass and Forage Science*, 50, 365–377.
- KLAPP, E.; STÄHLIN, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- LENNARTSSON, T., WISSMAN, J., BERGSTRÖM, H.-M. (2012): The effect of timing of grassland management on plant reproduction. In: *International Journal of Ecology*, 2, 1–9. DOI: 10.1155/2012/156274.

- LEPŠ, J., ŠMILAUER, P. (2003): Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press.
- NITSCHKE, S., NITSCHKE, L. (1994): Extensive Grünlandnutzung. Neumann-Verlag, Radebeul.
- PAN; IFAB; INL (2011): Umsetzung des High Nature Value Farmland-Indikators in Deutschland – Ergebnisse eines Forschungsvorhabens (UFOPLAN FKZ 3508 89 0400) im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. Planungsbüro für angewandten Naturschutz GmbH (PAN); Institut für Agrarökologie und Biodiversität (IFAB); Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz (ILN) Singen.
- PLANTUREUX, S., PEETERS, A., MCCRACKEN, D. (2005): Biodiversity in intensive grasslands: effect of management, improvement and challenges. *Grassland Science in Europe*, 10, 417–426.
- POTT, R. (1992): Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- ROTH, W., KOLLAS, K. (2009): Grünlandgiftpflanzen. Hg. v. Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Eifel, zuletzt geprüft am 04.10.2013.
- STÄHLIN, A. (1969): Maßnahmen zur Bekämpfung von Grünlandunkräutern. *Das Wirtschaftseigene Futter*, 15, 249–334.
- VOIGTLÄNDER, G. & JACOB, H. (1987): Grünlandwirtschaft und Futterbau. Ulmer-Verlag, Stuttgart.
- WINTER, S., PENKER, M., KRIECHBAUM, M. (2011): Integrating farmers' knowledge on toxic plants and grassland management: a case study on *Colchicum autumnale* in Austria. *Biodivers Conserv*, 20, 8, 1763–1787. DOI: 10.1007/s10531-011-0060-x.

Produktives Grünland auf wiedervernässtem Niedermoor: Können Weidenutzung und Wiesenbrüterschutz effektiv miteinander verbunden werden?

L. Breitsameter¹, M. Kayser², J. Strodthoff, J. Müller und J. Isselstein¹

¹ Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Graslandwissenschaft, v.-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

² Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Graslandwissenschaft, Außenstelle Vechta, Driverstr.22, 49377 Vechta

lbreits@agr.uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Aufgrund seiner zahlreichen Ökosystemfunktionen ist Feuchtgrünland in den Fokus von Renaturierungsmaßnahmen gerückt. Neben den spezifischen Pflanzengesellschaften sind dabei vor allem wiesenbrütende Vögel eine wichtige Zielgruppe von Artenschutzkonzepten.

Die Renaturierung von Feuchtgrünland erfolgt im Wesentlichen durch eine Wiederherstellung des Wasserhaushaltes und durch die Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung. Die extensive Beweidung mit Ochsen und Jungrindern ist dabei eine besonders häufig verfolgte Option des Flächenmanagements. Sie ermöglicht neben einer wirtschaftlichen Nutzung der Flächen auch die Erschaffung einer heterogenen Grasnarbenstruktur aus kurzrasigen Bereichen und Grashorsten oder großflächigeren Arealen höherer Vegetation. Diese ist für zahlreiche Arten wiesenbrütender Vögel ein wichtiges Habitatmerkmal. Die spezifischen Habitatansprüche verschiedener Vogelarten unterscheiden sich dabei deutlich (Tab. 1).

Tabelle 1: Übersicht über Revierwahl- und Brutzeit sowie Habitatansprüche einiger Wiesenbrüterarten im Dümmergebiet. Angaben nach † LUDWIG ET AL. (1999), # BAUER ET AL. (2005), ‡ BAINES (1988).

Art	Ankunft und Revierwahl im Dümmergebiet †	Hauptsächliche Brutzeit	Benötigte Vegetationshöhe	Bedeutung von Bereichen höherer Vegetation ‡
Kiebitz (<i>Vanellus vanellus</i> L.)	Mitte Februar bis Mitte März	Anfang April bis Anfang Mai †	<5 cm	gering
Uferschnepfe (<i>Limosa limosa</i> L.)	Anfang bis Mitte März	April †	<10 cm	hoch bis sehr hoch
Bekassine (<i>Gallinago gallinago</i> L.)	Mitte März bis Mitte April	Ende April bis Ende Mai #	>20 cm	sehr hoch; Ried und lockere Grasvegetation
Großer Brachvogel (<i>Numenius arquata</i> L.)	Ende Februar bis Ende März	Mitte bis Ende April #	>10 cm	hoch

Ein umfangreicher Literaturbestand befasst sich mit den Wirkungen unterschiedlicher Beweidungssysteme auf wiesenbrütende Vögel. Die meisten Studien beziehen sich dabei auf mäßig nährstoffversorgte Standorte. Die Eignung extensiver Beweidung nach den Vorgaben des Wiesenbrüterschutzes für die Schaffung von Watvogelhabitaten auf sehr produktiven renaturierten Feuchtgrünlandstandorten ist bisher dagegen weniger eingehend untersucht worden.

In der vorliegenden Studie haben wir den Zusammenhang zwischen der Selektivität der Futtermittelaufnahme der Rinder und der Vegetationsstruktur im Lauf der Weidesaison an einem wiedervernässten Niedermoorstandort in der Dümmerregion quantifiziert. Anhand dieser Daten haben wir die Passung eines auf den Schutz von Wiesenbrüterelegen ausgerichteten Beweidungssystems für die Gegebenheiten des Standorts, und seine Eignung für die Schaffung von Habitatstrukturen für einige Arten in diesem Gebiet vorkommender Watvögel bewertet.

Material und Methoden

Die Studie wurde im Osterfeiner Moor bei Langenteilen/Damme, Niedersachsen, durchgeführt. Von den 1970er Jahren bis 1992 war in dem betrachteten Gebiet das Niedermoorgrünland der Dümmerregion entwässert und insbesondere zur Silagegewinnung bewirtschaftet worden. Im Rahmen von Renaturierungsmaßnahmen hatte ab Mitte der 1990er Jahre eine Wiederherstellung des Landschaftswasserhaushaltes stattgefunden und die Flächennutzung wurde extensiviert.

Die hier vorgestellte beobachtende Studie wurde auf einer zweifach replizierten Weidefläche von jeweils 3 ha Größe durchgeführt. Die Flächen lagen auf einem heterogenen Standort, der sowohl Zonen mit stark organischem Boden und einer Torfschicht von bis zu 1,2 m Stärke als auch stärker mineralisch geprägte Zonen mit einer Torfschicht von lediglich 0,3 m Stärke umfasste. Der Grundwasserstand lag bei durchschnittlich 25 cm. Die Konzentration an pflanzenverfügbaren Nährstoffen im Oberboden (Doppellaktatmethode) betrug 155, 240 und 175 mg kg⁻¹ P, K und Mg in den Bereichen mit starker Torfaufgabe, und 62, 142 und 116 mg kg⁻¹ P, K und Mg in den Zonen mit einem höheren Mineralbodenanteil bzw. schwacher Torfaufgabe; der pH-Wert lag in der gesamten Fläche bei durchschnittlich 4,6.

Die Vegetation der Weideflächen entsprach in den mineralisch geprägten Bereichen einem *Lolio-Cynosuretum* in der *Alopecurus geniculatus* Variante, mit Anteilen nach BRAUN-BLANQUET von jeweils etwa 36, 16, 8 und 8 %, von *Holcus lanatus*, *Lolium perenne*, *A. geniculatus*, und *Poa trivialis*, und mit ca. 14 % nicht fressbaren Arten, wobei *Cirsium arvense* und *Urtica dioica* (mit jeweils 7 und 4 %) am stärksten vertreten waren. Die Bereiche der Weide, die auf stärker organischem Boden lagen, repräsentierten ein *Lolio-Cynosuretum lotetosum uliginosi* in der *Alopecurus geniculatus* oder *Glyceria fluitans* Variante mit jeweils 45, 17 und 9 % *H. lanatus*, *G. fluitans* und *Agrostis stolonifera* und ca. 15 % nicht fressbarer Arten, von denen *Juncus effusus* den größten Anteil bildete (13 %).

Die Flächen wurden von 1993 bis 1998 mit Ochsen und Färsen der Rassen Galloway und Holstein-Friesian bei einer Besatzstärke von 3 Tieren ha⁻¹ beweidet. Diese war entsprechend gängiger Empfehlungen für den Wiesenbrüterschutz gewählt, welche auf eine Limitierung von Gelegeverlusten durch Tritt abzielen. In den Jahren 1999 und 2000 erfolgte eine Beweidung mit einer Herde von jeweils 9 Limousin-Färsen pro Replikation. Das durchschnittliche Tiergewicht betrug 1999 beim Weideauftrieb 282 kg, im Jahr 2000 lag es bei 394 kg. Die Tiere befanden sich in beiden Jahren von Anfang Mai bis Mitte Oktober auf den Flächen. Die Tiere erhielten auf der Weide kein Zufutter.

Wir quantifizierten für die vorliegende Studie in Jahr 2000 anhand einer Reihe von Messgrößen die funktionalen Zusammenhänge zwischen der Grasnarbenstruktur und der Futtermittelaufnahme der Rinder: Die Höhenstruktur der Grasnarbe, welche einen wichtigen Faktor für die Eignung des Grünlands als Habitat für Wiesenbrüter darstellt, wird durch das selektive Fressen der Rinder erzeugt, welches auftritt, wenn das Energieangebot durch den Weideaufwuchs den Bedarf der Tiere stark übersteigt und zusätzlich die Futterqualität des Aufwuchses über die Weidefläche variiert. Anhand der vorhandenen Literatur beurteilten wir ferner die Eignung der durch die Beweidung geschaffenen Vegetationshöhen-Strukturen als Bruthabitat für artenschutzfachlich relevante Wiesenvogelarten des Dümmergebiets (LUDWIG ET AL., 1999), im Einzelnen den Kiebitz (*Vanellus vanellus* L.), die Uferschnepfe (*Limosa limosa* L.), die Bekassine (*Gallinago gallinago* L.) und den Großen Brachvogel (*Numenius arquata* L.).

Die Höhenstruktur der Vegetation wurde jeweils vor dem Weideauftrieb, und in regelmäßigen Intervallen während der Weidesaison an 450 Punkten auf drei Dauertransekten pro Weidereplikation bestimmt. Die Transekte waren so gelegt, dass durch sie die pedologische und

botanische Heterogenität der Weideflächen abgebildet wurde. An jedem Transektpunkt wurde die Grasnarbenhöhe (compressed sward height, CSH) mit einem Höhenmessgerät (rising plate meter; CASTLE, 1976) gemessen. Für die durch das rising plate meter abgedeckte Fläche wurde die Vegetation entsprechend der Art, welche den größten Teil des Aufwuchses bildete, anhand der Wertzahlen nach KLAPP in fressbar (Futterwert >1) und nicht fressbar eingeteilt. An den als fressbar klassifizierten Erhebungspunkten wurde zusätzlich die Befraßintensität erhoben: waren keine sichtbaren Fraßspuren erkennbar, so wurde der Erhebungspunkt als nicht befressen erfasst, bei Fraßspuren an <50% der Triebe wurde der Punkt als moderat befressen eingestuft, und bei Fraßspuren an >50% der Triebe als stark befressen. Die Heterogenität der CSH wurde aus der Differenz zwischen dem 95. und dem 5. Quantil der CSH in den Bereichen der Weide mit als fressbar eingestufteter Vegetation berechnet.

Die Verdaulichkeit der organischen Substanz des Aufwuchses wurde für 60 zufällig gewählte Transektpunkte bestimmt, an welchen die Vegetation als fressbar eingestuft worden war. Der Aufwuchs wurde in Bodenhöhe geschnitten und die Verdaulichkeit nach WEIßBACH (1999) aus dem Gehalt an Rohprotein und EULOS (Messung mittels NIRS) und den Rohaschegehalt bestimmt.

Die Lebendmasse der Tiere wurde während der gesamten Weidesaison im Jahr 2000 mithilfe einer automatischen Wägeeinheit (Texas Trading Ltd., Windach, Germany) erhoben und daraus die täglichen Zunahmen berechnet.

Die Selektivität der Nahrungsaufnahme der Rinder wurde als die Differenz zwischen der Verdaulichkeit der organischen Substanz des aufgenommenen Futters und der mittleren Verdaulichkeit des verfügbaren fressbaren Weideaufwuchses (gewichtetes Mittel der Werte der drei Bereiche der Befraßintensität) berechnet. Die Verdaulichkeit des aufgenommenen Futters wurde mittels der Kot-N-Methode bestimmt (SCHMIDT ET AL., 1999).

Ergebnisse und Diskussion

Vegetationsstruktur

Die Höhenstruktur der Grasnarbe war sehr heterogen und veränderte sich deutlich über den Verlauf der Weidesaison. Anfang April wurde auf etwa einem Drittel der gesamten Weidefläche eine CSH < 5 cm gemessen; auf weiteren etwa 57 % der Fläche lag die CSH zwischen 5 und 10 cm. Anfang Mai, kurz vor dem Weideauftrieb, wurde auf lediglich 3 % der Fläche eine CSH < 5 cm, und auf ca. 26 % der Fläche eine CSH zwischen 5 und 10 cm festgestellt. Im Lauf der Weidesaison nahm die CSH aller drei Bereiche mit fressbarer Vegetation ab (Tab. 2), und die Heterogenität der CSH sank von über 25 cm auf knapp unter 10 cm.

Die Ausdehnung der Bereiche unterschiedlicher Befraßintensität veränderte sich stark im Lauf der Weidesaison. Während der Anteil der stark befressenen Bereiche an der gesamten Weidefläche Ende Mai bei etwa 10 % lag, stieg er bis Mitte Oktober auf über 60 %. Gegenläufig sank der Anteil der nicht befressenen Bereiche fressbarer Vegetation von über 30 % auf fast Null (Abb. 1).

Die Verdaulichkeit der organischen Substanz des Weideaufwuchses betrug zum Zeitpunkt des Auftriebs knapp über 80 %. Im Lauf der Weidesaison bildeten sich in Bezug auf diese Messgröße Unterschiede von bis zu 15 Prozentpunkten zwischen den drei Bereichen unterschiedlicher Befraßintensität heraus. Die durchschnittliche Verdaulichkeit des Aufwuchses nahm bis zu einem Minimum von knapp über 60 % Ende Juni ab und lag am Ende der Weidesaison bei ca. 75 %.

Tierleistung

Die Gewichtszunahme der Färsen war zu Beginn der Weidesaison im Jahr 2000 mit bis zu 850 g Tier⁻¹d⁻¹ sehr hoch, sank allerdings bis Ende Juni auf 530 g Tier⁻¹d⁻¹, und blieb von Ende Juli bis zum Ende der Weidesaison bei etwa 650 g Tier⁻¹d⁻¹. Insgesamt erreichten die Tiere während der Weidesaison eine Gewichtszunahme von durchschnittlich etwa 100 kg Tier⁻¹. Die Tiere nahmen während des Großteils der Weidesaison Futter auf, dessen Verdaulichkeit über der durchschnittlichen Verdaulichkeit des Weideaufwuchses lag, wobei die Selektivität der Tiere zu späteren Zeitpunkten der Weidesaison hin sank.

Zusammenhang zwischen Futteraufnahme und Vegetationsstruktur

Unsere Daten wiesen eine signifikante Korrelation der erhobenen Messgrößen der Vegetationsstruktur mit der Selektivität der Futteraufnahme der Rinder nach. Die Heterogenität der CSH nahm mit steigender Selektivität deutlich zu ($p < 0,001$; $R^2 = 0,79$) (Abb. 2). Die Ausdehnung der Bereiche unterschiedlicher Befraßintensität war ebenfalls signifikant mit der Selektivität korreliert: Der Anteil der stark befressenen Fläche an der gesamten Weidefläche sank mit steigender Selektivität ($p < 0,001$; $R^2 = 0,70$).

Tabelle 2: Durchschnittliche Höhe der Vegetation (compressed sward height, cm; Standardabweichung in Klammern) in fressbaren Zonen der Weideflächen mit unterschiedlicher Befraßintensität und in nicht fressbaren Zonen an vier Zeitpunkten während der Beweidung und kurz nach Ende der Weidesaison im Jahr 2000. Weideauftrieb: 11.05.2000; Ende der Beweidung: 09.10.2000.

	Zeitpunkt der Datenerhebung				
	30. Mai	29. Juni	26. Juli	22. August	16. Oktober
Fressbare Bereiche, davon					
stark befressen	10,0 (4,1)	7,6 (2,6)	7,0 (2,5)	7,2 (2,5)	6,3 (2,3)
moderat befressen	15,8 (7,0)	13,5 (6,1)	11,9 (4,5)	12,5 (5,2)	10,8 (2,9)
nicht befressen	19,6 (7,9)	16,7 (8,5)	15,6 (6,5)	16,7 (10,1)	12,8 (6,6)
Nicht fressbare Bereiche	28,6 (11,9)	31,2 (15,3)	30,9 (15,3)	33,7 (16,0)	30,0 (14,9)

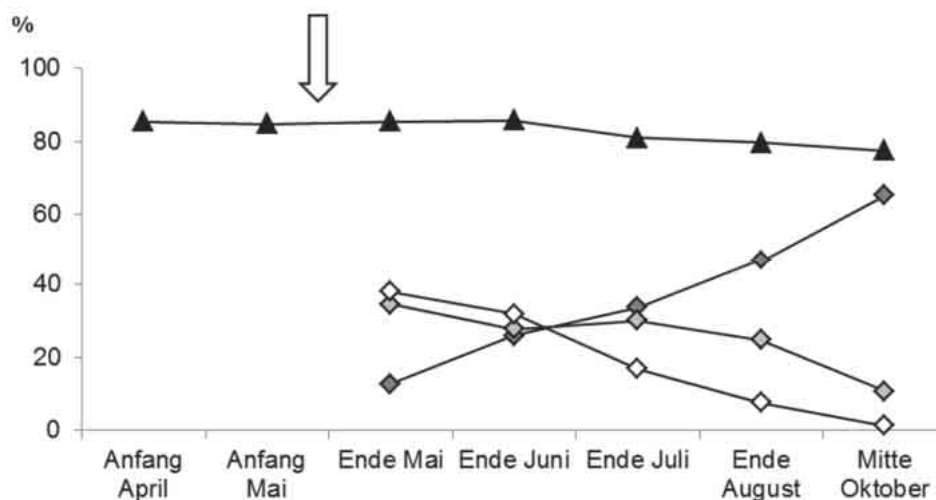


Abbildung 1: Durchschnittlicher Anteil (% der gesamten Weidefläche) der Zonen fressbarer Vegetation im Jahr 2000 (schwarze Dreiecke). Nach dem Datum des Weideauftriebs (Pfeil) ist zusätzlich der Flächenanteil (% der gesamten Weidefläche) von Bereichen unterschiedlicher Befraßintensität in den Zonen mit fressbarer Vegetation angegeben: weiße Rauten – nicht befressen, hellgraue Rauten – moderat befressen, dunkelgraue Rauten – stark befressen.

Ein nachhaltiges Management von renaturiertem Niedermoorgrünland zu Zwecken des Wiesenbrüterschutzes muss neben den Artenschutzzielen zugleich den grundlegenden Zielen der landwirtschaftlichen Flächennutzung gerecht werden. Dies umfasst einerseits ein ökonomisch tragbares Ergebnis in Hinblick auf die Leistung der Weidetiere und andererseits eine möglichst umfassende Nutzung der Flächenproduktivität des Grünlandes.

In Bezug auf die Einzeltierleistung wurde in unserer Studie ein Mittelwert über die gesamte Weidesaison von etwas über $600 \text{ g Tier}^{-1}\text{d}^{-1}$ gemessen. Dies liegt unterhalb der Werte, die ISSELSTEIN ET AL. (2007) für eine Reihe extensiver Weidesysteme in unterschiedlichen Regionen Europas angeben. Die täglichen Gewichtszunahmen waren zwar zu Beginn der Weidesaison vergleichsweise hoch, fielen aber bis Ende Juni deutlich. Dies begründet sich durch den starken Abfall der durchschnittlichen Qualität des Weideaufwuchses, welcher dadurch bedingt ist, dass zu Beginn der Weidesaison nur ein sehr geringer Anteil der Fläche von den Rindern selektiv befressen wurde und der nicht befressene Aufwuchs in Seneszenz ging. Die Rinder konnten bis Ende Juni ihren Energiebedarf aus dem hoch qualitativen Wiederaufwuchs der zuvor befressenen Bereiche decken; der saisonale Rückgang des Aufwuchswachstums im Sommer bedingte schließlich, dass die Tiere größere Areale der Weidefläche und Futter von geringerer Qualität aufnahmen.

Unsere Daten belegen, wie die Selektivität der Futterraufnahme der Rinder die Vegetationsstruktur der Weideflächen formt. Die Tatsache, dass die Rinder zu Beginn der Weidesaison lediglich einen sehr geringen Anteil der gesamten Weidefläche befraßen und dort niedrige Vegetationshöhen erzeugten, schränkt die Effektivität des angewandten Weidesystems zur Schaffung von Wiesenbrüterhabitat ein. Die erzeugten Vegetationsstrukturen entsprechen den Habitatansprüchen lediglich eines Teils der für diese Studie betrachteten vier Vogelarten, und bisweilen nur zu bestimmten Zeitfenstern während der Weidesaison. So sind die Vegetationshöhen im Frühjahr zu Beginn der Brutperiode der Uferschnepfe zunächst als für die Art geeignet einzustufen; das rasche Wachstum der Vegetation auf dem betrachteten sehr produktiven Standort erzeugte allerdings bis Mitte Mai eine für diese Vogelart als zu hoch einzustufende Vegetation in weiten Bereichen der Fläche. Die gemessenen Strukturen entsprechen insgesamt am stärksten den Habitatansprüchen des Großen Brachvogels, welcher im Brutrevier weite Bereiche von Grasvegetation $>10 \text{ cm}$ Höhe benötigt (Tab. 1).

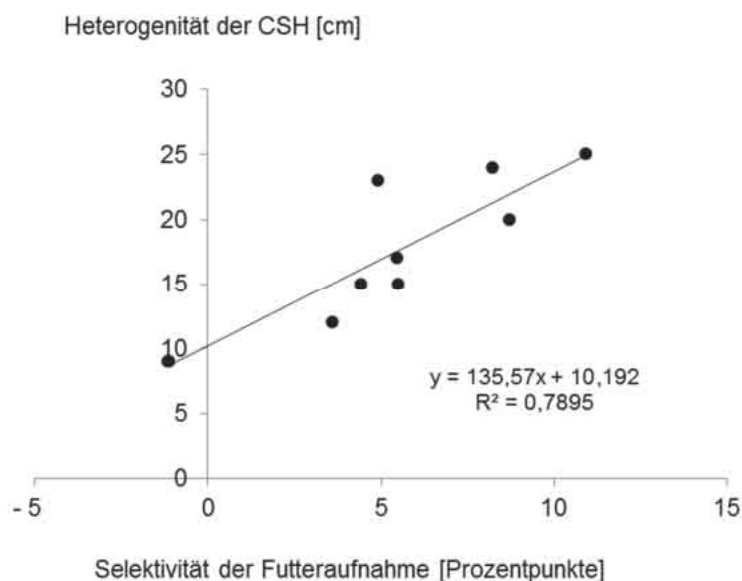


Abbildung 2: Korrelation von Heterogenität der compressed sward height (CSH; Differenz zwischen dem 95. und 5. Quantil der 450 Messwerte pro Weidereplikation) und der Selektivität der Futterraufnahme der Färsen (Prozentpunkte; Differenz zwischen der Verdaulichkeit [%] der organischen Substanz des aufgenommenen Futters und des stehenden Weideaufwuchses).

Für das betrachtete System zeigte sich eine geringe Kongruenz zwischen dem vor allem zu Beginn der Weidesaison sehr hohen Futterangebot und dessen Nutzung durch die Rinder. Diese führt zu einer eingeschränkten Erreichung sowohl der landwirtschaftlichen Produktionsziele als auch der Anliegen des Wiesenbrüterschutzes. Die angewandte Beweidung mit 3 Tieren pro Hektar über die gesamte Weidesaison, also in einer Besatzstärke, welche Ge-

legeverluste durch Tritt limitieren soll, ist somit offenbar für die Gegebenheiten auf einem sehr produktiven wiedervernässten Niedermoorstandort nicht adäquat. Eine Optimierung des Beweidungssystems muss auf einen verbesserten Abgleich von Futterangebot und –nutzung abzielen.

Da die hydrologischen Verhältnisse eine Flächennutzung vor Anfang Mai nicht erlauben, sollte somit zu Beginn der Weidesaison großflächig eine möglichst kurze Grasnarbe vorliegen. Eine Erhöhung der Besatzstärke gegen Ende Juni, nach Beendigung der Wiesenvogelbrut, welche zur besseren Anpassung des Futtermittels an das -angebot dient, ist daher angezeigt.

Insgesamt kann die Beweidung der Flächen langfristig zusätzlich zu einer Reduktion des trophischen Niveaus des Standorts beitragen, welche wiederum dem Aufkommen eines Futterüberschusses entgegenwirkt.

Schlussfolgerungen

Die hohe Produktivität von wiedervernässten Niedermoorstandorten, die einer ehemals intensiven Grünlandnutzung entstammen, birgt besondere Herausforderungen für die Gestaltung eines zielgerechten Weidemanagements, welches Ziele des Wiesenbrüterschutzes und der Nutztierproduktion vereinen soll. Von besonderer Bedeutung erscheint die möglichst umfangreiche Nutzung des Aufwuchses in der zweiten Hälfte der Weidesaison, welche auf die Einstellung großräumiger Areale kurzrasiger Grasnarbe ausgerichtet ist. Dies ermöglicht einerseits einen ganzjährig möglichst guten Abgleich von Futterangebot und –nutzung durch die Rinder, andererseits die Schaffung geeigneter Vegetationsstrukturen für Bruthabitat artenschutzfachlich relevanter Wiesenbrüterarten.

Literatur

- BAINES, D. (1988): The Effects of Improvement of Upland, Marginal Grasslands on the Distribution and Density of Breeding Wading Birds (Charadriiformes) in Northern England. *Biological Conservation* 45, 221-236.
- BAUER, H.-G., BEZZEL, E. UND FIEDLER, W. (2005): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas: Alles über Biologie, Gefährdung und Schutz. Band 1: Nonpasseriformes – Nichtsperlingsvögel. Aula-Verlag Wiebelsheim, Wiesbaden.
- CASTLE, M.E. (1976): A simple disc instrument for estimating herbage yield. *Grass and Forage Science* 31, 37-40.
- ISSELSTEIN, J., GRIFFITH, B.A., PRADEL, P. UND 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.
- LUDWIG, J., BELTING, H., HELBIG, A.J. UND BRUNS, H.A. (1999): Die Vögel des Dümmer-Gebiets: Avifauna eines Norddeutschen Flachsees und seiner Umgebung. Niedersächsisches Landesverwaltungsamt (Hrsg.) Naturschutz und Landschaftspflege und Niedersachsen, Band 21.
- SCHMIDT, L., WEIßBACH, F., HOPPE, T. UND KUHLA, S. (1999): Futter- oder Kotuntersuchungen zur Schätzung des Futterwertes von Weidegras. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 8, 62.
- WEIßBACH, F., KUHLA, S., SCHMIDT, L. UND HENKELS, A. (1999): Schätzung der Verdaulichkeit und der umsetzbaren Energie von Gras und Grasprodukten. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 8, 72.

Die Erhaltung des Grünlandes im Rahmen der Agrarpolitik – Vom Greening bis zu Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen

B. Osterburg

Thünen-Institut,
Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

bernhard.osterburg@ti.bund.de

Einleitung

In diesem Beitrag werden Elemente der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU und ihr Einfluss auf die Erhaltung des Grünlands in Deutschland beleuchtet. Zunächst wird ein Überblick über die Entwicklung relevanter Instrumente innerhalb der letzten 20 Jahre gegeben. Darauf aufbauend werden die Ergebnisse der jüngsten EU-Agrarreform und die Beschlüsse zur Umsetzung des Greening in Deutschland vorgestellt. Der Beitrag schließt mit einem kurzen Ausblick auf die künftig zu erwartende Entwicklung. Für weiterführende Literatur sei auf die Studien von SCHRAMEK et al. (2012), RÖDER et al. (2013) und SCHMIDT et al. (2014) verwiesen.

Entwicklung der Dauergrünlandfläche in Deutschland

In den vergangenen zwei Jahrzehnten ist die Dauergrünlandfläche in Deutschland kontinuierlich zurückgegangen. Der Bestand an Tieren, die das Futter vom Grünland verwerten und damit die ökonomische Basis der Grünlandnutzung bilden, hat im selben Zeitraum noch stärker abgenommen (vgl. Abb. 1). Dadurch ergibt sich eine Extensivierung der Grünlandnutzung, gemessen an der Tierbestandsdichte Raufutter fressenden Großvieheinheiten je Hektar Grünland.

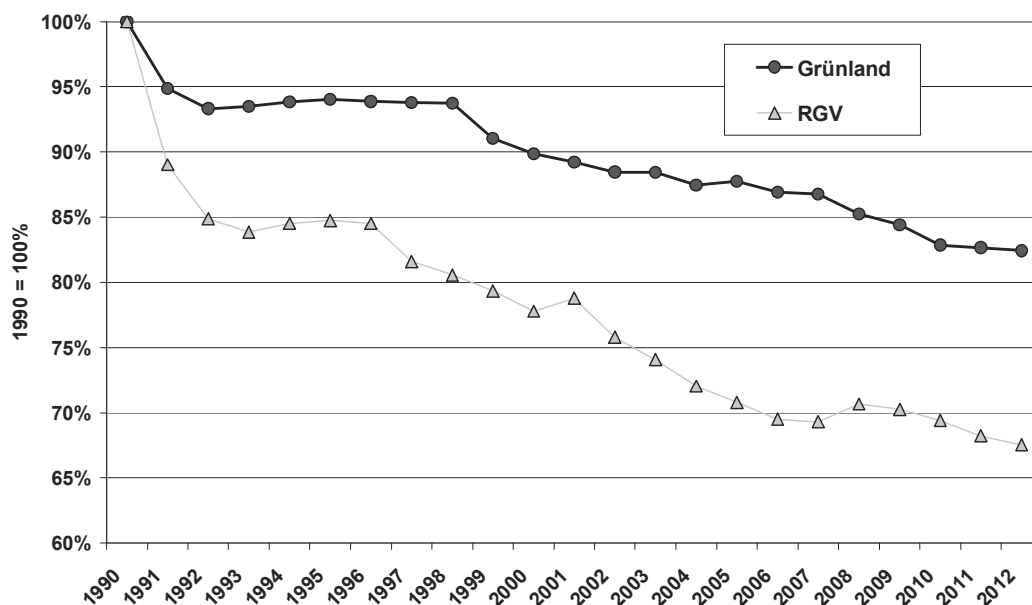


Abbildung 1: Entwicklung der Grünlandfläche und des Bestands an Raufutter fressenden Großvieheinheiten (RGV) (Deutschland) (Quelle: DESTATIS, verschd. Jgg.; eigene Auswertungen).

Hinter dieser Durchschnittsbetrachtung verbergen sich sehr unterschiedliche Trends. Während die Tierbestandsdichte in spezialisierten Milchviehbetrieben auf vergleichsweise hohem Niveau geblieben oder sogar leicht angestiegen ist, hat die Grünlandnutzungsintensität in anderen Betrieben umso stärker abgenommen. Dies „duale“ Entwicklung lässt sich in allen Bundesländern und auch in anderen europäischen Ländern beobachten (Osterburg et al., 2010). Die Milchproduktion ist eine besonders wichtige ökonomische Basis für die Grünlandnutzung. In spezialisierten Milchviehbetrieben wurden im Jahr 2007 75 % aller Milchkühe in Deutschland gehalten, die Betriebe bewirtschafteten aber nur 43 % des Grünlands (SCHRAMEK et al., 2012). Ein großer Teil der Grünlandnutzung in Deutschland findet demnach ohne Verbindung zur Milchproduktion statt und generiert im Vergleich zur Nutzung über Milchvieh deutlich weniger Beschäftigung und Einkommen.

Grünlandbewirtschaftung auf für den Ackerbau geeigneten Standorten ist, insbesondere im Fall von Extensivgrünland, weniger wirtschaftlich als eine Ackernutzung. Aufgrund des abnehmenden Bedarfs an Futter vom Grünland, der im Vergleich zu Silomais geringeren Futtererträge und der geringeren Wirtschaftlichkeit wurde und wird Dauergrünland auf ackerbaulich nutzbaren Standorten zunehmend in Ackerland umgewandelt. Insgesamt hat sich die Ackerfläche in Deutschland trotz der zunehmenden Flächeninanspruchnahme für Siedlung, Gewerbe und Verkehr aufgrund der Umwandlungen von Grünland in Ackerland nicht verringert (SCHRAMEK et al., 2012). Auf der anderen Seite fallen ertragschwache Dauergrünlandflächen vor allem in Mittelgebirgsregionen und z. T. auch auf sehr feuchten Standorten aus der Nutzung. Die dann einsetzende, natürliche Sukzession führt zu einer Verbuschung und Bewaldung und zu einem Verlust der an die Grünlandnutzung gebundenen Biodiversität.

Erfahrungen mit agrarpolitischen Instrumenten zur Grünlanderhaltung

In diesem Abschnitt werden ausgewählte Instrumente der Agrarpolitik seit der im Jahr 1991 beschlossenen McSharry-Reform beschrieben und in ihrer Relevanz für die Grünlanderhaltung eingeordnet.

Beihilfeberechtigung der Flächen in der „1. Säule“ der EU-Agrarpolitik

Nach der Umstellung der agrarpolitischen Subventionen von der Preisstützung für wichtige Agrarprodukte auf flächenbezogene Preisausgleichszahlungen wurden ab dem Jahr 1992 bis zum Jahr 2005 nur Ackerkulturen begünstigt (Getreide, Ölsaaten, Grobleguminosen, Silomais). Mittelbar war auch das Grünland von der Umstellung betroffen, denn Flächen, die bis Ende 1991 als Dauergrünland genutzt wurden, waren von den Flächenzahlungen für Ackerkulturen ausgeschlossen, was eine Umwandlung in Ackerfläche weniger attraktiv gemacht hat (GAY et al., 2004). Allerdings durften im Falle von Ackerflächenverlusten, etwa durch Umwidmung in Bauland, Ausnahmen gemacht und Grünland in prämiensberechtigtes Ackerland umgewandelt werden. Die neu eingeführten Prämienzahlungen für Silomais haben dagegen dessen Konkurrenzfähigkeit gegenüber dem Grünland weiter erhöht. Dennoch hat sich die Silomaisfläche in der 90er Jahren nicht wesentlich erhöht, was mit dem zurückgehenden Rinderbestand zusammenhängt. Eine deutliche Expansion der Silomaisfläche fand erst ab 2004 aufgrund der Förderung der Biogasproduktion aus nachwachsenden Rohstoffen über das Erneuerbare Energien-Gesetz statt.

Die im Jahr 1999 beschlossene Agrarreform „Agenda 2000“ brachte keine wesentlichen Änderungen des Direktzahlungssystems, allerdings wurden die Preisausgleichszahlungen nun als Flächenprämien bezeichnet. Die im Zuge der Halbzeitbewertung ab dem Jahr 2005 umgesetzte, nach dem damaligen Agrarkommissar benannte Fischler-Reform brachte in der von Deutschland gewählten Umsetzung eine weitgehende Entkopplung der Prämienzahlungen von der Produktion, die Einführung von Flächenprämien auch für das Grünland und von Umweltauflagen als Voraussetzung für den Erhalt der Flächenprämien. Letztere werden im Kapitel „Cross Compliance“ näher beschrieben. Im deutschen Umsetzungsmodell wurde eine schrittweise Angleichung der Flächenprämien für Acker- und Grünland bis zum Jahr 2013 auf ein einheitliches Niveau je Bundesland beschlossen. Dadurch wurde das Grünland im Verhältnis zum Ackerland aufgewertet.

Die Anwendung des für Ackerflächen entwickelten Flächenverwaltungssystems auf das Grünland brachte allerdings auch Probleme in Hinblick auf die Beihilfefähigkeit mit sich. Bei mit Gehölzen durchsetzten Grünlandflächen ist die genaue Flächengröße nicht eindeutig feststellbar, und es steht in Frage, ob die Cross Compliance-Anforderungen an die Mindestpflege und die Verhinderung der Ausbreitung „unerwünschter Vegetation“ eingehalten werden (JEDICKE und METZNER, 2012). Werden Gehölze dagegen entfernt, drohen je nach Interpretation Sanktionen wegen der Zerstörung schützenswerter Landschaftselemente. Daher wurden nach 2005 viele als extensives Weideland genutzte Grünlandflächen von den Kontrollbehörden vom Erhalt der Flächenprämien ausgeschlossen.

Tier- und produktbezogene Maßnahmen der „1. Säule“ der Agrarpolitik

Die im Jahr 1984 erfolgte Einführung der Milchquote hatte zur Folge, dass die Milchproduktion nicht weiter ausgedehnt werden konnte und der Rinderbestand in Deutschland im Zuge der Milchleistungssteigerungen langsam zurückging. Die mit der McSharry-Reform eingeführten Tierprämien für Mutterkühe waren auf ca. 600.000 Tiere begrenzt. Diese Prämien haben in den 90er Jahren vor allen in den östlichen Bundesländern dazu beigetragen, neue Rinderbestände aufzubauen. Zusammen mit den Mastbullen- und Mutterschafprämien wurde die Mutterkuhprämie im Jahr 2005 vollständig in die neuen Flächenprämien überführt und damit von der Produktion entkoppelt. In einigen benachbarten EU-Staaten, zum Beispiel Österreich und Frankreich, wurde dagegen an gekoppelten Tierprämien festgehalten, um keinen Abbau der geförderten Tierbestände zu riskieren. In Deutschland hat der Mutterkuhbestand nach 2005 bis 2012 – im Gegensatz zum Schafbestand – nicht wesentlich abgenommen.

Cross Compliance

Grünlandschutz wurde im Rahmen der EU-Agrarpolitik seit dem Jahr 2005 über das Instrument „Cross Compliance“ umgesetzt. Darunter wird die Einhaltung von Grundanforderungen als Voraussetzung für den Erhalt von Direktzahlungen verstanden. Werden Verstöße festgestellt, kommt es zu Prämienabzügen. Nach den EU-Anforderungen darf der regionale Grünlandanteil an der Antragsfläche in den Mitgliedstaaten um nicht mehr als 10 % zurückgehen. Ferner sind die Mitgliedsstaaten verpflichtet, standortspezifische Erhaltungsgebote für ausgewählte Grünlandflächen festzulegen.

Sobald der Rückgang des Dauergrünlandanteils auf Bundeslandebene 5 %-Punkte überschreitet, ist eine einzelbetriebliche Umwandlungsgenehmigung erforderlich. Diese wird nur erteilt, wenn eine gleich große Ersatzfläche mit Grünland neu eingesät wird. Die Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein haben im Jahr 2008 aufgrund stärkerer Grünlandrückgänge entsprechende Grünlanderhaltungsverordnungen erlassen, gefolgt von Niedersachsen (2009) und Nordrhein-Westfalen (2010). Dadurch konnte der Rückgang von Dauergrünland in diesen Ländern deutlich gebremst werden (vgl. Abb. 2). Die Genehmigungsverfahren erlauben in diesen Ländern eine Begrenzung und flächenspezifische Steuerung der Grünlandumwandlung, allerdings erst nach Erreichen eines erheblichen Flächenverlustes. Zusätzliche, standortspezifische Grünlandschutzaufgaben wurden in Deutschland im Jahr 2011 Bestandteil von Cross Compliance, und zwar in Form von Umwandlungsverboten für Überschwemmungsgebiete, gesetzlich geschützte Biotop- und Naturschutzgebiete. Da die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und die Vogelschutzrichtlinie Bestandteil von Cross Compliance sind, werden Verstöße gegen die Erhaltung wertvoller, nach diesen Richtlinien als Lebensräume geschützter Grünlandflächen über Cross Compliance sanktioniert.

Flächen, die mit Feldgras und anderen Grünfütterpflanzen bestellt sind, fallen nach mehr als 5 Jahren kontinuierlicher Nutzung unter die Dauergrünlanddefinition. Dadurch nimmt der Flächenanteil des Dauergrünlands z. T. sogar wieder zu. Um zu verhindern, dass dann die Grünlanderhaltungsverordnung wieder aufgehoben werden muss, haben die Länder Mecklenburg-Vorpommern im Jahr 2012 und Schleswig-Holstein im Jahr 2013 Gesetze zur umfassenden Grünlanderhaltung erlassen. Diese regeln den Schutz des Grünlandes unabhängig von Vorgaben der EU-Agrarpolitik. Auch Baden-Württemberg hat durch Änderung seines Landwirtschafts- und Landeskulturgesetzes im Jahr 2011 einen gesetzlichen Grünlandschutz

beschlossen. Damit wird die Grünlanderhaltung in diesen Ländern in erster Linie über das Ordnungsrecht und nicht über Cross-Compliance gewährleistet.

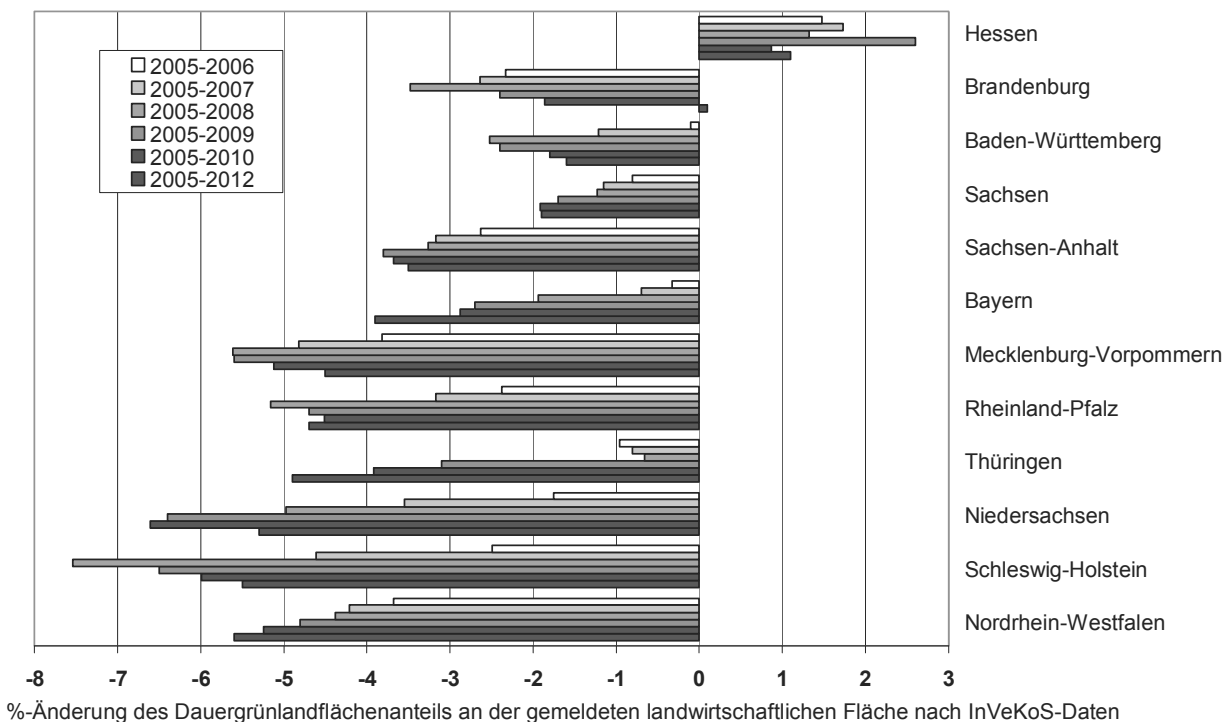


Abbildung 2: Entwicklung des Dauergrünlandanteils an der landwirtschaftlichen Fläche (Pressemitteilungen der GRÜNEN zu kleinen Anfragen im Bundestag verschiedener Jahre; vgl. SCHRAMEK et al., 2012).

Agrarumweltprogramme und andere Maßnahmen der „zweiten Säule“ der Agrarpolitik

Die flächenbezogene Agrarumweltförderung im Rahmen der Programme zur Entwicklung des ländlichen Raums der Bundesländer spielt eine wichtige Rolle in der Förderung des Grünlands. Die Maßnahmen, die verfügbaren Budgets und die geförderten Anteile am gesamten Dauergrünland unterscheiden sich deutlich zwischen den Bundesländern. Die Agrarumweltförderung macht die Grünlandnutzung wirtschaftlich attraktiver und unterstützt die Flächenpflege und Offenhaltung besonders extensiver, naturschutzfachlich wertvoller Flächen. In vielen Programmen sorgt die Begrenzung der Tierbesatzdichte pro Hektar Hauptfutterfläche für eine extensivere Bewirtschaftung auf mehr Fläche. Hinzu kommt, dass viele Programme eine Aufrechterhaltung des Grünlandflächenumfangs in Betrieben mit Agrarumweltmaßnahmen vorschreiben und dadurch die Umwandlung von Grünland in Ackerland einschränken.

Bereits Ende der 90er Jahre wurden in Deutschland knapp 2 Millionen Hektar Grünland über die Agrarumweltprogramme gefördert, davon etwa ein Viertel in Vertragsnaturschutzprogrammen und knapp 10 % in Betrieben des ökologischen Landbaus. Im Jahr 2011 wurden den Monitoringdaten zu den Länderprogrammen zufolge Grünlandflächen in einer ähnlichen Größenordnung gefördert. Der Anteil des über Agrarumweltprogramme geförderten am gesamten Dauergrünland ist dabei vor dem Hintergrund des Grünlandrückgangs auf über 40 % gestiegen. Etwa 20 % der geförderten Grünlandflächen lagen im Jahr 2011 in Betrieben des ökologischen Landbaus. Eine weitere relevante Fördermaßnahme ist die Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete, die weitere Flächenzahlungen nicht zuletzt für das Grünland bereitstellt. Oft kommt es dabei zur gleichzeitigen Förderung mit Agrarumweltmaßnahmen. Die Ausgleichszulage wird aber nicht in allen Bundesländern angeboten. Auch die

Investitionshilfe für Stallbauten, z. B. für Extensivrinder und Schafe, kann indirekt zur Grünlanderhaltung beitragen.

Geplante Umsetzung der Grünlanderhaltung im Rahmen des Greening

Die Erhaltung des Dauergrünlands ist eines von drei Elementen des sogenannten Greenings der Direktzahlungen der ersten Säule der Agrarpolitik, das im Rahmen der letzten Agrarreform ab dem Jahr 2015 umgesetzt werden soll. Die Cross Compliance-Anforderung an die Erhaltung des regionalen Grünlandanteils soll noch für eine Übergangsfrist bis zum Jahr 2016 bestehen bleiben. In dieser Zeit werden Rheinland-Pfalz und ggf. auch Bayern noch Grünlanderhaltungsverordnungen erlassen müssen. Nach 2016 wird diese Anforderung dann vollständig durch das Greening abgelöst. Die seit dem Jahr 2011 geltenden, standort-spezifischen Erhaltungsgebote werden durch die Möglichkeit im Greening ersetzt, umweltsensibles Grünland besonders zu schützen. Weiterhin bleibt der Schutz von Lebensräumen und seltenen Arten gemäß Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie und Vogelschutzrichtlinie Bestandteil von Cross Compliance.

Die Umsetzung des Greenings wird einheitlich für ganz Deutschland im Direktzahlungen-Durchführungsgesetz geregelt werden, das in der zweiten Maihälfte 2014 vom Bundestag beschlossen wurde. Nachdem sich der Agrar- und der Umweltausschuss des Bundesrats gegen eine Anrufung des Vermittlungsausschusses ausgesprochen haben, gilt ein Inkrafttreten als sicher (AGRAR-EUROPE, 2014). Das Gesetz sieht eine einzelbetriebliche Genehmigungspflicht für Grünlandumwandlung vor, die ab sofort und nicht erst nach Überschreitung eines bestimmten Flächenverlustes gilt, und die den Nachweis einer Ersatzfläche mit Grünlandeinsaat einschließt. Bei Abnahme um mehr als 5 % Dauergrünland-Flächenanteil dürfen keine Umwandlungsgenehmigungen mehr erteilt werden. Nur für Dauergrünland, das im Rahmen der Umsetzung von Agrarumweltmaßnahmen oder ab dem Jahr 2015 neu entstanden ist, sowie für bestimmte Sonder- und Härtefälle soll es Ausnahmen geben.

Alle Dauergrünlandflächen in den nach Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie ausgewiesenen Schutzgebieten sollen als umweltsensibles Dauergrünland geschützt werden. Dies beinhaltet ein vollständiges Umbruchverbot auch für eine Narbenerneuerung. Dadurch sollen naturschutzfachlich wertvolle, alte Dauergrünlandnarben vor der Zerstörung geschützt werden. Vogelschutzgebiete werden von der Regelung ausgenommen, und es wird keine Ermächtigung der Länder oder des Bundes geben, weitere Gebiete wie Moorböden oder Überschwemmungsgebiete als umweltsensibles Dauergrünland auszuweisen. Das deutlich restriktivere Umbruchverbot wird dadurch auf eine vergleichsweise kleine Kulisse mit besonders hohem Naturschutzwert beschränkt.

Ob diese vorgesehenen Greening-Anforderungen an die Dauergrünlanderhaltung durchgesetzt werden können, gilt aber nicht als sicher. Im Vergleich zu Cross Compliance wird die Sanktionshöhe im Fall von Verstößen im Greening wesentlich geringer ausfallen. Sanktionen nach Cross Compliance beziehen sich auf die gesamten Direktzahlungen, im Greening nur auf einen Anteil an diesen Zahlungen von maximal 37,5 %. Dadurch werden die Folgen eines bewussten Verstoßes gegen die Anforderungen kalkulierbarer (RÖDER et al., 2013). Je Hektar, auf dem die Anforderungen nicht eingehalten werden, addieren sich die Kürzungen und Sanktionen zusammen auf Beträge, die pro Jahr meist deutlich unter 150 € (maximal ca. 190 €) liegen. Angesichts stark gestiegener Pachtpreise könnte eine bewusste Inkaufnahme der Sanktionen gerade bei einer Umwandlung in Ackerland betriebswirtschaftlich sinnvoll sein. Wenn es zu vielen Verstößen gegen die Greening-Anforderungen kommt, quasi durch Verzicht auf einen Teil der Direktzahlungen, ist jedoch damit zu rechnen, dass die Sanktionshöhe im Rahmen der nächsten Überprüfung der GAP angepasst wird.

Ausblick

Die beschlossene Neuregelung des Dauergrünlandsschutzes in der EU-Agrarpolitik ermöglicht es, durch den Genehmigungsvorbehalt die Grünlandflächenabnahme stark zu begrenzen und Veränderungen der Flächennutzung durch den Flächentausch zu steuern. In Ländern wie z. B. Schleswig-Holstein, die in bestimmten Gebietskulissen eine Umwandlung aufgrund von Landesrecht beschränken, kann die Genehmigung innerhalb dieser Kulissen auch dann verweigert werden, wenn Ersatzflächen gestellt werden. Der Tausch von Dauergrünland kann dann dazu genutzt werden, eine Mehrung des Dauergrünlands in bestimmten Zielgebieten wie Feucht- und Überschwemmungsgebieten zu erreichen. Ob die vorgesehenen Sanktionen für die Durchsetzung der Greening-Auflagen zur Grünlanderhaltung ausreichen werden, bleibt abzuwarten.

Neben dem Schutz des Grünlands vor Umwandlung in Ackerland, der auch über die Weiterentwicklung des Ordnungsrechts gewährleistet werden kann, ist auf vielen Standorten und besonders im Falle von naturschutzfachlich wertvollen Flächen die Aufrechterhaltung einer extensiven Nutzung oder die Flächenpflege wichtig, um eine Nutzungsaufgabe und weitere Verbuschung zu verhindern. Dafür stehen auch künftig die Agrarumweltprogramme (die in Agrarumwelt-Klima-Maßnahmen umbenannt werden), die Förderung des ökologischen Landbaus und weitere Förderungsmaßnahmen der zweiten Säule zur Verfügung. Angesichts zurückgehender Tierbestände und regional sehr niedriger Tierbesatzdichten stellt sich allerdings die Frage, wie sich die Grünlandnutzung langfristig wirtschaftlich entwickeln wird und ob der gesamte, heute bestehende Flächenumfang dauerhaft erhalten werden kann. Aufgrund knapper Landesmittel zur Kofinanzierung von Maßnahmen der zweiten Säule sind die Spielräume auch bei der Extensivierung und Flächenpflege begrenzt. Daher müssen bei der Grünlanderhaltung in Zukunft Prioritäten gesetzt werden, die sich an den verschiedenen, standortspezifischen Umweltfunktionen des Grünlands orientieren sollten.

Literatur

- AGRAR-EUROPE (2014) Länder geben grünes Licht für GAP-Umsetzung. Länderberichte S. 15, 23/14, 2. Juni 2014.
- DESTATIS (STATISTISCHES BUNDESAMT) (div. Jgg) Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Fachserie 3, Reihe 3: Landwirtschaftliche Bodennutzung und pflanzliche Erzeugung, sowie Reihe 4: Viehbestand und tierische Erzeugung (div. Jgg.) (Viehzählung am 3. Mai).
- GAY, S.H., OSTERBURG, B., SCHMIDT, T. (2004) Szenarien der Agrarpolitik : Untersuchungen möglicher agrarstruktureller und ökonomischer Effekte unter Berücksichtigung umweltpolitischer Zielsetzungen; Endbericht für ein Forschungsvorhaben im Auftrag des SRU. Berlin : SRU.
- JEDICKE, E., METZNER, J. (2012) Zahlungen der 1. Säule auf Extensivweiden und ihre Relevanz für den Naturschutz Analyse und Vorschläge zur Anpassung der Gemeinsamen Agrarpolitik. Naturschutz und Landschaftsplanung, 44, 133-141.
- OSTERBURG, B., ISERMAYER, F., LASSEN, B., RÖDER, N. (2010) Impact of economic and political divers on grassland use in the EU. In: SCHNYDER, H., ISSELSTEIN, J., TAUBE, F., AUERSWALD, K., SCHELLBERG, J., WACHENDORF, M., HERRMANN, A., GIERUS, M., WRAGE, N., HOPKINS, A. (eds) Grassland in a changing world: *Proceedings of the 23rd General Meeting of the European Grassland Federation*. Kiel, Germany August 29th - September 2nd, 2010. Duderstadt, Deutschland : Mecke, S. 24-28.
- RÖDER, N., OSTERBURG, B., KÄTSCH, S. (2013) Faktencheck Agrarreform: Integration von Klimaschutz und Klimaanpassung in die Gemeinsame Agrarpolitik der EU nach 2013. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, *Thünen Working Paper* 11.
- SCHRAMEK, J., OSTERBURG, B., KASPERCZYK, N., NITSCH, H., WOLFF, A., WEIS, M., HÜLEMAYER, K. (2012) Vorschläge zur Ausgestaltung von Instrumenten für einen effektiven Schutz von Dauergrünland. Bonn: Bundesamt für Naturschutz, *BfN-Skript* 323.
- SCHMIDT, T.G., RÖDER, N., DAUBER, J., KLIMEK, S., LAGGNER, A., WITTE, T. DE, OFFERMANN, F., OSTERBURG, B. (2014) Biodiversitätsrelevante Regelungen zur nationalen Umsetzung des Greenings der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU nach 2013. Braunschweig: *Thünen Working Paper* 20.

Multifunktionale Herausforderungen der Grünland- und Viehwirtschaft in der angepassten Produktion und in der Bewusstseinsbildung hin zur Konsumentenschaft

K. Buchgraber

LFZ Raumberg-Gumpenstein,
Raumberg 38, A-8952 Irdning

karl.buchgraber@raumberg-gumpenstein.at

Einleitung

Die Wiesen, Weiden und in den Berglagen auch die Almflächen, haben in ihrer Bewirtschaftung in Europa einen steten Wandel vollzogen. In den letzten Jahrzehnten wird der Druck auf die Grünlandbauern durch die Globalisierung hin zur „industriellen Landwirtschaft“ immer größer. Gehen Großbetriebe den Weg über die Schlagkraft, Tierzahlen, Leistungen und größtmögliche Rendite, so haben die kleinstrukturierten bäuerlichen Betriebe kaum die Chance aus eigener Kraft die natürlich angepasste, artgerechte und umweltgerechte Bewirtschaftung aus Kosten- und Preisgründen aufrecht zu erhalten. In den wohlhabenden EU-Ländern verspürt man in den letzten Jahren den Trend, dass bäuerliche, biologische und regionale Produkte von der Konsumentenschaft bewusst verstärkt angenommen werden. Die „ehrliche“ Produktion unter Einhaltung der guten landwirtschaftlichen Praxis sollte den Konsumenten wieder besser vermittelt werden, damit das Hintergrundwissen steigt und Zusammenhänge um diese wertvolle Arbeit auch wertgeschätzt werden. Die multifunktionalen Leistungen der Grünland- und Viehwirtschaft müssen der öffentlichen Hand, der Gesellschaft und insbesondere der Konsumentenschaft bewusster gemacht werden.

Standortangepasste und artgerechte Tierhaltung

Die praktizierenden Grünland- und Viehbauern haben zumindest in den Gunstlagen die Intensivierung auf den Wiesen und im Stall fortgeschrieben. Tretmühlenartig wurde und wird zuerst über Zuchtprogramme versucht die Leistungen der Tiere zu erhöhen. Man nimmt dabei kaum Rücksicht auf die Gesundheit (Acetose) der Tiere, noch denkt man an die künftige Verfügbarkeit und den Preis der Krafftuttermengen für unsere Wiederkäuer. Die Lebensleistung aus dem Grundfutter (Basis Grünland und Feldfutter) sollte zum Maßstab für eine nachhaltige und kreislaufbezogene Bewirtschaftung werden. Es sollten zumindest 80 % der Wiederkäuerrationen aus dem Grundfutter stammen – die „graslandbasierte“ oder „grüne“ Milch ist Antwort auf diesen extremen kurzlebigen hohen Leistungsanspruch. Wird die Futterbasis in den Rationen so für die Tiere eingehalten, so passen sich die Tierzahlen automatisch den Leistungspotenzialen der Standorte pro Hektar an. Je nach Standortbedingungen (reine Grünlandbetriebe bis hin zu Grünland- und Ackerbaubetrieben) werden sie zwischen 0,2 und 2,0 GVE/ha liegen. Die Stickstoffobergrenze wird dann in den besten Lagen erreicht. Bei sachgerechtem Düngereinsatz wird die Grundwasserqualität unter Grünland auch dann kein Problem darstellen. Die Artenvielfalt in den Grünlandbeständen geht auf den Wirtschaftswiesen je nach Pflanzenbestand, Düngungs- und Nutzungsintensität zurück. In den extensiven Berglagen und „Naturschutzgebieten“ kann aber in den Regionen durch eine mosaikartige Bewirtschaftung eine hohe Biodiversität erreicht werden.

Die Multifunktionalität des europäischen Grünlandes ist in der Biodiversität, Wasserqualität, Co₂-Senke, sowie in der Bereitstellung von hohen Sauerstoffmengen pro ha äußerst positiv zu bewerten. Die raufutterverzehrenden Tiere veredeln die wertvolle und nachwachsende Biomasse aus den Wiesen und Weiden zu Milch und Fleisch und halten so auch die Kulturlandschaft offen und tragen wesentlich zur Versorgung der Menschheit bei. Eine weitere In-

tensivierung durch höhere Tierzahlen pro ha und Betrieb, höhere Leistungen durch importiertes Kraftfutter in die Betriebe und erhöhte Schnittfrequenzen schwächen diesen multifunktionalen Reichtum und verringern die Glaubwürdigkeit und das Vertrauen zu den Konsumenten.

Bewusstsein in der Konsumentenschaft

Das Bewusstsein um diese wertvollen und zusammenhängenden Leistungen der Grünland- und Viehwirtschaft ist nicht bei allen Verantwortlichen und Praktikern in der Landwirtschaft vorhanden. Der Produktionsgedanke steht bei den Landwirten natürlich im Vordergrund. Wobei hier der Grad der Bewirtschaftungsintensität für die Offenheit im Bewusstsein eine wesentliche Rolle spielt. Es würden den Landwirten für die Bewirtschaftung und für die Argumentation hin zur Gesellschaft und Konsumentenschaft helfen, diese erbrachten aber kaum honorierten Leistungen „sichtbar“ zu machen.

Die Gesellschaft und speziell die Konsumentenschaft (je nach EU-Land zwischen 80 und 97 %) hat sich zumindest in den wohlhabenden Ländern in den letzten Jahrzehnten geistig immer weiter von der Landwirtschaft entfernt. Einfache Zusammenhänge zwischen Boden/Wasser/Luft/Pflanze/Tier/Produkte/Mensch sowohl in der Biologie, den Nährstoffflüssen und Arbeitsabläufen sowie im Entstehen von Lebensmitteln sind in der nichtlandwirtschaftlichen Bevölkerung weitergehend unbekannt. Das Verständnis und das Wissen für die Bearbeitung, Pflege, Nutzung und Betreuung von Wiesen, Äckern und Tieren ist äußerst gering oder gar nicht mehr vorhanden. Die Landwirtschaft hat sich um die „Entfremdung“ in den letzten 40 Jahren zu wenig angenommen, so dass eine gewisse Kluft zwischen der Gesellschaft/Konsumentenschaft und Landwirtschaft entstanden ist. Man hat den Konsumenten alleine gelassen und mit oberflächlichen Werbeeinschaltungen bewusst unmündig gemacht. Das Ergebnis ist eine Entkoppelung und Entfremdung mit geringem Wissensstand und wenig Bindung zur bodenständigen Produktionen mit regionalem Hintergrund. Erst wenn es wieder gelingt, die Konsumentenschaft mit dem nötigen Wissen um diese multifunktionalen Leistungen auszustatten, dann wird es mehr Verständnis für die landwirtschaftlichen Arbeiten und die Wertschätzung für die „ehrlichen“ Produkte geben. Dass die Konsumentenschaft darauf eingeht zeigen viele positive Aktivitäten – es gibt einen Trend hin zur Regionalität, zur Natur und für ein gesundes Leben. Hier sollte die Landwirtschaft von sich aus mit erklärenden Inhalten „Natur/Landwirtschaft/Lebensmittel“ auf die Konsumentenschaft zugehen. Eine besonders wichtige Zielgruppe sind hier Kinder und Eltern sowie Urlauber auf Bauernhöfen. In Österreich sind dahingehend Seminare „Ideenwerkstätte Natur/Landwirtschaft“ und die Ausbildung von „Botschaftern für die Konsumentenschaft“ erfolgreich angelaufen.

Zusammenfassung

Die Aufrechterhaltung dieser wertvollen Multifunktionalitäten in der Grünland- und Viehwirtschaft bedeutet für die Bauernschaft eine sensible angepasste, artgerecht und aufwendigere Bewirtschaftung. Meist geht damit der Verzicht auf höchste Erträge und Leistungen einher. Um die Nachhaltigkeit dieser multifunktionalen Leistungen zu erreichen, braucht es die Allianz zwischen Landwirtschaft und Konsumentenschaft sowie die Unterstützung der öffentlichen Hand. Der wissentlichen Gesellschaft muss es etwas wert sein, dass die qualitativen Lebensmittel unter nachvollziehbaren ökologisierten und artgerechten Bedingungen in einer sozialvertretbaren Landwirtschaft ausreichend und verfügbar angeboten werden. Die Multifunktionalität ist also nicht nur Aufgabe von Förderungsprogrammen und der Arbeit der Bauernschaft, sondern braucht die Wertschätzung der Gesellschaft und speziell der Konsumentenschaft.

Artenreiches Grünland in Thüringen – Zielartenkatalog und erste Ergebnisse

H. Hochberg, D. Zopf und M. Schwabe

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft,
Naumburger Straße 98, 07743 Jena

hans.hochberg@tll.thueringen.de

Einleitung und Problemstellung

Artenreiche Wiesen und Weiden dienen der landwirtschaftlichen Nutzung und stellen gleichzeitig wichtige Lebensräume für eine Vielzahl von Pflanzen- und wild lebender Tierarten dar (TMLFUN, 2012). Ein hoher Artenreichtum mit Vorkommen bestimmter Kräuter und Leguminosen ist Ausdruck für eine standortangepasste und besonders umweltfreundliche Wirtschaftsweise. Diese erfordert vom Landwirt zusätzliche Aufwendungen bzw. Ertrags- und Qualitätsverluste bei der Futtererzeugung gegenüber einer auf hohe Flächenproduktivität ausgerichteten Bewirtschaftung. Zum Ausgleich der damit verbundenen Bewirtschaftungserchwernisse und Erlösausfälle fördert der Freistaat Thüringen seit 1993 die Einführung und Beibehaltung einer extensiven Grünlandbewirtschaftung im Rahmen vom Programm zur Förderung von umweltgerechter Landwirtschaft, Erhaltung der Kulturlandschaft, Naturschutz und Landschaftspflege in Thüringen (KULAP). Seit der Förderperiode ab dem Jahr 2007 findet die ergebnisorientierte Maßnahme „Artenreiches Grünland“ Anwendung (HOCHBERG und SCHWABE, 2009). Dabei entscheidet das Ergebnis, der Nachweis von Vorkommen ausgewählter Pflanzenarten (Zielarten) in ausreichender Anzahl auf einer Grünlandfläche, über deren Förderwürdigkeit. Bei der Festlegung der Zielarten sowie der Anwendung der ergebnisorientierten Fördermaßnahme kommt es darauf an, dass das Verfahren sowohl praxistauglich als auch verwaltungskonform sein muss.

Material und Methoden

Zur Erstellung eines Thüringer Zielartenkataloges für artenreiches Grünland wurden vorliegendes Expertenwissen, Ergebnisse von Dauerversuchen der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft sowie langjährige Ergebnisse von Vegetationsaufnahmen auf Förderflächen (Landesmonitoring) genutzt. Das Landesmonitoringnetz umfasst ursprünglich 1039 Dauerbeobachtungsflächen auf Praxisflächen und gilt als repräsentativ für das Thüringer Grünland (HOCHBERG und SCHWABE, 2004). Zur Abschätzung der Flächenrelevanz von Zielartenvorkommen wurden ausschließlich Extensiv-Grünlandflächen betrachtet (708 Feldstücke), die keinen gesonderten Naturschutzanforderungen unterlagen, wie z.B. rechtlich besonders geschützte Biotope.

Zur Begleitung der Fördermaßnahme wurden eine methodische Anleitung sowie eine Artenbestimmungshilfe für Landwirte und betroffene Behördenvertreter erstellt sowie mit Interessenten Vor-Ort-Schulungen durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Artenausstattung

Die Artenausstattung der Grünlandvegetation wird im Wesentlichen vom Standort und den jeweiligen Bewirtschaftungsmaßnahmen, insbesondere der Düngungs- und Nutzungsintensität, beeinflusst. Neben weit verbreiteten Pflanzenarten, die praktisch auf fast jeder Grünland-

fläche vorkommen, ist das Vorkommen einiger Pflanzenarten besonders eng an bestimmte Standorteigenschaften und Bewirtschaftungsmaßnahmen gebunden. Einige Pflanzenarten können daher als Bioindikatoren (Kenn- oder Zeigerpflanzen) verwendet werden. Beispielsweise gelten Silberdistel, Margerite, Echtes Labkraut, Kleines Habichtskraut, Hornschotenklee und Thymian als typische Magerkeitszeiger.

Im Zuge der langjährigen Extensivierung hat sich in Thüringen eine weitere Differenzierung der Vegetationstypen vollzogen. Insgesamt wurden auf den Thüringer Dauerbeobachtungsflächen über 750 Gräser-, Kräuter- und Leguminosenarten nachgewiesen. Am artenreichsten stellten sich Weiden auf Mager- und Trockenstandorten dar, mit 50 bis 60 Arten. Auf den naturschutzkonform bewirtschafteten Förderflächen, darunter Spätschnittwiesen und Hutungen, konzentrieren sich 40 gemäß Rote-Liste Thüringens 2001 gefährdeten Grünlandarten sowie 14 gemäß Naturschutzrecht besonders geschützte Arten (HOCHBERG *et al.*, 2008). Extensiv bewirtschaftete Flächen beherbergten je Aufnahme zwischen 23 bis 59 Pflanzenarten, darunter 7 bis 14 Gräser-, 12 bis 36 Kräuter- und 2 bis 9 Leguminosenarten. Pflanzenbestände mit über 30 Arten werden als artenreich angesehen.

Thüringer Zielartenkatalog

Bei der ergebnisorientierten Förderung entscheidet das Vorkommen von bestimmten Pflanzenarten (Zielarten), die eine standortangepasste, extensive Bewirtschaftung anzeigen, über die Förderwürdigkeit der jeweiligen Einzelfläche. Es wurden 32 Arten bzw. Artengruppen ausgewählt, die kennzeichnend sind für artenreiches Grünland, das gleichzeitig landwirtschaftlich nutzbar ist. Diese Arten sind charakteristisch für Extensivgrünlandtypen, wie Glatthafer-Talwiesen, Salbei-Glatthaferwiesen, Goldhafer-Bergwiesen, Bärwurz-Goldhaferwiesen, Kohldistewiesen- und artenreiche Fuchsschwanzwiesen, Dotterblumenwiesen, Silikat-Magerweiden und Bergweiden. Bei der Auswahl der Zielarten wurden nur Kräuter und Leguminosen berücksichtigt, die leicht erkennbar sind, mit meist auffälliger Blüte. Ähnliche und leicht verwechselbare Arten wurden in Gruppen zusammengefasst. Auf Gräser wurde grundsätzlich verzichtet, ebenso auf gefährliche Giftarten.

Die Häufigkeit der Artenvorkommen auf extensiv genutztem Grünland ist artspezifisch differenziert (Tab. 1). Erwartungsgemäß sind Trollblume, Silber- und Golddistel, Sumpfdotterblume, Bärwurz und Thymian sehr selten auf Wirtschaftsgrünland zu finden. Kleines Habichtskraut, Schlüsselblumen und Wiesen-Salbei kommen auf etwa 5 % der untersuchten Flächen vor während Hahnenfuß-Arten, Scharfgarbe und Wiesen-Klee auf etwa 80 % der Flächen verbreitet sind. Die Ergebnisse aus dem Landesmonitoring lassen auch Rückschlüsse auf den möglichen Förderumfang zu. Beispielsweise erfüllen etwa 75 % der betrachteten Flächen die Forderung nach Vorkommen von mindestens 4 Zielarten.

Akzeptanz der Fördermaßnahme

Mit einem geförderten Flächenumfang von über 38.000 ha (entspricht einem Anteil von etwa 23 % des Thüringer Grünlandes) hat die Fördermaßnahme ab dem Jahr 2007 einen beachtliche Akzeptanz erfahren (TLL, 2013). Ein besonderer Vorteil der Maßnahme besteht darin, dass dem Landwirt keine konkreten Bewirtschaftungsauflagen vorgegeben werden. Dafür wurden auch erhöhte Aufwendungen zur Erfassung und zum Nachweis der Zielarten in Kauf genommen.

Alle anderen, im KULAP geförderten Maßnahmen sind auf spezielle Naturschutzziele ausgerichtet. Ihre Fördersätze liegen etwa 1,8 bis 3,4 mal höher als der beim artenreichen Grünland. Deshalb bestand bisher kaum ein Interesse daran, Flächen mit besonders wertvollen Arten im Rahmen der Maßnahme „artenreiches Grünland“ zu fördern. Zusätzlich besteht für Förderflächen innerhalb von Natura-2000-Gebieten eine Ausschlussklausel für bestimmte Biotope zur Gewährleistung des Verschlechterungsverbot.

In der anstehenden Förderperiode ist eine Differenzierung der Fördermaßnahme geplant, wobei jeweils vier und sechs Zielarten angeboten werden.

Zur Unterstützung der Maßnahmeumsetzung wurde der Zielartenkatalog überarbeitet und als Broschüre herausgegeben, die auch unter Feldbedingungen verwendet werden kann. Sie basiert, neben einer kurzen verbalen Beschreibung relevanter Art-Merkmale, auf der Erkennung der Art anhand von Fotos. Außerdem wurden die 32 Zielarten bzw. Zielartengruppen

entsprechend ihrer Standortansprüche geordnet in: überwiegend trockene, überwiegend frische und überwiegend nasse Standorte.

Tabelle 1: Vorkommen der Thüringer Zielarten auf Monitoringflächen (n = 708) mit Extensiv-Grünland, geordnet nach der Häufigkeit ihres Vorkommens

Pflanzenname deutsch	Latein	Flächenanteil
Trollblume	<i>Trollis europaeus</i>	0,6 %
Silber- und Golddistel	<i>Carlina spec.</i>	2,0 %
Sumpf-Dotterblume	<i>Caltha palustris</i>	2,0 %
Bärwurz	<i>Meum athamanthicum</i>	2,8 %
Thymian	<i>Thymian spec.</i>	3,2 %
Kleines Habichtskraut	<i>Hieracium pilosella</i>	5,1 %
Schlüsselblumen	<i>Primula spec.</i>	5,4 %
Wiesen-Salbei	<i>Salvia pratensis</i>	5,6 %
Wiesen-Schaumkraut	<i>Cardamine pratensis</i>	11,0 %
Kuckucks-Lichtnelke	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	11,7 %
Odermennig	<i>Agrimonia eupatoria</i>	12,0 %
Großer Wiesenknopf	<i>Sanguisorba officinalis</i>	12,3 %
Wiesen-Knöterich	<i>Polygonum bistorta</i>	14,1 %
Kohl-Kratzdistel	<i>Cirsium oleraceum</i>	16,5 %
Wiesen-Bocksbart	<i>Tragopogon pratensis, incl. orientalis</i>	19,5 %
Wiesen-Platterbse	<i>Lathyrus pratensis</i>	20,2 %
Flockenblumen	<i>Centaurea spec.</i>	21,5 %
Wiesen- und Wald-Storchschnabel	<i>Geranium pratense, G. sylvaticum</i>	23,0 %
Acker-Witwenblume	<i>Knautia arvensis</i>	23,2 %
Glockenblumen	<i>Campanula spec.</i>	23,3 %
Johanniskraut (Hartheu)-Arten	<i>Hypericum spec.</i>	24,6 %
Frauenmantel	<i>Alchemilla spec.</i>	28,1 %
Margerite	<i>Leucanthemum vulgare</i>	31,2 %
gelbblütige „Kleearten“, z.B. Hornklee, Gelbklee, Feldklee, Kleiner Klee	z.B. <i>Lotus corniculatus, Medicago lupulina, Trifolium campestre, Trifolium dubium</i>	38,0 %
Wiesen-Sauerampfer	<i>Rumex acetosa</i>	49,7 %
Spitz-Wegerich	<i>Plantago lanceolata</i>	59,0 %
Gamander Ehrenpreis	<i>Veronica chamaedrys</i>	60,3 %
Zaun- und Vogel-Wicke	<i>Vicia sepium, V. cracca</i>	60,9 %
Wiesen-Labkraut	<i>Galium mollugo</i>	61,7 %
Wiesen-Klee	<i>Trifolium pratense</i>	78,2 %
Hahnenfuß-Arten	<i>Ranunculus spec.</i>	79,8 %
Schafgarbe	<i>Achillea spec.</i>	80,9 %

Die feldstücksbezogene Dokumentation der Funde durch den Landwirt, bestehend aus einer Liste der vorgefundenen Zielarten und einer Lageskizze mit Verlauf der Begehungslinie, hat sich als nachvollziehbarer und kontrollfähiger Nachweis bewährt. Die Vor-Ort-Kontrollen berücksichtigen in der Regel die Dokumentation des Landwirtes. Fand unmittelbar vor einer Vor-Ort-Kontrolle eine Nutzung der zu kontrollierenden Verpflichtungsfläche statt, die eine eindeutige Erkennung der Zielarten nicht möglich macht, oder werden auf einer Fläche weniger als 4 Zielarten festgestellt, wird eine Wiederholung der Kontrolle nach etwa 4 Wochen durchgeführt. Dadurch kann sichergestellt werden, dass die Zielarten, mit Ausnahme einiger weniger Arten, wie z.B. Wiesenschaumkraut, unabhängig vom Kontrolltermin in den Sommermonaten sicher erkannt werden können.

Schlussfolgerungen

Nach anfänglicher Skepsis wurde die Maßnahme gut angenommen. Dazu beigetragen haben zahlreiche Schulungsveranstaltungen und Erfahrungsaustausche. Hilfreich war die Broschüre zur Beschreibung der Vorgehensweise und der Zielarten.

Um die Erfolge bezüglich Artenreichtum und Akzeptanz weiter zu verbessern, sind sowohl eine transparente und beratende Begleitung des Programms als auch die Bewertung der Erfolge erforderlich. Als quantifizierbarer Wirkungsindikator sollte dabei das Landesmonitoring genutzt werden, um Veränderungen im Pflanzenbestand zu quantifizieren. Weiterhin wird empfohlen, ein geeignetes Flächennachweissystem zu etablieren, das Rückschlüsse auf Artnachweise und Bewirtschaftungsmaßnahmen erlaubt.

Literatur

HOCHBERG, H. ET AL. (2008): Ex-post-Evaluation des Entwicklungsplanes für den ländlichen Raum Thüringen 2000 - 2006.- Bericht, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, 467 S., http://ec.europa.eu/agriculture/rur/countries/de/thuring/ex-post_de.pdf (URL) , Stand: 15.02.2014

HOCHBERG, H., UND M. SCHWABE (2004): Pflege und Schutz der Kulturlandschaft durch Landwirte. Halbzeitbewertung – Entwicklungsplan für den ländlichen Raum in Thüringen. Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, Erfurt, 24 S.

HOCHBERG, H. UND M. SCHWABE (2009): KULAP 2007. Schutz natürlicher Ressourcen, Erhalt der Agrobiodiversität und Kulturlandschaftspflege durch Landwirte. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), 24 S., <http://www.tll.de/ainfo/pdf/fkul0609.pdf> (URL)

HOCHBERG, H., SCHWABE, M. UND D. ZOPF (2014): KULAP 2014 Maßnahme G1-Artenreiches Grünland. Anleitung zur Beurteilung einer Grünlandfläche. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, 56 S.

TLL (2013): Landwirtschaft in Thüringen 2013 (Daten und Fakten). Direktzahlungen und Fördermaßnahmen (Berichtsjahre 2011 und 2012). Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.), S. 12, <http://www.tll.de/ainfo/pdf/zahl0713.pdf> (URL), Stand 07.07.2014

TMLFUN (2012): Thüringer Strategie zur Erhaltung der biologischen Vielfalt. Broschüre, Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Forsten, Umwelt und Naturschutz (Hrsg.), Erfurt, 93 S., <http://www.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload1281.pdf> (URL)

Einfluss der Grünlandbewirtschaftung auf den Verlust Magerer Flachland-Mähwiesen im Landkreis Esslingen

B. Raufer¹, U. Thumm¹, I. Lewandowski¹, R. Bauer², M. Seither³ und M. Elsässer³

¹ Universität Hohenheim, Institut für Kulturpflanzenwissenschaften,
Fruwirthstraße 23, 70593 Stuttgart

² Landratsamt Esslingen, Pulverwiesen 11, 73726 Esslingen am Neckar

³ Landwirtschaftliches Zentrum, Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf

Barbara.Raufer@uni-hohenheim.de

Einleitung und Problemstellung

Aufgrund ihrer hohen Bedeutung als Lebensraum für eine Vielzahl an Pflanzen und Tieren wurden artenreiche Flachland-Mähwiesen im Rahmen Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie 1992 unter Schutz gestellt (FFH-RICHTLINIE 1992). Sie zeichnen sich durch einen hohen Artenreichtum aus und zählen mittlerweile zu den gefährdetsten Grünlandgesellschaften in der Agrarlandschaft (RUTHSATZ 2009). Zu den FFH-Mähwiesen zählen zwei laut FFH-Richtlinie geschützten Lebensräume: die Mageren Flachland-Mähwiesen und die in höheren Lagen (ab ca. 600 m ü. NN) auftretenden Berg-Mähwiesen. In Deutschland liegt der Verbreitungsschwerpunkt magerer Flachland-Mähwiesen im Südwesten. Baden-Württemberg weist nicht nur flächenmäßig bedeutende Vorkommen sondern auch besonders artenreiche Ausbildungen auf (LUBW 2014). Obwohl sich der Erhaltungszustand der FFH-Lebensräume nach dem BUNDESNATURSCHUTZGESETZ (2009) nicht verschlechtern darf, gehen die Bestände magerer Flachland-Mähwiesen sowohl vom Flächenanteil als auch von der botanischen Qualität zurück (BFN 2013). Eine Verschlechterung bedeutet einen erheblichen Rückgang der für FFH-Mähwiesen typischen und wertgebenden Arten (SEITHER et al. 2014). Die Bewirtschafter stehen in der Pflicht die FFH-Mähwiesen zu erhalten. Bei Verlust besteht nach den Cross-Compliance Vorschriften die Gefahr von Sanktionen. Als Grund für den Rückgang artenreicher Mähwiesen wird eine dem Bestand nicht angepasste Bewirtschaftung angenommen. Aufgrund von höheren Ansprüchen an die Futterqualität kommt es häufig zu einer Intensivierung der Bewirtschaftung wie Zunahme der Schnitthäufigkeit, frühere erste Mahd und gesteigerte Düngung (DIETERICH und KANNENWISCHER 2012). Insbesondere standörtlich bedingt schwer bewirtschaftbare und ertragsarme Flächen sind andererseits von der Nutzungsaufgabe bedroht, wodurch es zu Sukzession und in der Folge zum Verlust der FFH-Mähwiese kommt (SCHRÖDER et al. 2008). Eine Nutzung des Lebensraumtyps durch Beweidung gilt ebenfalls als Gefährdungsursache (BFN 2013) der traditionell in der Regel hauptsächlich durch Mahd genutzten Wiesen.

Die Wirkungszusammenhänge sind aufgrund der komplexen Veränderungsprozesse in artenreichen Grünlandbeständen sehr vielschichtig und wurden bisher kaum in Abhängigkeit von Vorgeschichte und aktueller Bewirtschaftung betrachtet. Das Ziel dieses Forschungsprojekts (Laufzeit: 2013 - 2015) ist es daher zu untersuchen, wodurch es zur botanischen Verschlechterung von FFH-Mähwiesen im Projektraum, dem Landkreis Esslingen, gekommen ist. Da in der Regel die Bewirtschaftung als Grund für eine Verschlechterung angenommen wird, wurde im Rahmen einer Feldstudie die Vegetationszusammensetzung und der Bodennährstoffgehalt von Mähwiesen, die ihren FFH-Status verloren haben, untersucht und die langjährige Bewirtschaftungsweise im Rahmen von Bewirtschafterbefragungen erhoben. Der Landkreis Esslingen hat eine Vielzahl an Verlustflächen zu verzeichnen. In diesem Beitrag wird die Entwicklung des Erhaltungszustands von mageren Flachland-Mähwiesen in FFH-Gebieten im Landkreis Esslingen von 2004 auf 2010 dargestellt und der Einfluss der Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Verlust artenreicher Mähwiesen diskutiert.

Material und Methoden

Als Projektraum dient der Landkreis Esslingen aufgrund seiner großen Standortvielfalt mit vielfältigen Nutzungsstrukturen. Die Erstkartierung der mageren Flachland-Mähwiesen innerhalb von FFH-Gebieten fand 2004 statt. Im Rahmen eines Pilotprojekts wurden sie 2010 nachkartiert. Daher liegen relativ aktuelle Daten zu den Veränderungen der FFH-Mähwiesen vor.

Basierend auf dem Datensatz der Unteren Naturschutzbehörde zur bisherigen Bewirtschaftung der aktuell nicht mehr vorhandenen FFH-Mähwiesen wurden mögliche Verlustgründe ermittelt. Dazu wurden ausschließlich die von Landwirten bewirtschafteten FFH-Verlustflächen bearbeitet. Im Jahr 2013 wurden aus dieser Grundgesamtheit 32 zufällig gewählte Verlustflächen im Rahmen einer Feldstudie untersucht. Es wurden Bestandszusammensetzung und Bodenparameter der aktuell nicht mehr vorhandenen FFH-Mähwiesen ermittelt. Die Vegetationszusammensetzung wurde je Fläche auf jeweils drei 3x3 m großen Quadraten erfasst. Hierfür wurden die prozentualen Ertragsanteile der einzelnen Arten nach KLAPP/STÄHLIN (1936) bestimmt. Zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Bodennährstoffgehalts (Phosphor und Kalium) wurden Bodenproben aus einer Tiefe von 0-10 cm entnommen.

Da das Projekt noch nicht abgeschlossen ist, werden hier nur erste Ergebnisse präsentiert.

Ergebnisse und Diskussion

Im Jahr 2004 wurden im Projektraum 335,6 ha Flachland-Mähwiesen in FFH-Gebieten ausgewiesen. Bis zur Nachkartierung im Jahr 2010 verloren 73,1 ha der artenreichen Mähwiesen den FFH-Status. 92,1% der FFH-Verlustflächen wurde durch Landwirte bewirtschaftet. Nur ein geringer Prozentsatz von 7,9 % der Wiesen wurde von nicht landwirtschaftlichen Privat-Eigentümern bzw. bisher noch unbekanntem Bewirtschaftern genutzt.

Bewirtschaftungsart

Der Großteil der Verlustflächen (36,5 ha) wurde von insgesamt 48 Landwirten durch Mahd genutzt (Tab.1). 30,4 ha der FFH-Verlustfläche wurden als Weide genutzt. Rinder beweideten mit 19,1 ha den Großteil der Verlustfläche, die Beweidung mit Schafen bzw. Pferden war von geringerer Bedeutung. Die Verlustfläche mit Weidenutzung wurde durch insgesamt 14 Landwirte bewirtschaftet. Eine reine Beweidung wird hinsichtlich der Eignung zum Erhalt der FFH-Mähwiesen meist kritisch gesehen und darf nur erfolgen, wenn hierdurch keine Verschlechterung erfolgt (TONN und ELSÄßER 2014). Ein Bewirtschafteter mulchte 0,3 ha der Verlustfläche und für 0,1 ha war die Bewirtschaftungsart unbekannt.

Tabelle 1: Anteil an Verlustfläche und Anzahl der Bewirtschafter für die Bewirtschaftungsarten

Nutzung	Beweidung			Gesamt	Mahd	Mulchen	unbekannt
	Rinder	Schafe	Pferde				
Verlustfläche [ha]	19,1	6,9	4,4	30,4	36,5	0,3	0,1
Anzahl Bewirtschafter	8	4	2	14	48	1	2

Nutzungshäufigkeit

Obwohl eine 1- bis 2-Schnittnutzung als geeignet gilt zur Erhaltung einer FFH-Mähwiese (TONN und ELSÄßER 2014), kam es bei 1-schüriger Mahd auf 6,5 ha und bei 2-schüriger Mahd auf 24,1 ha Mähwiesen zum Verlust des FFH-Status. Flächen mit ein- und zweischüriger Mahd machten den größten Flächenanteil an Verlustflächen im Landkreis aus (Tab. 2). Eine zu seltene Nutzung kann zu einer Artenverarmung und zunehmenden Dominanz der Gräser führen. Der höhere Biomasseaufwuchs hat eine höhere Beschattung niedrigwüchsiger Kräuter zur Folge. Diese werden auf Dauer von den hochwüchsigeren Gräsern verdrängt

(SEITHER et al. 2014). Der hohe Anteil an Verlustflächen bei 2-schürigen Wiesen könnte daran liegen, dass der Zeitpunkt des ersten Schnittes zu spät (Juli bis August) stattfand.

Tabelle 2: Nutzungshäufigkeit bei Mahd

	1-schürig	2-schürig	3-schürig	4-schürig	unbekannt
Verlustfläche [ha]	6,5	24,1	0,1	2,9	2,9
Anzahl Bewirtschafter	6	32	1	3	6

Die Verlustflächen mit Schafbeweidung wurden zwei- oder dreimal beweidet, bei Pferdehaltung erfolgten drei oder vier Weidegänge (nicht dargestellt). Die Anzahl der Weidegänge bei Rindern schwankte zwischen drei und acht. Der Großteil der beweideten Verlustfläche wurde mit unbekannter Häufigkeit durch Rinder beweidet. Eine Verlustfläche mit Rinderbeweidung (4,8 ha) wurde in 8 Weidegängen genutzt. Die Beweidung mit Pferden in drei Weidegängen hatte einen Flächenverlust von 4,2 ha zur Folge. In den letzten beiden Fällen bewirtschaftete jeweils ein Landwirt die FFH-Flächen. Bei Schafen lag der größte Flächenverlust mit 4,8 ha bei einer Nutzungshäufigkeit von zwei Weidegängen. Der FFH-Flächenverlust verteilte sich in diesem Fall auf drei Bewirtschafter.

Nutzungszeitpunkt

Der Nutzungszeitpunkt des ersten Aufwuchses der FFH-Verlustflächen lag zwischen der ersten Mai- und ersten Augushälfte (Tab. 3). Mit 8,8 ha wurde der höchste Flächenanteil in der zweiten Junihälfte das erste Mal geschnitten. In der zweiten Julihälfte erfolgte auf insgesamt 8,2 ha die erste Mahd. Auf 6,7 ha wurde der erste Schnitt Anfang August durchgeführt. Eine verhältnismäßig geringere Verlustfläche war auf eine erste Mahd im Mai zurückzuführen. Aufgrund unterschiedlicher Witterungsbedingungen von Jahr zu Jahr gibt es keinen kalendarisch optimalen Zeitpunkt für den ersten Schnitt. Die erste Nutzung sollte frühestens zur Blütezeit der bestandsbildenden Gräser erfolgen, dieser Zeitpunkt liegt je nach Standort und Witterungsbedingungen zwischen Anfang bis Ende Juni (SEITHER et al. 2014). Tendenziell ging mehr FFH-Fläche bei einem späteren ersten Schnitt ab Mitte Juni verloren. Der Großteil der Bewirtschafter von Verlustflächen schneidet die Wiesen zu diesen Zeitpunkten.

Tabelle 3: Nutzungszeitpunkt bei Mahd

	1. Mai- hälfte	2. Mai- hälfte	1. Juni- hälfte	2. Juni- hälfte	1. Juli- hälfte	2. Juli- hälfte	1. August- hälfte	unbe- kannt
Verlustfläche [ha]	3,0	0,1	1,9	8,8	4,0	8,2	6,7	3,8
Anzahl Be- wirtschafter	4	1	2	9	7	13	3	11

Düngung

Auf gemähten Flächen traten die höchsten Verluste (14,4 ha) bei Festmistdüngung auf (Tab. 4) und entsprechen damit der empfohlenen Nutzung und Bewirtschaftung. Der Flächenverlust von FFH-Mähwiesen ohne Düngung betrug 13,4 ha. Geringere Flächenverluste traten auf Wiesen mit Gülle- oder mineralischem P-/K-Dünger auf. Die Mehrheit der Bewirtschafter nutzte keine oder Festmistdüngung. Die größte beweidete Verlustfläche (12,7 ha) wurde nicht gedüngt. Für eine weitere große Verlustfläche mit Beweidung (12,3 ha) ist die Düngung unbekannt. Die meisten Landwirte verzichteten auf eine Düngung (nicht dargestellt).

Tabelle 4: Düngung bei Mahd

	keine	Festmist	mineralisch	Gülle	unbekannt
Verlustfläche [ha]	13,4	14,4	2,4	3,2	3,1
Anzahl Bewirtschafter	22	11	2	5	8

Der große Verlust an FFH-Mähwiesen bei der eigentlich als optimal bewerteten 2-Schnitt-Nutzung bzw. Festmistdüngung kann sich auch als Effekt einer weiten Verbreitung dieser Bewirtschaftungsweise bei FFH-Mähwiesen im Landkreis Esslingen ergeben.

Feldstudie

Die Verlustfläche teilte sich relativ gleichmäßig auf Wiesen und Weiden auf (Tab. 5). Auf den Wiesen wurden 29 ± 6 Arten gefunden. Der Ertragsanteil an Gräsern überwog mit $77,6 \pm 20,6$ %. Die beweideten Verlustflächen wiesen durchschnittlich höhere Artenzahlen auf und ein für extensives Grünland besseres Gräser-Kräuter-Leguminosenverhältnis. Die Wiesen verfügten über geringe Bodennährstoffgehalte. Die Phosphor- und Kaliumwerte lagen in den meisten Fällen (P_2O_5 : $4,3 \pm 3,3$; K_2O : $7,5 \pm 4,9$) unter 10 mg/100 g Boden. Der mittlere Phosphorgehalt betrug bei Weiden $6,7 \pm 8,4$ mg/100 g Boden und der mittlere Kaliumgehalt erreichte im Durchschnitt $14,1 \pm 6,4$ mg/100 g Boden. Ein P-/K-Mangel führt zu einem Konkurrenzvorteil der Gräser gegenüber den Kräutern und Leguminosen. Diese beschatten aufgrund des höheren Wachstumspotentials niedrigwüchsiger Kräuter- und Leguminosenarten stärker und können sie langfristig aus dem Bestand verdrängen.

Tabelle 5: Charakterisierung der 32 untersuchten FFH-Verlustflächen

	Flächen- größe [ha]	Anzahl Bewirt- schafter	Artenzahl	Gräseranteil [%]	Kräuteranteil [%]	Leguminosen- anteil [%]
Mahd	15,8	17	$28,6 \pm 6,4$	$77,6 \pm 20,6$	$13,1 \pm 9,1$	$4,6 \pm 3,7$
Beweidung						
gesamt	13,4	7	$36,5 \pm 4,8$	$62,8 \pm 13,8$	$28,1 \pm 8,1$	$8,8 \pm 6,6$
Rinder (n=7)	8,6	4	$35,8 \pm 4,9$	$59,0 \pm 15,8$	$30,2 \pm 8,3$	$10,7 \pm 8,1$
Pferde (n=1)	0,9	1	40	68	27	5
Schafe (n=3)	3,8	2	$35,7 \pm 6,0$	$66,3 \pm 12,4$	$26,0 \pm 10,4$	$7,7 \pm 2,1$

Schlussfolgerungen

Die Vermutung einer zu extensiven Nutzung als Grund für den Verlust des FFH-Status einer Vielzahl von Mähwiesen im Landkreis Esslingen konnte im Rahmen der Untersuchung bestätigt werden. Bei Mäh-Nutzung kam es zu hohen Anteilen an Verlustflächen bei ein- und zweimaliger Nutzungshäufigkeit und bei einem späten ersten Schnitt im Juli bzw. August. Ein dadurch bedingter hoher Biomasseaufwuchs bewirkt infolge der Beschattung niedrigwüchsiger, lichtliebender Kräuter langfristig deren Verdrängung aus dem Bestand. Grundsätzlich sollten sich Schnitthäufigkeit und -zeitpunkt sowie die Düngung an der Wüchsigkeit des Standortes und der Bestandszusammensetzung orientieren. Die meisten untersuchten Flächen im Rahmen der Feldstudie zeigen zudem geringe Phosphor- und Kaliumgehalte, die auf eine oftmals fehlende Düngung bei gleichzeitig erschöpften Bodenvorräten zurückzuführen sein könnten.

Danksagung

Dieses Forschungsprojekt wird durch die Stiftung Naturschutzfonds Baden-Württemberg gefördert.

Literatur

- BFN (2013): Nationaler Bericht nach Art. 17 FFH-Richtlinie in Deutschland. Teil Lebensraumtypen (Annex D). Bundesamt für Naturschutz.
- BUNDESNATURSCHUTZGESETZ (2009): Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege. Verschlechterungsverbot § 33, Abs. 1.
- DIETERICH, M. und KANNENWISCHER, N. (2012): Defizitanalyse Natura 2000. Situation von artenreichem Grünland im süddeutschen Raum. NABU – Bundesverband.
- FFH-Richtlinie (1992): Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 7–50.
- KLAPP, E. und STÄHLIN, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Stuttgart, Ulmer.
- LUBW (2014): Natura 2000. Handbuch für die Erstellung von Managementplänen für Natura-2000-Gebiete in Baden-Württemberg. Version 1.3., Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) im Auftrag des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR).
- RUTHSATZ, B. (2009): Schutzwürdigkeit von Mähwiesen und ihrer Flora am Beispiel von Landschaften im westlichen Rheinland-Pfalz. *Tuexenia* 29, 121–144.
- SEITHER, M., ENGEL, S., KING, K. und ELSÄßER, M. (2014): FFH-Mähwiesen. Grundlagen-Bewirtschaftung-Wiederherstellung. LAZBW Aulendorf – Grünlandwirtschaft.
- SCHRÖDER, E., SSYMANK, A., VISCHER-LEOPOLD, M. und ERSFELD, M. (2008): Die Umsetzung der FFH-Richtlinie in der Agrarlandschaft. *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung* 20 (4), 264-274.
- TONN, B. und ELSÄßER, M. (2014): Handreichung zur Bewirtschaftung von FFH-Mähwiesen, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (Hrsg.).

Effiziente Biogaserzeugung mit ausgewählten Dauergrünlandtypen

F. Schmidt, K. Gödeke und H. Hochberg

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft,
Naumburger Straße 98, 07743 Jena

katja.goedeke@tll.thueringen.de

Einleitung und Problemstellung

Im Rahmen des Drittmittelprojektes „GNUT-Biogas“ werden produktive Dauergrünlandpflanzengesellschaften in Hinblick auf die Optimierung der Biomassebereitstellung für die Biogasproduktion untersucht. Dies soll zum Schutz und Erhalt des Dauergrünlands beitragen, indem Strategien erarbeitet werden wie und in welchen Mengen Biomasse vom nicht mehr für die Tierhaltung benötigtem, produktiven Dauergrünland für die Verwertungsrichtung Biogasproduktion genutzt werden kann. Der Trend der stark sinkenden Milchkuh- und Rinderbestände konnte zwar in den letzten Jahren etwas stabilisiert werden, aufgrund der steigenden Milchleistung pro Tier ist aber zukünftig mit keinem nennenswerten Anstieg der Tierzahlen zu rechnen. Damit wird auch kurz- bis mittelfristig kein steigender Bedarf an Futterfläche vom Dauergrünland verbunden sein. Alternative Verwertungsmöglichkeiten sind daher zu eruieren, um einen Erhalt auch der produktiven Dauergrünlandgesellschaften sicherzustellen.

Material und Methoden

Die deutschlandweit untersuchten, sieben Dauergrünlandpflanzengesellschaften sind in Tab. 1 übersichtlich charakterisiert. Bei den vier Weidelgras-Weißkleeweiden handelt es sich zwar um die gleichen Dauergrünlandpflanzengesellschaften, doch unterscheiden sich diese, aufgrund der verschiedenen Standorte und Anbauggebiete sowie den damit vorherrschenden klimatischen Bedingungen, deutlich in ihrer Ausprägung voneinander.

Die vier im Versuch gewählten Nutzungsvarianten unterschieden sich in der Düngungsintensität als auch im Schnittregime und lassen sich wie folgt charakterisieren:

- (1) Standorttypische Intensität (Futter für Milchvieh) – nachhaltig optimal; 4 bis 5 Schnitte pro Jahr, Ernte der Aufwüchse im vegetativen Zustand, 180 bis 300 kg ha⁻¹ N, 30 bis 52 kg ha⁻¹ P, 220 bis 250 kg ha⁻¹ K (je nach Standort)
- (2) Qualitätsfutterbereitstellung mit reduzierter N-Düngung und Schnitthäufigkeit; 3 bis max. 4 Schnitte pro Jahr, Ernte der Aufwüchse im vegetativen Zustand, 120 bis 220 kg ha⁻¹ N, 25 bis 52 kg ha⁻¹ P, 180 bis 225 kg ha⁻¹ K (je nach Standort)
- (3) Nutzung des Ertragspotenzials des Standortes; 3 bis max. 4 Schnitte pro Jahr, Ernte der ersten beiden Aufwüchse im Übergang von der vegetativen zum generativen Entwicklung; ab 3. Aufwuchs bei Mähreife, 110 bis 200 kg ha⁻¹ N, 25 bis 52 kg ha⁻¹ P, 180 bis 225 kg ha⁻¹ K (je nach Standort)
- (4) Bestandespflege; 3 bis max. 4 Schnitte pro Jahr, Ernte des 1. Aufwuchs sehr früh, des 2. Aufwuchs nach Ende der Blüte der Hauptbestandesbildner, ab 3. Aufwuchs bei Mähreife, 120 bis 220 kg ha⁻¹ N, 25 bis 52 kg ha⁻¹ P, 180 bis 225 kg ha⁻¹ K (je nach Standort)

Tabelle 1: Dauergrünlandpflanzengesellschaften und Anbaugelände Grünland/ Futterbau

Dauergrünland-pflanzengesellschaften	Standort und Anbaugelände	Ausprägung zu Versuchsbeginn
1 Weidelgras-Weißkleeweide <i>Lolio-Cynosuretum</i>	Niedersachsen, leichte Standorte Nordwest (Ammerland)	artenarm, ohne Leguminosen, 7 Arten
2 Weidelgras-Weißkleeweide <i>Lolio-Cynosuretum</i>	Brandenburg, trockene Standorte Nordost-Niedermoor (Havelland)	artenreich, ohne Leguminosen, 31 Arten
3 Weidelgras-Weißkleeweide <i>Lolio-Cynosuretum</i>	Brandenburg, trockene Standorte Nordost-Talsand (Havelland)	artenreich, typische Ausprägung, 32 Arten
4 Wiesefuchsschwanzwiese <i>Alopecuretum pratensis</i>	Sachsen, günstige Übergangslagen (Mulde-Überschwemmungsgebiet)	typische Ausprägung, 25 Arten
5 Glatthaferwiese <i>Arrhenatheretum elatioris</i>	Thüringen, sommertrockene Lagen Muschelkalk-Bergländer	typische Ausprägung, 34 Arten
6 Goldhaferwiese <i>Trisetum flavescens</i>	Thüringen, Mittelgebirgslagen Ost (Schiefergebirge)	typische Ausprägung, ohne Wald-Storchschnabel, 29 Arten
7 Weidelgras-Weißkleeweide <i>Lolio-Cynosuretum</i>	Bayern, Voralpengebiet (Allgäu)	artenreich, typische Ausprägung, 24 Arten

Die Versuchsdurchführung erfolgte durch die Landeseinrichtungen der Länder Bayern, Niedersachsen, Sachsen und Thüringen sowie durch den Deutschen Grünlandverband (in Brandenburg). Seit dem 2. Versuchsjahr (2011) wurden von der geernteten Biomasse Proben angelockt, einsiliert und nach 90 Tagen Silierung in Batchtests auf ihre Biogas- und Methanausbeuten untersucht. Die Analysen von Biomasseproben fanden einheitlich in den Laboren der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft in Jena und die Durchführung der Batchtests zur Bestimmung der Biogas- und Methanausbeuten am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. in Zusammenarbeit mit der Bioenergieberatung Bornim statt. Für die Berechnung der Methanerträge wurden 10 % TM-Verluste bei der Ernte und 10 % TM-Verluste bei der Silierung unterstellt.

Ergebnisse und Diskussion

In diesem Beitrag werden die Anzahl der realisierten Schnitte, die TM-Erträge, die Methanausbeuten und -erträge sowie die Herstellungskosten der sieben Dauergrünlandpflanzengesellschaften und der vier Nutzungsvarianten für die ausgewählten Versuchsjahre 2011 und 2012 betrachtet (Tab. 2). Die Weidelgras-Weißkleeweiden erreichten in Abhängigkeit vom Standort, der Nutzungsvariante und dem Erntejahr TM-Erträge zwischen 86,3 dt ha⁻¹ und 160,3 dt ha⁻¹, die Wiesenfuchsschwanzwiese, die Glatthaferwiese und die Goldhaferwiese zwischen 56,9 dt ha⁻¹ und 107,6 dt ha⁻¹. Im Versuchsjahr 2011 konnte grundsätzlich eine höhere Schnitthäufigkeit realisiert werden; mit Ausnahme der Weidelgras-Weißkleeweide Brandenburg (Talsand). Damit verbunden waren auch höhere TM-Erträge in 2011 gegenüber dem Versuchsjahr 2012; Ausnahmen hierbei waren die Weidelgras-Weißkleeweide Brandenburg (Talsand) sowie die Glatthafer- und Goldhaferwiese in Thüringen. Signifikante Unterschiede in den TM-Erträgen gab es hauptsächlich nur zwischen der ertragsstärksten und der ertragschwächsten Nutzungsvariante, wobei im Versuchsjahr 2011 bei vier der sieben Dauergrünlandpflanzengesellschaften keine statistisch gesicherten Ertragsunterschiede zwischen den entsprechenden Nutzungsvarianten gefunden wurden.

Die Methanausbeuten lagen in den zwei Versuchsjahren in Abhängigkeit von der Dauergrünlandpflanzengesellschaft und der Nutzungsvariante zwischen 283,9 l_N kg⁻¹ oTM und 369,7 l_N kg⁻¹ oTM, wobei die Methanausbeuten bei der Wiesenfuchsschwanzwiese Sachsen im Mittel am niedrigsten und bei der Weidelgras-Weißkleeweide Bayern (Allgäu) am höchsten ausfielen.

Die tendenziell höheren Methanausbeuten konnten erwartungsgemäß bei den Nutzungsvarianten 1 und 2 festgestellt werden. In Abhängigkeit von der Dauergrünlandpflanzengesellschaft und dem Versuchsjahr stellten sich allerdings unterschiedliche Nutzungsvarianten als die mit den höchsten Methanausbeuten heraus. Allgemein waren die Unterschiede zwischen den Nutzungsvarianten mit den höheren Methanausbeuten eher gering und nur die Nutzungsvariante mit der niedrigsten Methanausbeute unterschied sich etwas stärker.

Tabelle 2: Anzahl Schnitte, TM-Erträge (Brutto), Methanausbeuten sowie -erträge und Herstellungskosten der untersuchten sieben Dauergrünlandpflanzengesellschaften in den Jahren 2011 und 2012 (unterschiedliche kleine Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei $\alpha \leq 0,05$)

Nutzungsvariante	Anzahl Schnitte [n]		TM-Ertrag [dt ha ⁻¹]		Methanausbeute [l _N kg ⁻¹ oTM]		Methanertrag [m ³ _N ha ⁻¹]		Herstellungskosten [€ m ⁻³ _N]	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
Weidelgras-Weißkleeweide Niedersachsen										
1	4	4	129,2 ^a	108,6 ^a	357,5	317,3	3 415,8 ^a	2 548,2 ^a	0,52	0,63
2	3	3	109,1 ^b	94,4 ^{ab}	353,8	327,1	2 859,9 ^b	2 285,8 ^{ab}	0,52	0,67
3	3	3	120,6 ^{ab}	94,8 ^{ab}	335,2	325,4	3 021,3 ^{ab}	2 335,6 ^{ab}	0,52	0,59
4	3	3	103,9 ^b	86,3 ^b	356,6	307,2	2 759,0 ^b	2 000,1 ^b	0,54	0,75
Weidelgras-Weißkleeweide Brandenburg (Niedermoor)										
1	4	4	137,0 ^a	124,5 ^{ac}	336,0	332,7	3 358,7 ^a	3 020,0 ^a	0,40	0,47
2	4	4	132,8 ^a	105,5 ^b	333,9	314,9	3 240,2 ^a	2 403,4 ^b	0,39	0,52
3	4	3	133,7 ^a	109,7 ^a	336,9	329,4	3 303,6 ^a	2 621,7 ^a	0,39	0,45
4	3	3	124,4 ^a	125,9 ^c	305,9	310,2	2 835,4 ^a	2 885,4 ^a	0,41	0,42
Weidelgras-Weißkleeweide Brandenburg (Talsand)										
1	3	4	105,8 ^a	117,3 ^{ab}	341,5	319,2	2 608,2 ^a	2 713,5 ^{ab}	0,48	0,52
2	3	4	97,8 ^a	100,6 ^a	343,5	315,7	2 417,4 ^{ab}	2 294,4 ^b	0,46	0,53
3	3	3	98,8 ^a	100,4 ^a	324,4	326,3	2 270,7 ^{ab}	2 398,6 ^{ab}	0,49	0,48
4	2	3	93,8 ^a	130,7 ^b	326,3	296,7	2 140,2 ^b	2 827,8 ^a	0,45	0,44
Wiesenfuchsschwanzwiese Sachsen										
1	4	3	107,2 ^a	74,1 ^a	316,5	293,6	2 489,7 ^a	1 609,0 ^{ab}	0,55	0,85
2	4	3	100,7 ^a	63,4 ^b	314,1	293,7	2 317,9 ^a	1 374,2 ^b	0,53	0,88
3	3	3	83,5 ^b	83,0 ^a	290,8	293,8	1 788,9 ^b	1 801,1 ^a	0,61	0,61
4	3	2	107,6 ^a	79,2 ^a	283,9	287,9	2 254,5 ^a	1 704,7 ^a	0,45	0,63
Glatthaferwiese Thüringen										
1	3	3	74,2 ^a	73,1 ^{ac}	348,8	310,7	1 874,5 ^a	1 634,8 ^a	0,62	0,74
2	3	3	63,5 ^a	66,6 ^{ab}	328,9	298,1	1 515,7 ^b	1 419,7 ^b	0,68	0,76
3	3	2	67,1 ^a	60,5 ^b	322,9	306,9	1 580,6 ^{ab}	1 345,5 ^b	0,66	0,65
4	2	2	73,0 ^a	78,3 ^c	330,6	290,1	1 756,6 ^{ab}	1 674,4 ^a	0,51	0,60
Goldhaferwiese Thüringen										
1	4	3	80,0 ^a	81,4 ^a	327,8	320,0	1 936,2 ^a	1 911,2 ^a	0,74	0,70
2	4	3	74,8 ^a	84,0 ^a	325,3	320,6	1 794,9 ^a	1 985,3 ^a	0,40	0,61
3	3	3	80,1 ^a	88,8 ^a	320,9	323,4	1 890,7 ^a	2 140,4 ^a	0,60	0,53
4	3	2	79,5 ^a	56,9 ^b	316,1	305,6	1 872,1 ^a	1 288,5 ^b	0,59	0,77
Weidelgras-Weißkleeweide Bayern (Allgäu)										
1	5	5	160,3 ^a	143,9 ^a	369,7	342,7	4 368,0 ^a	3 568,0 ^a	0,44	0,56
2	4	4	159,2 ^a	133,6 ^a	349,7	337,4	4 081,9 ^a	3 254,8 ^b	0,43	0,50
3	4	4	159,3 ^a	140,0 ^a	346,4	325,8	4 076,8 ^a	3 290,5 ^{ab}	0,44	0,52
4	4	4	133,5 ^b	115,4 ^b	355,4	326,6	3 468,7 ^b	2 723,4 ^c	0,45	0,57

Die aus den Netto-TM-Erträgen und Methanausbeuten berechneten Methanhektarerträge betragen 1 288,5 m³_N ha⁻¹ bis 4 368,0 m³_N ha⁻¹, wobei auch hier die Weidelgras-Weißkleeweiden, mit 2 000,1 m³_N ha⁻¹ bis 4 368,0 m³_N ha⁻¹ deutlich höhere Methanhektar-

erträge gegenüber den anderen drei Dauergrünlandpflanzengesellschaften mit 1 288,5 bis 2 489,7 m³_N ha⁻¹ aufwiesen. Bei annähernd gleichen Methanausbeuten ist dies besonders durch die hohen TM-Erträge bedingt. Signifikante Unterschiede in den Methanerträgen gab es meist nur zwischen der Nutzungsvariante mit den jeweils höchsten und den niedrigsten Methanerträgen, wobei die Nutzungsvariante 1 bei den meisten Dauergrünlandpflanzengesellschaften in beiden Jahren mit die höchsten Methanerträge hatte. Daneben zeigten sich je nach Dauergrünlandpflanzengesellschaft und Versuchsjahr meist auch die Nutzungsvarianten 3 und 4 als ertragsstark im Methanhektarertrag, wobei dies sehr stark vom Standort abhängig war. Aber auch die Nutzungsvariante 2 konnte vereinzelt die zweithöchsten Methanerträge erreichen.

Die Herstellungskosten schwankten zwischen 0,39 € m⁻³_N und 0,88 € m⁻³_N Methan, wobei sich tendenziell bei den Nutzungsvarianten und Dauergrünlandpflanzengesellschaften mit den höchsten TM-Erträgen und/oder den Nutzungsvarianten mit der geringsten Intensität die niedrigeren Herstellungskosten ergeben.

Die niedrigsten Herstellungskosten hatten im Mittel die Weidelgras-Weißkleeweiden in Brandenburg sowie die in Bayern (Allgäu) mit den Nutzungsvarianten 3 und 4 (Brandenburg) sowie 2 und 3 (Bayern). Die Weidelgras-Weißkleeweide Niedersachsen wies bereits höhere Herstellungskosten auf, wobei die Nutzungsvarianten 1 und 3 die günstigsten Nutzungsvarianten an diesem Standort waren. Bei den drei anderen Dauergrünlandpflanzengesellschaften erwiesen sich die Nutzungsvarianten 3 und 4 (Wiesenfuchsschwanz- und Glatthaferwiese) sowie 2 und 3 (Goldhaferwiese) als günstigste Nutzungsvarianten. Im Mittel lagen allerdings die Herstellungskosten bei diesen Dauergrünlandpflanzengesellschaften um 15 ct m_N⁻³ höher gegenüber den Weidelgras-Weißkleeweiden.

Schlussfolgerungen

Es gab sowohl zwischen den Dauergrünlandpflanzengesellschaften und den Nutzungsvarianten als auch zwischen den beiden Versuchsjahren teils erhebliche Unterschiede in den TM-Erträgen. Durch eher geringe Unterschiede in den Methanausbeuten zwischen den Nutzungsvarianten gleicher Dauergrünlandpflanzengesellschaften waren die Methanhektarerträge stärker von den TM-Erträgen abhängig. Eine ebenfalls große Abhängigkeit vom TM-Ertrag als auch von der Bewirtschaftungsintensität zeigten die Herstellungskosten pro m³ Methan. Dabei übertrugen sich die Schwankungen von den TM-Erträgen sowohl auf die Methanhektarerträge als auch auf die Herstellungskosten pro m³_N. Für abschließende Empfehlungen bleiben die weiteren Ergebnisse und Auswertungen abzuwarten.

Ausblick

Das Projekt GNUT-Biogas endet am 30.06.2014. Die endgültigen Ergebnisse und Schlussfolgerungen sowie Handlungsempfehlungen, die aus der Beurteilung der Nutzungsvarianten in Bezug auf TM-Erträge, Biomassequalitäten, Methanausbeuten und Methanerträge sowie bzgl. Vegetation, Ökonomie und Ökologie resultieren, werden mit dem Endbericht vorliegen.

Danksagung

Das Projekt GNUT-Biogas wird durch das BMEL über die FNR (FKZ 2200-7509) gefördert. Großen Dank gilt den beteiligten Projektpartnern: Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB), BioenergieBeratungBornim (B³), Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK NI), Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Deutscher Grünlandverband (DGV) und Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG).

Energetische Verwertung von Biotopgrünland – Verbrennung oder Biogas?

F. Schmidt, K. Gödeke und H. Hochberg

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft,
Naumburger Straße 98, 07743 Jena

katja.goedeke@tll.thueringen.de

Einleitung und Problemstellung

Im Rahmen des Verbundprojektes GNUT-Verbrennung wurden fünf naturschutzfachlich wertvolle Dauergrünlandpflanzengesellschaften mit Fokus auf die thermische Verwertung untersucht, wobei der Erhalt der jeweiligen Pflanzengesellschaft im Vordergrund stand. Durch die Verbrennung von Heu in einer Praxisanlage, als Teil des Verbundprojekts, und dem anschließenden Vergleich mit den untersuchten Dauergrünlandpflanzengesellschaften konnte gezeigt werden, dass die Verbrennung von Heu möglich, aber aufgrund der meist höheren Gehalte an verbrennungsrelevant ungünstigen Inhaltsstoffen technisch aufwendiger ist. Daher wurden die Dauergrünlandpflanzengesellschaften Rohrglanzgrasröhricht und Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese sowie die Glatthaferwiese aus dem Praxisversuch in den Jahren 2012 und 2013 zusätzlich auf ihre Eignung zur Vergärung in Biogasanlagen untersucht, wobei sich auf die im Projekt GNUT-Verbrennung empfohlenen Nutzungsvarianten (Gödeke *et al.*, 2011) beschränkt wurde.

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand der 2012 und 2013 gewonnenen Ergebnisse und durch Vergleich mit dem Heu aus dem Praxisversuch, beide alternativen Verwertungsmöglichkeiten gegenüber zu stellen.

Material und Methoden

Die Untersuchungen des Rohrglanzgrasröhrichts sowie der Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese erfolgte analog der bei Schmidt *et al.* (2012) beschriebenen Methode. Beide Dauergrünlandpflanzengesellschaften wurden zweischnittig genutzt und das Rohrglanzgrasröhricht mit $140 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$ und die Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese mit $20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$ und $110 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$ gedüngt. Die Glatthaferwiese war identisch mit der Glatthaferwiese aus dem Praxisversuch und wurde einschnittig und ungedüngt bewirtschaftet. Von diesen drei Dauergrünlandpflanzengesellschaften erfolgte zusätzlich das Einsilieren von Biomasse in 1 L Weckgläser und nach einer Lagerdauer von 90 Tagen die Bestimmung der Methan- ausbeuten mittels Batchtests am ATB in Potsdam-Bornim.

Ergebnisse und Diskussion

Im Mittel der zwei Versuchsjahre erfolgte die Ernte der Aufwüchse (Tab. 1) des Rohrglanzgrasröhrichts am 29. Juni bzw. am 04. Oktober, bei der Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese am 19. Juni bzw. am 18. September und der Aufwuchs der Glatthaferwiese am 22. Juni. Die Beerntung des 2. Aufwuchses der Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese erfolgte 2013, aufgrund eines sehr niedrigen TM-Ertrags, nicht.

Das Rohrglanzgrasröhricht erreichte einen TM-Ertrag von $92,6 \text{ dt ha}^{-1}$, die Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese einen TM-Ertrag von $29,2 \text{ dt ha}^{-1}$ und die Glatthaferwiese einen TM-Ertrag von $27,5 \text{ dt ha}^{-1}$. Die TS-Gehalt lagen im Mittel der Aufwüchse zwischen 26,6 % in der FM bei der Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese und 32,3 % in der FM bei dem Rohrglanzgrasröhricht. Mit einem TS-Gehalt von 29,0 % in der FM lag die Glatthaferwiese zwischen den beiden anderen Dauergrünlandpflanzengesellschaften.

Tabelle 1: Erntedaten der drei Dauergrünlandpflanzengesellschaften (* 2. Aufwuchs nur 2012)

	Rohrglanzgrasröhricht	Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese	Glatthaferwiese
Anzahl Aufwüchse	2	1,5*	1
Erntetermine	29. Juni 04. Oktober	19. Juni 18. September	22. Juni
TM-Ertrag [dt ha ⁻¹]	92,6	29,2	27,5
TS-Gehalt [% in der FM]	32,2	26,6	29,0

In Tabelle 2 sind die Gehalte an N, K, Cl und S sowie die Summe der Aerosolbildner im Grüngut der drei untersuchten Dauergrünlandpflanzengesellschaften aufgeführt, sowie zusätzlich die entsprechenden Gehalte im Heu aus dem Praxisversuch als Referenzbrennstoff. Im Praxisversuch zeigte sich, dass besonders durch den hohen Gehalt an aerosolbildenden Elementen (speziell K, S, Cl) der Grenzwert für Staub nicht und durch den hohen N-Gehalt der Grenzwert für NO_x nur bei Altanlagen bedingt eingehalten werden konnte. Wohingegen die Grenzwerte für SO₂ und HCl bei entsprechenden Gehalten im Pflanzenmaterial an S und Cl nicht überschritten wurden (Gödeke *et al.*, 2011). Im Vergleich zu diesem Referenzbrennstoff wiesen das Rohrglanzgrasröhricht sowie die Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese vergleichbare N-Gehalte auf, während die Glatthaferwiese höhere Gehalte hatte. Der K-Gehalt lag besonders bei der Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese deutlich unter dem des Referenzbrennstoffs, während die Glatthaferwiese auch hier höhere Gehalte zu verzeichnen hatte. In Bezug auf Cl und S wiesen die Aufwüchse dieser Standorte deutlich höhere Gehalte, als im Referenzbrennstoff gefunden, auf. Speziell das Rohrglanzgrasröhricht zeigte deutlich höhere Cl-Gehalte. Entsprechend der teils höheren Gehalte an K, Cl und S waren bei dem Rohrglanzgrasröhricht sowie der Glatthaferwiese die Summe an K, Cl und S als Hauptbestandteile der Aerosolbildner gegenüber dem Referenzbrennstoff erhöht, während bei der Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese in der Summe die Gehalte dieser Elemente niedriger lag. Das die Gehalte der verbrennungsrelevanten Elemente in einzelnen Jahren teils erheblich schwanken können, zeigt die Glatthaferwiese, die identisch mit der Glatthaferwiese war, von der der Referenzbrennstoff gewonnen worden ist.

Tabelle 2: Verbrennungsrelevante Inhaltsstoffe im Grüngut (* Summe der Elemente K, Cl, S, Na und Zn (ohne Pb))

Element	Rohrglanzgrasröhricht	Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese	Glatthaferwiese	Referenz-Brennstoff
N [% in der TM]	1,32	1,35	1,66	1,35
K [% in der TM]	1,21	0,78	1,75	1,59
Cl [% in der TM]	1,09	0,22	0,29	0,11
S [% in der TM]	0,17	0,23	0,15	0,10
Aerosolbildner* [% in der TM]	2,47	1,23	2,19	1,80

Diese Ergebnisse bestätigen die Erkenntnisse aus dem Projekt GNUT-Verbrennung (Gödeke *et al.*, 2011, Schmidt *et al.* 2012), dass Dauergrünlandbiomasse im Hinblick auf die Verbrennung und damit verbunden der Einhaltung entsprechender Grenzwerte ein problematischer Brennstoff und eine pflanzenbauliche Optimierung seitens der Brennstoffbereitstellung durch die Sicherstellung des Erhalts der Dauergrünlandpflanzengesellschaft nur begrenzt möglich ist.

Die Silagen der drei Dauergrünlandpflanzengesellschaften (Tabelle 3) hatten hohe bis sehr hohe TS-Gehalte zwischen 38,2 % in der FM (Rohrglanzgrasröhricht) und 48,5 % in der FM (Glatthaferwiese), sodass ein anwelken in Anbetracht der TS-Gehalte im Grüngut zur Ernte (Tabelle 1) nicht zwingend nötig gewesen wäre. Günstig einzuschätzen sind die hohen Ge-

halte an oTM, die zwischen 90,3 % in der TM bei der Glatthaferwiese und über 93 % in der TM bei den anderen beiden Dauergrünlandpflanzengesellschaften lag.

Tabelle 3: Inhaltsstoffgehalte und Methanausbeuten sowie Methanhektarerträge der Silagen (* Unterstellung von jeweils 10 % TM-Verlust bei der Ernte und der Silierung)

Parameter		Rohrglanzgrasröhricht	Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese	Glatthaferwiese
TS	[% in der FM]	38,2	40,2	48,5
oTM	[% in der TM]	93,5	93,8	90,3
RF	[% in der TM]	31,8	25,4	26,9
ADL	[% in der TM]	5,9	6,2	5,2
ADF _{org}	[% in der TM]	37,9	31,9	31,8
ELOS	[% in der TM]	43,7	60,2	58,5
Methanausbeute	[l _N kg ⁻¹ oTM]	288,5	283,9	289,3
Methanhektarertrag*	[m ³ _N ha ⁻¹]	6320	2361	2048

Das hohe physiologische Alter der Biomasse spiegelt sich besonders in den hohen RF- sowie ADF_{org}- und ADL-Gehalten wider, bei gleichzeitig sehr niedrigen ELOS-Werten. Während das Rohrglanzgrasröhricht die höchsten RF- und ADF_{org}-Gehalte und die niedrigsten ELOS-Werte hatte, wies die Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese den höchsten ADL-Gehalt und damit die höchste Lignifizierung der Biomasse auf, gleichzeitig aber auch den höchsten ELOS-Werte und den niedrigsten RF-Gehalt. Die Biomasse der Glatthaferwiese hatte einen leicht höheren RF-Gehalt als die Goldhaferwiese bei gleichem ADF_{org}- und leicht niedrigerem ELOS-Wert. Aufgrund des hohen Faseranteils ist mit einer schlechteren Verdichtung bei der Silierung sowie mit höherem Verschleiß bei der Einbringtechnik und dem Rührwerk sowie Schwimmschichtbildung im Fermenter zu rechnen (Messner *et al.*, 2010). Dass sich hohe ADF_{org}- und ADL-Gehalte negativ auf die Methanausbeuten auswirken (Herrmann *et al.*, 2010) zeigte sich auch bei dem Vergleich der hier untersuchten Dauergrünlandpflanzengesellschaften. Die Glatthaferwiese und das Rohrglanzgrasröhricht hatten gegenüber der Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese trotz geringer Verdaulichkeit und höheren RF-Gehalten, mit 289,3 l_N kg⁻¹ oTM und 288,5 l_N kg⁻¹ oTM eine höhere Methanausbeute, auch wenn der Unterschied mit rund 5 l_N kg⁻¹ oTM gering ausfiel. Aufgrund der hohen TM-Erträge konnte das Rohrglanzgrasröhricht den höchsten Methanhektarertrag, gefolgt von der Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese und der Glatthaferwiese erreichen. Auffallend war, dass die etwas höhere Methanausbeute bei der Glatthaferwiese nicht ausreichte, um den leicht höheren TM-Ertrag sowie den höheren oTM-Gehalt der Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese auszugleichen.

Schlussfolgerungen

Die Verbrennung entsprechender Dauergrünlandbiomasse stellt durch die zu erwartende Grenzwertüberschreitung hohe technische Anforderungen an die Verbrennungstechnik bzw. Verbrennungsführung. Aber auch der Einsatz entsprechender Silagen in Biogasanlagen, die nicht für den Einsatz großer Mengen Grassilage ausgelegt sind, wird aufgrund des hohen physiologischen Alters sowie der hohen RF-Gehalte und hohen Lignifizierung nicht problemlos möglich sein. Dennoch ist die Verwertung der Biomasse naturschutzfachlich wertvoller Dauergrünlandpflanzengesellschaften aufgrund der Möglichkeit des kontinuierlichen Einsatzes kleinerer Mengen in Biogasanlagen zu bevorzugen. Zudem spricht für die Verwertung in Biogasanlagen die höhere Dichte an Biogasanlagen gegenüber Anlagen für die Verbrennung halmgutartige Biomasse.

Danksagung

Das Projekt GNUT-Biogas wird durch das BMEL über die FNR (FKZ 2200-7509) gefördert. Großen Dank gilt den beteiligten Projektpartnern: Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB), BioenergieBeratungBornim (B³), Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LKW NI), Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Deutscher Grünlandverband (DGV) und Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG).

Literatur

Gödeke K., Hochberg H., Hering T., Schmidt F., Lochmann Y., Hochberg E., Jäger U. 2011: Endbericht zum Verbundprojekt „Optimierung der nachhaltigen Biomassebereitstellung von repräsentativen Dauergrünlandtypen für die thermische Verwertung“ (GNUT-Verbrennung) <http://www.tll.de/ainfo/pdf/gnut1211.pdf>

Schmidt, F., Gödeke, K. & Hochberg, H. (2012): Optimierung der nachhaltigen Biomassebereitstellung von repräsentativen Dauergrünlandtypen für die Biogasproduktion. Mitteilung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Band 13, 140-144.

Messner, J., Nussbaum, H., Elsaesser, M. 2011: Specific utilization intensity of permanent grassland used as biogas-substrate. Proceedings EGF-symposium Gumpenstein.

Herrmann, C.; Heiermann, M.; Idler, C.; 2010, Silierbarkeit und Methanbildungspotentiale von Energiepflanzen. 2. Symposium Energiepflanzen 2009, 17./18. November 2009 in Berlin. In: Gülzower Fachgespräche Band 34, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, Gülzow, S. 147-156.

POSTERBEITRÄGE

Sektion Futterqualität und Pflanzenbestand

Wirkung organischer Dünger auf Biodiversität, Ertrag und Futterinhaltsstoffe von Grünlandpflanzenbeständen eines Flussauenstandortes

H. Alaid¹, H. Giebelhausen¹ und H. Hochberg²

¹ Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, 10115 Berlin, Invalidenstr. 42

² Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat Grünland und Futterbau,
Bahnhofstr. 1a, 99869 Wandersleben

hossam.alaid@hu-berlin.de

Einleitung und Problemstellung

Ökogrünlandbetriebe ersetzen den Nährstoffentzug ihrer Wiesen vorwiegend durch wirtschafts-eigene Dünger wie Mist, Kompost, Gülle oder auch Gärreste. Je nach Herkunft und Lagerung schwanken ihre Nährstoffgehalte und ergeben unterschiedliche Wirkungen auf den Boden und die Grünlandpflanzenbestände. Gegenüber Mineraldüngern ist auch mit einer verzögerten Mineralisierung der organisch gebundenen Nährstoffe zu rechnen (BEER et al. 1975, ELSÄßER 2003). In Flussauen mit Überflutungsgefahr sowie auf Feuchtstandorten ist bei Herbstseinsatz der Wirtschaftsdünger mit erhöhter Nährstoffauswaschung zu rechnen, so dass sie aus Umweltschutz-gründen erst im Frühjahr ausgebracht werden sollten. Dies kann jedoch mit Bedeckungseffekten der Grasnarbe und verzögerter Nährstofffreisetzung verbunden sein (v. BOBERFELD 1994). Daher schien es geboten, die Wirkung verschiedener Wirtschaftsdünger bei Frühjahrseinsatz in der Spreeaue in Abhängigkeit von der Aufwandmenge und der Nutzungshäufigkeit des Grünlandes zu untersuchen. Im Beitrag werden 3-jährige Ergebnisse eines Parzellenversuches zur Wirkung von Wirtschaftsdüngern auf Biodiversität, TM-Ertrag und ausgewählte Futterinhaltsstoffe von Grünlandpflanzenbeständen eines Ökobetriebes vorgestellt.

Material und Methoden

Die Versuchsfläche liegt in der Spree-Flussaue, 40 km südöstlich Berlins im Land Brandenburg. Sie wurde zuvor als Mutterkuh-Mähstandweide nach Biopark-Richtlinien genutzt. Der heterogene Standort ist ein humoser Gleyboden mit geringem pH-Wert (4,2 - 4,5). Durch seine Spreenähe besteht Hochwassergefahr. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 9,4°C und im langjährigen Mittel fallen 577 mm Regen (ANYNOMUS 2013). Die Niederschläge der Versuchsjahre 2010 und 2011 lagen mit 703 mm bzw. 712 mm über und im Jahr 2012 mit 577 mm im Normalbereich. Nach hohen Niederschlägen Ende 2010 führte die Spree Hochwasser und überflutete die Versuchsfläche bis Mitte März 2011. Im Frühjahr 2012 war es sehr trocken. Das im Frühjahr 2010 begonnene Experiment wurde als 2-faktorielle Spaltanlage [(A/B)-Block] mit 4 Wiederholungen und einer Ernteparzellengröße von 15 m² angelegt. Die Versuchsfaktoren und -stufen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Nach der Biopark-Düngeverordnung entsprechen 0,5 Düngeeinheiten (DE) 40 kg N/ha und die zulässige Höchstmenge von 1,4 DE = 112 kg N/ha. Der eingesetzte Mutterkuh- und

Pferdedung kommt aus dem Bio-Grünlandbetrieb Lehmann in Burig. Der Gärrest wurde aus einer Biogasanlage mit Vergärung von Milchviehgülle bezogen. Vor der Düngerausbringung erfolgte eine Analyse ihrer Nährstoffgehalte. Nach ihrem N_T-Gehalt wurden die Düngermengen der Parzellen bestimmt und jährlich in einer Gabe Anfang April ausgebracht.

Tabelle 1: Versuchsfaktoren und -stufen des Grünlandversuches zum Einsatz organischer Dünger in Abhängigkeit von Nutzungsfrequenz sowie Düngerart und -menge in der Spree-Flussaue

Faktor	Faktorstufen	
A Nutzungsfrequenz	a ₁	3 Schnitte/Jahr
	a ₂	4 Schnitte/Jahr
B Düngung	b ₁	ohne organische Düngung, Kontrolle
	b ₂	mit Mutterkuhmist 0,5 DE/ha
	b ₃	mit Pferdemist 0,5 DE/ha
	b ₄	mit Gärrest 0,5 DE/ha
	b ₅	mit Mutterkuhmist 1,4 DE/ha
	b ₆	mit Pferdemist 1,4 DE/ha
	b ₇	mit Gärrest 1,4 DE/ha

Bei Versuchsbeginn 2010 bestanden die Grünlandbestände vor allem aus *Alopecurus pratensis* L., *Dactylis glomerata* L., *Poa pratensis* L., sowie aus *Taraxacum officinale* L., *Achillea millefolium* L. und *Rumex acetosa* L., so dass der Pflanzenbestand als *Alopecuretum* trockener Ausprägung einzustufen ist. Die botanische Zusammensetzung der Bestände wurde nach KLAPP/STÄHLIN erfasst. Mit den Arten und ihren Ertragsanteilen wurde der SHANNON-Index errechnet (HAEUPLER 1982). Die Mannigfaltigkeit wird als Evenness (E, %), dem erreichten Grad der maximal möglichen Mannigfaltigkeit, dargestellt. Aus der Erntefrischmasse wurden Proben zur TS-Bestimmung (Trocknung bei 60 °C) entnommen und danach mit dem NIRS-Verfahren auf die Parameter Rohasche, Rohprotein, Rohfett, ADF und ELOS untersucht. Die Energiedichte der Biomasse wurde aus den entsprechenden Analysendaten berechnet. Die TM-Erträge wurden mit der Statistiksoftware SAS 9.2 analysiert, die verwendeten Grenzdifferenzen entsprechen dem t-Test, $\alpha = 5\%$.

Ergebnisse und Diskussion

Biodiversität

Sowohl bei 3- als auch 4-Schnittnutzung verringerten die geprüften Wirtschaftsdünger gegenüber der Kontrolle (b₁) in der Tendenz die Mannigfaltigkeit der Grünlandpflanzenbestände (Tab. 2).

Dieser Trend verstärkte sich mit der Erhöhung der Düngermengen von der N-Äquivalenzstufe 40 kg/ha (b₂-b₄) zur Stufe 112 kg N/ha (b₅-b₇). Hier treffen offenbar Ergebnisse von MILIMONKA et al. (2002) von Mäh-Standweiden auch für den untersuchten Wiesenstandort zu, wonach erhöhter N-Einsatz in Verbindung mit Nachsaat und erhöhter Besatzstärke zum Rückgang der Biodiversität der Grünlandbestände führte. Demgegenüber war in der Spreeniederung von 2010 bis 2012 zu beobachten, dass die Evenness-Werte der Primäraufwüchse der 4-malig gemähten Varianten unerwartet häufig über denen der 3-malig genutzten Düngervarianten lagen, so dass die Pflanzenbestände über ein gutes Anpassungsvermögen mit hoher Entwicklungsdynamik verfügen.

Inwiefern das Hochwasser im Winter 2010/2011 Einfluss auf die Biodiversität der untersuchten Grünlandbestände hatte, muss genauer geprüft werden, da ab 2011 *Dactylis glomerata* L. oft von *Alopecurus pratensis* L. und *Poa pratense* L. verdrängt wurde und sich *Holcus lanatus* L. ausbreitete (ALAID et al. 2013). Zur Sicherung einer hohen Biodiversität der Pflanzenbestände wäre auf humosen Gleyböden in überflutungsgefährdeten Flussauen bei 3-Schnittnutzung auf den Frühjahrseinsatz von Wirtschaftsdüngern im Äquivalent von 40 bis ca. 60 kg N/ha zu orientieren.

Tabelle 2: Mannigfaltigkeit (E, %) der Primäraufwüchse von Flussaue-Grünland in Abhängigkeit von Nutzungsfrequenz und Einsatz verschiedener organischer Dünger. Burig 2010 - 2012

Faktor A	Faktorstufen	2010	2011	2012
3-Schnittnutzung	b ₁	69	68	70
	b ₂	69	68	75
	b ₃	64	62	61
	b ₄	64	72	72
	b ₅	64	56	67
	b ₆	56	60	69
	b ₇	62	67	72
4-Schnittnutzung	b ₁	78	76	75
	b ₂	77	66	70
	b ₃	74	69	74
	b ₄	71	73	72
	b ₅	77	71	70
	b ₆	68	70	70
	b ₇	72	59	71

Trockenmasseerträge

Bei 3-Schnittnutzung nahmen die TM-Jahreserträge in allen geprüften Düngervarianten von 2010 bis 2012 kontinuierlich ab (Tab. 3).

Tabelle 3: TM-Jahreserträge (dt/ha) von Flussaue-Grünland in Abhängigkeit von Nutzungsfrequenz und Einsatz verschiedener organischer Dünger. Burig 2010 – 2012 (*) Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede bei $P < 0,05$

Faktor A	Faktor B	2010	2011	2012
3-Schnittnutzung	b ₁	107,2 ^{ab}	91,3 ^a	79,8 ^a
	b ₂	102,1 ^a	90,0 ^a	76,5 ^a
	b ₃	117,2 ^{ab}	100,0 ^a	81,9 ^a
	b ₄	121,8 ^{ab}	94,0 ^a	80,7 ^a
	b ₅	124,5 ^{ab}	105,3 ^a	94,7 ^a
	b ₆	103,8 ^a	105,2 ^a	85,1 ^a
	b ₇	131,1 ^b	95,0 ^a	86,3 ^a
4-Schnittnutzung	b ₁	90,9 ^a	92,7 ^a	69,8 ^a
	b ₂	89,4 ^a	92,3 ^a	72,6 ^a
	b ₃	97,5 ^a	102,8 ^a	71,5 ^a
	b ₄	104,9 ^a	110,4 ^a	79,5 ^a
	b ₅	92,1 ^a	103,3 ^a	77,7 ^a
	b ₆	90,1 ^a	97,8 ^a	88,4 ^a
	b ₇	103,8 ^a	106,1 ^a	84,0 ^a
LSD ($\alpha=5\%$)		24,5	21,9	21,7

Nur im ersten Versuchsjahr 2010 waren hier die Ertragsunterschiede zwischen den Stufen b₂ „Mutterkuhmist (40 kg N/ha)“ und der Stufe b₇ „Gärrest (112 kg N/ha)“ sowie zwischen Stufe b₆ „Pferdemist (112 kg N/ha)“, und b₇ „Gärrest (112 kg N/ha)“ zu Gunsten der b₇-Düngerstufe signifikant. Als Hauptursache für den Ertragsabfall von 2010 zu 2011 kann das Winterhochwasser 2010/11 angesehen werden, da dies offenbar in allen Varianten zu Nährstoffverlagerungen bzw. -auswaschungen führte. Der weitere Ertragsrückgang zu 2012 wird auf eine ausgeprägte Frühjahrstrockenheit zurückgeführt, da die TM-Erträge des 1. Aufwuchses meist geringer als in den Vorjahren waren und die gedüngten Varianten keine gesicherten Mehrertragswirkungen zeigten. Daraus ergibt sich die Frage des Verbleibs der Nährstoffe (vor allem N) aus den Wirtschaftsdüngern. Wie viel Stickstoff ist nach der Düngerausbringung als NH₃ entwichen, wurden leicht lösliche N-Verbindungen ausgewaschen und wie viel Stickstoff fand Eingang in den Bodenpool. Hinzu kommen unterschiedliche Bedeckungseffekte geringer und hoher Mutterkuh- und Pferdemistmengen. Bei 4-Schnittnutzung ergaben sich bezüglich der TM-Ertragsentwicklung von 2010 bis 2012 im Vergleich zur 3-Schnittnutzung ähnliche Tendenzen. Allerdings trat der bei 3-Schnittnutzung von 2010 zu 2011 festgestellte (überflutungsbedingte) Ertragsabfall bei allen 4-malig genutzten Beständen nicht auf, sondern erfolgte trockenheitsbedingt erst von 2011 zu 2012. Offenbar wirkten sich die vom Hochwasser ausgelösten Bestandsumschichtungen (ALAIID et al. 2013) bei den 4-malig genutzten Pflanzenbeständen nicht negativ auf die TM-Erträge in Folgejahr aus. Da die TM-Jahreserträge der geprüften Schnitt- und Düngervarianten von 2010 bis 2012 starken standort- und witterungsbedingten Schwankungen unterlagen, konnten die ermittelten Ertragsunterschiede statistisch meist nicht gesichert werden, so dass noch keine Empfehlungen zum Einsatz von Wirtschaftsdüngern zu Grünlandbeständen in der Spree-Flussaue gegeben werden. Die 3-jährigen Versuchsergebnisse zeigen jedoch, dass im Mittel der untersuchten Dungarten bei 3-Schnittnutzung und Dungmengen von 0,5 DE/ha TM-Mehrerträge von 3 % und bei Dungmengen von 1,4 DE/ha von 11 % gegenüber den ungedüngten Beständen erreichbar sind. Bei 4-Schnittnutzung liegen die möglichen TM-Mehrerträge bei 8 % (0,5 DE/ha) sowie bei 11 % (1,4 DE/ha).

Ausgewählte Futterqualitätsparameter

Die in Tabelle 4 dargestellten Futterinhaltsstoffe ADF, ELOS und NEL geben Einblick in die Veränderungen der Pflanzenbestände in Abhängigkeit von Standort- und Witterungseinflüssen sowie von Nutzung und Düngung.

Tabelle 4: Inhaltsstoffe von Primäraufwüchsen von Flussaue-Grünlandbeständen in Abhängigkeit vom Nutzungsfrequenz und Einsatz verschiedener organischer Dünger. Burig 2010 - 2012

Faktor A	Faktor B	ADF [g/kg TM]			ELOS [g/kg TM]			MJ NEL/kg TM		
		2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
3-Schnittnutzung	b ₁	304	328	347	609	564	481	5,64	5,38	4,79
	b ₂	320	339	345	590	537	475	5,51	5,33	4,75
	b ₃	325	346	354	573	534	482	5,44	5,15	4,78
	b ₄	320	333	343	578	541	491	5,45	5,24	4,86
	b ₅	264	344	339	680	532	501	6,31	5,17	4,98
	b ₆	288	340	347	612	543	496	5,81	5,26	4,92
	b ₇	280	355	358	658	514	470	6,11	5,16	4,65
4-Schnittnutzung	b ₁	268	299	323	707	612	587	6,39	5,67	5,58
	b ₂	271	297	298	693	614	631	6,37	5,73	5,84
	b ₃	285	305	328	680	610	585	6,24	5,59	5,45
	b ₄	276	294	306	684	611	620	6,29	5,87	5,78
	b ₅	291	310	315	668	599	603	6,10	5,63	5,62
	b ₆	268	322	311	701	578	617	6,42	5,63	5,71
	b ₇	295	313	313	663	603	610	6,09	5,62	5,69

So zeigt die frühere 1. Nutzung bei 4-Schnittnutzung, dass fast alle ADF-Werte niedriger und die Mehrzahl der ELOS-Werte höher liegen und sich demzufolge die Energiedichte des Futters gegenüber der 3-Schnittnutzung deutlich verbesserte.

Die Zunahme der Anteile von *Alopecurus pratensis* L. und *Holcus lanatus* L. nach dem Winterhochwasser 2010/11 bewirkte im Jahr 2011 deutlich erhöhte ADF- und einen Rückgang der ELOS- und NEL-Werte. Die Frühjahrstrockenheit 2012 beschleunigte zudem die phänologische Entwicklung vieler Obergräser, so dass es zu einem weiteren Rückgang der ELOS- und NEL-Werte gegenüber den Vorjahren kam. Die Einflussrichtungen der geprüften Wirtschaftsdünger auf die dargestellten Inhaltsstoffe ergeben ein sehr differenziertes Bild. Da Öko Grünlandbetriebe ihre Wiesen aus Kosten- und Umweltaspekten kaum vierschnittig, sondern mehrheitlich zwei- und dreischnittig nutzen, sind in der Spree-Flussaue bei dreimaliger Nutzung Energiedichten von 5,2 bis 5,6/5,8 MJ NEL/kg TM in den Primäraufwüchsen zu erwarten. Damit wird die Energieversorgung klein- und mittelrahmiger Mutterkuhrassen sowie von Pferden gewährleistet.

Schlussfolgerungen

Dreijährige Untersuchungen in der Spree-Flussaue zum Einfluss unterschiedlicher Wirtschaftsdüngerarten und -mengen bei 3- und 4-Schnittnutzung zeigten, dass Düngergaben in einem N-Äquivalent von 40 und 112 kg/ha die Mannigfaltigkeit (Evenness) der gegebenen Grünlandpflanzenbestände verringerten. Die durch die Wirtschaftsdünger (Mutterkuh- und Pferdemit, Gärreste) bei Frühjahrsanwendung erzielten Mehrerträge waren gegenüber den ungedüngten Beständen statistisch nicht hinreichend zu sichern, so dass noch keine Ableitungen zur Höhe der einzusetzenden Mengen vorgenommen werden. Es sind weitere Untersuchungen erforderlich, um die vorhandene Datenbasis zu erweitern. Die bisherigen Ergebnisse lassen erwarten, dass die Mehrerträge der geprüften Wirtschaftsdünger gegenüber ungedüngten Kontrollbeständen zwischen 3 bis 11 % bei 3-Schnittnutzung und im Bereich von 8 bis 11 % bei 4-Schnittnutzung liegen. Die 4-malig genutzten Bestände wiesen gegenüber den 3-malig gemähten Narben deutlich höhere ELOS- und NEL-Werte auf, wobei die Einflüsse der Wirtschaftsdünger relativ uneinheitlich waren.

Literatur

ALAI, H., GIEBELHAUSEN, H., HOCHBERG, H. (2013): Einfluss organischer Dünger auf botanische Zusammensetzung und Futterinhaltsstoffe von Grünlandpflanzenbeständen eines Flussauenstandortes. In: Schriftenreihe Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Nr. 6, 121-126. 57. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V., Triesdorf (Franken).

ANONYMUS (2013): Witterungsdaten der Jahre 2010-2012 für die Klimastation Berlin-Köpenick. Elektronische Mitteilung, Deutscher Wetterdienst Offenbach.

BEER, K., KORIATH, H., PODLESAK, W. (1990): Organische und mineralische Düngung. Berlin: Dt. Landwirtschaftsverlag.

ELSÄBER, M. (2003): Einsatz von Wirtschafts- und Mineraldüngern und biologisch-dynamischen Präparaten auf Dauergrünland. Tagung Ökologischer Landbau. Forschungsergebnisse aus Baden-Württemberg, 41-46.

HAUEPLER, H. (1982): Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation. Dissertationes Botanicae 65.

MILIMONKA, A., GIEBELHAUSEN, H., RICHTER, K. (2002): Wirkung differenzierter Bewirtschaftungsintensität auf die Zusammensetzung einer Weidenarbe. Naturschutz und Landschaftsplanung 34 (5), 152-157.

OPITZ VON BOBERFELD, W. (1994): Grünlandlehre. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Erträge und Mineralstoffgehalte von Schnittproben bayerischer Grünlandflächen mit unterschiedlicher Nutzungsintensität

M. Diepolder, S. Raschbacher und S. Heinz

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ökologischen Landbau,
Bodenkultur und Ressourcenschutz, Lange Point 12, 85354 Freising

michael.diepolder@lfl.bayern.de

Einleitung und Problemstellung

Im Grünland basieren für pflanzenbauliche und ökonomische Kalkulationen wichtige Faustzahlen zu Erträgen und Mineralstoffgehalten meist auf Schätzwerten oder Daten von Feldversuchen. Letztere können allerdings nur an vergleichsweise wenigen Standorten durchgeführt werden.

Ziel des seit 2009 durchgeführten Ertrags- und Nährstoffmonitorings auf bayerischen Grünlandflächen ist es daher, Erträge, Mineralstoffgehalte und -entzüge von Praxisflächen in Abhängigkeit von deren Nutzungsintensität, Pflanzenbestandszusammensetzung und Boden-Klima-Räumen zu quantifizieren. Damit soll zukünftig eine breitere Datenbasis für die Validierung von Faustzahlen (Biomassepotenzial, Düngebedarfsermittlung, Mineralstoffbilanzierung nach Düngeverordnung) geschaffen werden.

In diesem Beitrag werden mittels manueller Schnittproben gewonnene vierjährige Ergebnisse (2009-2012) zu Trockenmasseerträgen, Rohprotein- und Mineralstoffgehalten bayerischer Grünlandflächen mit zwei bis fünf Schnittnutzungen vorgestellt. Der Beitrag ergänzt damit die bei der AGGF-Tagung 2013 in Triesdorf vorgestellten Erhebungen zu Rohproteinerträgen und Rohproteingehalten bayerischer Grünlandflächen (Diepolder et al., 2013).

Material und Methoden

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 werden. Die Flächen wurden nach Nutzungsintensität, Pflanzenbestand und räumlicher Verteilung aus dem Datenbestand des „Grünlandmonitoring Bayern“ (Kuhn et al., 2011) gezielt ausgewählt.

Auf den ausgewählten Flächen werden 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 sowie deren Mineralstoffgehalte (N, P, K, Mg, Ca, S, Na, Zn) bestimmt; der Rohproteingehalt (XP) wird standardgemäß aus dem N-Gehalt durch Multiplikation mit dem Faktor 6,25 abgeleitet.

Die für diesen Beitrag analysierten Daten der Jahre 2009-2012 wurden auf Plausibilität geprüft und unvollständige Datensätze von der Auswertung ausgeschlossen. Die in Tabelle 1 aufgeführten XP- bzw. Mineralstoffgehalte sind als gewichtete Mittel, also unter Einbeziehung der Ertragsanteile einzelner Schnitte am Jahresertrag ausgewiesen. Der Datensatz wurde statistisch verrechnet (Statistikpaket SAS, Art der Varianzanalyse: PROC GLM, SNK-Test mit Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$). Unterschiedliche Buchstaben in Tabelle 1 bedeuten bei den aufgeführten Parametern signifikante Unterschiede zwischen den Nutzungsintensitätsstufen.

Ergebnisse und Diskussion

Aus Tabelle 1 geht hervor, dass sich insbesondere beim TM-Ertrag, jedoch auch bei den meisten Inhaltsstoffen sehr deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Nutzungsintensitäten

abzeichnen. Dabei steigen die Werte von niedriger (2 Schnitte pro Jahr) über mittlere (3 Schnitte pro Jahr) bis hin zu hoher bzw. sehr hoher (4-5 Schnitte pro Jahr) Nutzungsintensität an. Weniger ausgeprägt war dies beim Schwefel- und insbesondere beim Natriumgehalt beobachtbar. Beim Magnesium traten keine signifikanten Unterschiede auf. Die mittleren Kalziumgehalte sanken im Bereich von zwei bis vier Nutzungen pro Jahr tendenziell, aber nicht signifikant und waren bei Fünfschnittwiesen wieder erhöht. Die mittleren Zinkgehalte nahmen mit ansteigender Schnittintensität leicht ab.

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 2009-2012)

	Schnitte pro Jahr							
	2		3		4		5	
Anzahl* (n)	39		60		101		79	
TM _{brutto}	53,7	D	89,8	C	114,1	B	124,8	A
XP	133	D	141	C	163	B	174	A
P	3,29	D	3,75	C	4,22	B	4,49	A
K	24,1	D	28,7	C	31,5	B	34,0	A
Mg	2,91	A	2,86	A	3,12	A	3,00	A
S	2,33	B	2,67	A	2,86	A	2,86	A
Ca	9,26	A	8,41	A	8,13	A	8,96	A
Na	0,41	B	0,53	B	0,94	A	0,73	AB
Zn	39,2	A	36,1	AB	36,0	AB	35,4	B

Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede zwischen den Nutzungsintensitätsstufen; *Anzahl (n) bedeutet die Anzahl der vollständigen Schnittproben in den vier Jahren 2009-2012, so lagen z.B. bei den Vierschnittwiesen 101 vollständige Ertragserfassungen im Untersuchungszeitraum vor.

Vergleicht man die mittleren Gehalte der jeweiligen Intensitätsstufen von Tabelle 1 mit erforderlichen Konzentrationen bzw. Orientierungswerten in der Milchviehfütterung (Gruber Futterwerttabelle, LfL, 2011), so lassen sich anhand Tabelle 2 folgende Sachverhalte feststellen: Bei 4-5 Schnitten liegen die mittleren Rohproteingehalte von 163 bzw. 174 g/kg TM (Tab. 1) auf dem Niveau gewünschter Rohproteingehalte in der Gesamtration von Milchkühen mit einer hohen Leistung von ca. 40 kg/Tag, während ein mittlerer Rohproteingehalt von 141 g/kg TM bei Grünlandbeständen mit dreimaliger Nutzung dem Orientierungswert für eine Ration bei halb so hohem Leistungsniveau (20 kg/Tag) entspricht.

Tabelle 2: Orientierungswerte zur erforderlichen Konzentration von Rohprotein und Mengenelementen [in g/kg TM] in der Gesamtration von Milchkühen mit unterschiedlicher Milchleistung (nach Gruber Futterwerttabelle, LfL, 2011)

Leistung	XP	P	Mg	Ca	K	S	Na
20 kg/Tag	145	3,3	1,6	5,3	10	2,0	1,4
40 kg/Tag	165	4,0		6,4			1,5

Die Praxisergebnisse belegen damit, dass eine intensive (standortgerechte) Nutzung maßgeblich zur grobfutterbasierten Eiweißversorgung in der leistungsorientierten Milchviehfütterung beiträgt. Hinzugefügt sei noch, dass aus Sicht der Pflanzenernährung der „kritische N-Gehalt“ – also die N-Konzentration, unter der Mangelsymptome auftreten - bei etwa 1,5 % N in der TM angegeben wird (Amberger, 1996), was etwa 94 g XP/kg TM entspricht.

In Bezug auf den Phosphor werden bei Milchleistungen von 20 bzw. 40 kg/Tag Gehalte in der Gesamtration von 3,3 bzw. 4,0 g P/kg TM empfohlen (Tab. 2). Der obere Wert wird im Durchschnitt bei Dreischnittwiesen noch nicht erreicht, wie man aus Tabelle 1 entnehmen kann. Aus pflanzenbaulicher Sicht würden Gehalte unter ca. 2,0-2,5 g P/kg TM auf eine Unterversorgung hindeuten (Amberger, 1996; Diepolder & Hege, 2004). Andererseits scheinen nach Untersuchungen von Greiner et al. (2010) Gehalte von 3,0 g P/kg TM für eine Ausschöpfung des Ertragspotenzials ausreichend zu sein. Aus den Ergebnissen lässt sich somit

kein Hinweis auf eine pflanzenbaulich unzureichende P-Versorgung bei einer bestimmten Intensitätsstufe ableiten.

Beim Kalium deutet sich dagegen eine große Diskrepanz zwischen den gewünschten pflanzenbaulichen bzw. tierischen Bedarfswerten und den in den Proben gemessenen Kaliumwerten an. So sehen Greiner et al. (2010) zur Bemessung der Düngung einen Standardentzug von 20 g K/kg TM für die Ausschöpfung des Ertragsniveaus als ausreichend an. Nach Amberger (1996) weisen erst K-Gehalte unter 15 g/kg TM auf einen K-Mangel hin. Unabhängig vom tierischen Leistungsniveau werden in der Milchviehration 10 g K/kg TM als Orientierungswert angesetzt (Tab. 2), wobei sich im Grünlandaufwuchs die K-Gehalte idealerweise in einem Bereich von ca. 24-26 g/kg TM bewegen sollten (Schuster und Moosmeyer; LfL, mdl. Mitteilung). Wie aus Tabelle 1 zu ersehen ist, liegen die mittleren Werte der Schnittprouben deutlich über diesen Vorgaben, wobei die Gehalte von niedriger zu hoher Intensität ansteigen.

Spiekers et al. (2012) ermittelten auf Basis einer Auswertung von Analyseergebnissen der Untersuchungslabore von 11 Bundesländern durchschnittliche Mineralstoffgehalte in Grasslagen für die Kalkulation zur Nährstoffausscheidung. Diese Analyseergebnisse liegen im Vergleich zu den Daten in Tabelle 1 für XP im Bereich der 3-4 schnittigen Wiesen (155 g XP/kg TM), für P (3,3 g P/kg TM) und K (25 g K/kg TM) im Bereich der zweischnittigen Wiesen. Diese augenfällige Diskrepanz gibt Anlass für zukünftige Diskussionen.

Die mittleren Schwefelgehalte im Futter von ca. 2,3-2,9 g/kg TM (Tab. 1) lassen bei keiner Nutzungsintensität auf eine generell unzureichende Versorgungslage schließen; die Gehalte sind deutlich höher als der Orientierungswert von 2,0 g S/kg TM für eine Milchviehration (LfL, 2011), welcher in etwa der Untergrenze für den pflanzlichen Bedarf entspricht (Diepolder, 2003). Dagegen liegen die mittleren Natriumwerte im Grünlandfutter deutlich unter den Orientierungswerten der Milchviehfütterung von 1,4-1,5 g Na/kg TM und bestätigen den für dieses Element bekannten Ergänzungsbedarf über Mineralfutter. Amberger (1996) verweist darauf, dass Natrium für C₃-Pflanzen kein essentielles Nährelement ist.

Schlussfolgerungen

Aus der vorliegenden vierjährigen Auswertung (2009-2012) geht hervor, dass der Pflanzenbestand, der Ertrag und die Mineralstoffgehalte von Grünlandbeständen maßgeblich von der Nutzungsintensität beeinflusst werden. Eine Klassifizierung der mittleren jährlichen Trockenmasse-Erträge und Mineralstoffabfuhr in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität ist daher im Grünland sinnvoll und gerechtfertigt.

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
- DIEPOLDER, M., HEGE, U. (2004): Mineralstoffgehalte im Grünland. Schule und Beratung, 7/04, III-20-23
- DIEPOLDER, M., RASCHBACHER S., HEINZ S., KUHN G. (2013): Rohproteinertäge und -gehalte bayerischer Grünlandflächen. In: Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau Potenziale, Chancen und Risiken, 57. Jahrestagung der AGGF, 136-140
- GREINER, B., SCHUPPENIES, R., HERTWIG, F., HOCHBERG, H., RIEHL, G. (2010): Ergebnisse aus zwölfjährigen Phosphor- und Kaliumdüngungsversuchen auf Grünland. VDLUFA-Schriftenreihe Bd. 66, Kongressband 2010 Kiel, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 157-158
- KUHN, G., HEINZ, S., MAYER, F., 2011: Grünlandmonitoring Bayern – Ersterhebung der Vegetation 2002-2008. Schriftenreihe 3/2011 der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
- LF, BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2011): Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Schafe, Ziegen. 34. Auflage 2011, LfL-Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan
- SPIEKERS, H., ETTLE, T., PRIES M., GRÜNEWALD, K.-H. (2012): Kalkulation der Nährstoffausscheidung beim Rind. VDLUFA-Schriftenreihe 68, Kongressband Passau, VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 710-717

Auswirkungen einer unterlassenen Phosphor- und Kaliumdüngung – Ergebnisse aus sechzehnjährigen Grünlanddüngungsversuchen

B. Greiner¹, F. Hertwig², H. Hochberg³, R. Priebe², G. Riehl⁴ und R. Schuppenies⁵

¹ Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt,
Lindenstr.18, 39606 Iden

² Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung
Brandenburg, Gutshof 7, 14641 Paulinenaue

³ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Str. 98, 07743 Jena

⁴ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie,
Christgrün 13, 08543 Pöhl

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

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

Einleitung und Problemstellung

Die produktive Grünlandnutzung zur Futtererzeugung hat in den Ländern Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen, verursacht durch die Diskrepanz zwischen den vorhandenen Grünlandflächen und dem Tierbestand, an Bedeutung verloren. Steigende Anforderungen aus dem Boden- und Artenschutz sind zu berücksichtigen. Der geringe Tierbesatz führte zu einer hohen Akzeptanz von Förderprogrammen zur Grünlandbewirtschaftung mit verminderter Intensität (Agrarumweltprogramme, NATURA 2000). Viele Grünlandflächen sind daher häufig suboptimal mit Kalium und Phosphor versorgt. In den 1997 bzw. 1998 angelegten Kalium- und Phosphordüngungsversuchen wird der Frage nach den Auswirkungen einer langjährig vernachlässigten Kalium- und Phosphorversorgung nachgegangen und es werden Kalium- und Phosphorgehalte abgegrenzt, die bei Drei- bis Vierschnittnutzung in grasbetonten Beständen auf Mineralstoffmangel hinweisen.

Material und Methoden

1997 wurden auf sieben und 1998 auf einem der in Tabelle 1 beschriebenen Standorte Phosphor- und Kaliumdüngungsversuche mit je vier Düngungsvarianten und vier Wiederholungen als einfaktorielle Blockanlage angelegt. Die Versuchsorte bilden die Naturräume Niedermoor (Paulinenaue), Flußaue (Iden, Heßberg) sowie Vorgebirgs- und Bergland (Hayn, Christgrün, Forchheim, Oberweißbach, Wechmar) ab. 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 Grunddüngergaben im Phosphorversuch 50 % und 150 % des Entzuges und im Kaliumversuch 70 % und 130 % des Entzuges. Die jährlichen Stickstoffgaben lagen auf den mineralischen Standorten zwischen 180 und 269 kg N/ha. Auf dem Niedermoorstandort Paulinenaue wurde auch die Stickstoffdüngung variiert. Im K-Versuch wurde bei der N-Düngung auf das Prüfglied „Ohne K“ verzichtet, weil diese Variante keinen zusätzlichen Erkenntnisgewinn versprach. Die verwendeten Düngerarten waren KAS, 60er Kali und Triplesuperphosphat.

Untersucht wurden die Ertragsleistungen und die Mineralstoffgehalte in der Pflanze und im Boden (P, K, Mg, pH-Wert) sowie die Pflanzenbestandszusammensetzung des 1. Aufwuchses (Ertragsanteilsschätzung nach KLAPP).

Tabelle 1: Beschreibung der Versuchsstandorte

Ort	Höhe über NN	Geologische Herkunft	Bodenart	Niederschläge mm	Jahresmittel °C	pH-Wert	mg K /100g Boden	mg P/100g Boden
Paulinenaue	29	Mo IIa		514	9,0	5,6	8...14	6,9...9,7
Iden	18	Al 1	sL	518	8,6	6,6	13	8,2
Heßberg	380	Al 3	L-T	760	7,1	5,9	5	1,4
Hayn	441	V 5	sL	618	6,5	6,4	10	3,2
Christgrün	430	V 5	sL	722	7,4	5,3	9-13	3,2...3,5
Forchheim	565	V 8	sL	879	6,5	5,2	8...14	3,3...4,0
Oberweißbach	660	V 9a1	uL	842	5,9	6,1	6	4,4
Wechmar	360	V 2	L-T	550	7,9	7,0	18	14,9

Ergebnisse und Diskussion

Die in der Tabelle 2 zusammengestellten Erträge der nach Standardentzug gedüngten Versuchsvarianten zeigen das Standortpotenzial der Versuchsorte, wenn die entzogenen Nährstoffe durch eine Düngung wieder ergänzt werden. Es liegt zwischen 72 dt TM/ha und 119 dt TM/ha. Auf allen Standorten schwanken die Erträge zwischen den Versuchsjahren mehr oder weniger stark.

Tabelle 2: Trockenmasseerträge in dt/ha in den nach Standardentzug gedüngten Varianten in den K-Düngungsversuchen (K) und P-Düngungsversuchen (P)
(¹ Paulinenaue ohne N ² Paulinenaue mit N)

Ort	1997-2001		2002-2006		2007-2012		1997-2012	
	K	P	K	P	K	P	K	P
Paulinenaue ¹⁾	62,9	66,4	75,9	69,2	89,0	90,6	76,8	76,4
Paulinenaue ²⁾	113,9	100,1	113,1	111,5	127,3	125,4	118,7	113,2
Iden	75,6	71,8	75,2	75,2	86,1	91,0	79,4	80,0
Heßberg	110,6	109,9	108,3	105,3	101,7	102,9	106,6	105,8
Hayn	89,5	108,6	84,4	92,4	104,1	113,6	93,6	105,2
Christgrün	84,6	81,3	77,9	74,7	73,2	73,9	78,2	76,5
Forchheim	85,7	85,1	83,3	84,7	80,6	76,7	83,0	81,9
Oberweißbach	72,5	73,0	74,6	70,8	70,8	71,5	72,5	71,7
Wechmar	78,9	83,6	82,2	80,8	78,6	81,9	79,8	82,1

Auf eine unterlassene Kaliumdüngung reagieren die Standorte abhängig vom ihrem Kaliumnachlieferungsvermögen sofort oder erst in der 3. Versuchspentade mit Mindererträgen (Tabelle 3). Einzige Ausnahme ist Wechmar (V-Standort, Muschelkalk), auf dem bisher keine statistisch gesicherten Ertragsunterschiede zwischen den gedüngten und ungedüngten Versuchsvarianten vorliegen und dessen Kaliumbodengehalte nach 16 Jahren ohne Kaliumdüngung immer noch die Gehaltsklasse C anzeigen (Tabelle 5).

Tabelle 3: Trockenmasseerträge in den Varianten ohne K in den K-Düngungsversuchen (K) und in den Varianten ohne P in den P-Düngungsversuchen (P) relativ zu den Erträgen der nach Standardentzug gedüngten Varianten
(¹) Paulinenaue ohne N (²) Paulinenaue mit N)

Ort	1997-2001		2002-2006		2007-2012		1997-2012	
	K	P	K	P	K	P	K	P
Paulinenaue ¹	88	103	51	100	50	99	60	101
Paulinenaue ²	-	104	-	84	-	79	-	87
I den	93	104	89	100	85	98	88	100
Heißberg	88	94	73	88	77	83	80	88
Hayn	95	85	84	84	82	80	86	83
Christgrün	86	101	66	97	56	88	69	95
Forchheim	97	98	88	94	81	88	81	93
Oberweißbach	57	93	27	85	36	84	40	87
Wechmar	92	93	89	93	90	89	90	92

Tabelle 4: Kaliumgehalte in g/kg TM in Kaliumdüngungsversuchen und Phosphorgehalte in g/kg TM in Phosphordüngungsversuchen im Mittel der Jahre 1997 bis 2012

Ort	Kaliumgehalte in g/kg TM				Phosphorgehalte in g/kg TM			
	1. Aufwuchs		Folgeaufwüchse		1. Aufwuchs		Folgeaufwüchse	
	Mangel	optimal versorgt	Mangel	optimal versorgt	Mangel	optimal versorgt	Mangel	optimal versorgt
Paulinenaue	<11	18...29	<10	14...21	<2,2	2,5...3,6	<2,2	2,7...3,5
I den	<16	25...36	<18	22...31	<2,8	3,1...4,1	<2,6	2,7...3,8
Heißberg	<16	23...32	<14	19...30	<2,4	2,7...3,6	<2,2	2,8...3,6
Hayn	<17	22...34	<15	18...30	<2,1	2,5...3,8	<2,0	2,8...3,8
Christgrün	<16	24...29	<14	17...25	<2,8	3,1...3,8	<2,6	2,8...4,0
Forchheim	<13	24...31	<9	21...30	<2,7	3,2...3,9	<2,4	2,8...3,8
Oberweißbach	<10	22...28	<7	15...18	<2,6	3,0...4,1	<2,4	2,8...3,9
Wechmar	<18	24...31	<19	21...30	<2,7	3,2...3,9	<2,4	2,8...3,8

Eine langjährig unterlassene Phosphordüngung führte auf allen Standorten zu signifikanten Mindererträgen. Ausnahmen waren der Niedermoorstandort Paulinenaue ohne N-Düngung und der Auenstandort I den mit zum Versuchsbeginn hohen Phosphorbodengehalten.

Entzugsgerecht gedüngte Pflanzenbestände wiesen in den Kaliumdüngungsversuchen Kaliumgehalte zum 1. Aufwuchs von 18 bis 29 g/kg TM auf Niedermoor und von 25 bis 36 g/kg TM auf mineralischen Standorten auf. In den Folgeaufwüchsen waren es Kaliumgehalte zwischen 14 und 21 g/kg TM auf Niedermoor und zwischen 15 und 31 g/kg TM auf mineralischen Standorten (Tabelle 4). Bei Kaliumgehalten unterhalb 10 bis 18 g/kg TM zum 1. Aufwuchs und unterhalb 7 bis 19 g/kg TM in den Folgeaufwüchsen lag ertragswirksamer Kaliummangel vor.

Standortabhängig weisen Phosphorgehalte in der Pflanze unterhalb 2,0 bis 2,8 g/kg TM auf ertragswirksamen Phosphormangel hin, wogegen Pflanzen mit Phosphorgehalten von 2,5 bis 4,1 g/kg TM in allen Aufwüchsen ausreichend mit Phosphor versorgt sein können.

Tabelle 5: Entwicklung der K- und P-Bodengehalte ohne K- bzw. P-Düngung
 (1) Paulinenaue ohne N (2) Paulinenaue mit N (3) Versuchsbeginn 1998)

Ort	K-Düngungsversuche						P-Düngungsversuche					
	K- g/kg TM	K- Bilanz kg/ha	K- mg/100g Boden 1997	2002	2007	2012	P- g/kg TM	P- Bilanz kg/ha	P- mg/100g Boden 1997	2002	2007	2012
Paulinenaue ¹⁾	8,4	-615	13	7	7	4	2,7	-332	9,4	6,2	7,5	6,1
Paulinenaue ²⁾							2,1	-330	7,3	6,0	5,6	5,2
Iden	20,9	-2353	13	6	5	4	3,3	-419	8,2	5,5	2,6	1,3
Heßberg	11,8	-1599	5	5	5	5	2,4	-350	1,4	1,3	1,1	0,7
Hayn ³⁾	13,1	-1571	10	6	4	6	2,4	-314	3,2	3,1	0,9	1,3
Christgrün	12,5	-1078	9	3	4	7	3,1	-355	4,9	2,9	2,4	2,1
Forchheim	14,9	-1751	8	3	4	6	2,9	-351	3,3	1,3	2,0	0,8
Oberweißbach	6,6	-304	6	4	2	3	3,0	-300	4,4	2,3	1,3	0,7
Wechmar	18,6	-2150	18	14	9	9	3,5	-422	14,9	7,7	4,1	1,7

Ohne Kaliumdüngung nahmen die Kaliumbodengehalte im Versuchszeitraum auf allen Versuchsorten auf Gehaltswerte der Gehaltsklassen A und B ab. Der Muschelkalkstandort war der einzige Standort, dessen Kaliumbodengehalte nach 16 Jahren ohne Kaliumdüngung noch der Gehaltsklasse C zuzuordnen waren.

Auf den Versuchsorten Heßberg, Hayn und Oberweißbach mit niedrigen Phosphorbodengehalten zum Versuchsbeginn sowie auf dem Niedermoorstandort mit Stickstoffdüngung hatte eine unterlassene Phosphordüngung Mindererträge ab der 2. Versuchspentade zur Folge, in Christgrün und Forchheim ab der 3. Pentade.

Schlussfolgerungen

Eine jährliche Kalium- und Phosphordüngung nach einem Standardentzug von 20 g K/kg TM und 3 g P/kg TM ist auf grasbetonten ostdeutschen Grünlandstandorten bei Drei- bis Vierschnittnutzung für die Ausschöpfung des standorttypischen Ertragspotenzials ausreichend. Entzugsgerecht gedüngte grasbetonte Grünlandbestände weisen bei Drei- bis Vierschnittnutzung standortabhängig im 1. Aufwuchs Kaliumgehalte zwischen 18 und 36 g/kg TM und Phosphorgehalte zwischen 2,3 und 4,1 g/kg TM sowie in den Folgeaufwüchsen Kaliumgehalte zwischen 14 und 31 g/kg TM und Phosphorgehalte zwischen 2,7 und 4,0 g/kg TM auf. Kaliummangel zeigen Kaliumgehalte zwischen 10 und 18 g/kg TM im 1. Aufwuchs und zwischen 7 und 18 g/kg TM in den Folgeaufwüchsen an.

Auf Standorten mit hohem Kaliumnachlieferungsvermögen liegen die Kaliumgehalte von optimal versorgten Pflanzen oberhalb des Standardentzuges. Eine Begrenzung der Kaliumdüngung auf den Standardentzug verhindert auf diesen Standorten für die Tierernährung unerwünscht hohe Kaliumgehalte oberhalb 30 g/kg TM in den Aufwüchsen. Eine Unterlassung der Kaliumdüngung führt in Abhängigkeit vom Kaliumnachlieferungsvermögen der Böden mehr oder weniger rasch zu Mindererträgen. Einzige Ausnahme ist der Muschelkalkstandort.

Eine langjährig unterlassene Phosphordüngung führt nach dem Absinken der Bodengehalte in die Gehaltsklassen A oder B auf allen Standorten zu signifikanten Mindererträgen. Die Phosphorgehalte im ersten Aufwuchs liegen dann unterhalb 2,2 bis 2,8 g/kg TM und in den Folgeaufwüchsen unterhalb 2,0 bis 2,6 g/kg TM. Ausnahmen sind der zum Versuchsbeginn hoch mit Phosphor versorgte Auenstandort und der Niedermoorstandort ohne Stickstoffdüngung.

Schätzung der nXP-Gehalte in Futterleguminosen und Wiesenkräutern mittels modifiziertem Hohenheimer Futterwerttest – unter besonderer Beachtung der Gehalte an Tanninen und Gesamtphenolen

M. Hamacher¹, R. Loges¹, R. Blank², S. Wolfram² und F. Taube¹

¹ Christian-Albrechts Universität zu Kiel, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau

² Christian-Albrechts Universität zu Kiel, Institut für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie, Hermann-Rodewald-Straße 9, 24118 Kiel

mhamacher@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Hinsichtlich einer nachhaltigen Milchproduktion stellen Grünland- und Kleeerasaufwüchse in Deutschland eine wichtige Proteinquelle dar. Um das Potential von Grünlandaufwüchsen in der Wiederkäuerernährung auszuschöpfen ist neben dem Rohproteingehalt (XP) auf die Proteinqualität zu achten. Gerade proteinreiche Leguminosen wie Weißklee sind durch hohe ruminale Proteinabbauraten gekennzeichnet. Ein paralleler Mangel an ruminal verfügbarer Energie führt zu energieaufwendiger N-Exkretion über den Harn, N-Verlusten in die Umwelt, sowie Stoffwechsel- und Leberbelastungen bis zu Fruchtbarkeitsstörungen beim Tier. Tanninhaltige Futterpflanzen wie Esparsette oder Hornklee können in gewünschter Weise auf den ruminalen Proteinabbau einwirken und die tierische Leistung verbessern (SCHARENBERG ET AL., 2005; HEDQVIST ET AL., 2000). Ihre Fähigkeit Protein pH-abhängig reversibel zu binden wird als Ursache gesehen. Für weitere sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, insbesondere Nicht-Tannin-Phenole sind ebenfalls positive Effekte auf die ruminale Fermentation bekannt (JAYANAGERA ET AL., 2011).

Ziel der vorgestellten Untersuchung verschiedener kleinsamiger Leguminosen und Wiesenkräuter ist die Identifikation von Arten mit relevanten Konzentrationen an entsprechenden sekundären Inhaltsstoffen. Zur Beurteilung der Proteinqualität der Arten erfolgt die Analyse der mittels des modifizierten Hohenheimer Futterwerttests (moHF, STEINGASS & LEBERL, 2008) bestimmtem am Duodenum verfügbaren Proteins (nXP).

Material und Methoden

Das untersuchte Pflanzenmaterial stammt aus einem zweijährigen Feldversuch auf dem Versuchsgut Lindhof der CAU Kiel im Östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins (Ø 40 BP). Die Bestände (Reinsaat) wurden als Untersaat im Vorjahr in drei Wiederholungen etabliert. Die Beerntung erfolgte in 4-Schnittnutzung. Die vorgestellten Ergebnisse basieren auf gefriergetrocknetem Material von 16 Arten (Tab. 1), beerntet zum ersten Aufwuchs im ersten Hauptnutzungsjahr 2013.

Zur Charakterisierung der Arten hinsichtlich ihrer Gehalte an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen erfolgte die kolorimetrische Bestimmung der kondensierten Tannine (CT) mittels der Butanol-HCl-Methode (Terrill et al., 1992) sowie die Messung der Gesamtphenole (GP) mittels des Folin-Ciocalteu-Ansatzes. Anschließend wurde anhand der Fällung des Modellproteins BSA die Fähigkeit der Pflanzenextrakte zugesetztes Protein zu binden erfasst (modifiziert nach Osborne & McNeill, 2001). Die Gehalte an XP, ADF und NDF wurden gestützt auf Nahinfrarotspektroskopie bestimmt.

Tabelle 1: Übersicht der untersuchten Arten: Leguminosen, Kräuter und Gras

Leguminosen		Kräuter und Gras	
Espartette	<i>Onobrychis viciifolia</i> Scop.	Kümmel	<i>Carum carvi</i> L.
Gelbkleee	<i>Medicago lupulina</i> L.	Löwenzahn	<i>Taraxacum officinale</i> Wiggers
Hornkleee	<i>Lotus corniculatus</i> L.	Schafgarbe	<i>Achillea millefolium</i> L.
Luzerne	<i>Medicago sativa</i> L.	Spitzwegerich	<i>Plantago lanceolata</i> L.
Rotkleee	<i>Trifolium pratense</i> L.	Kleiner Wiesenknopf	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.
Schwedenkleee	<i>Trifolium hybridum</i> L.	Zichorie	<i>Cichorium intybus</i> L.
Steinklee	<i>Melilotus officinalis</i> L.		
Sumpfhornkleee	<i>Lotus pedunculatus</i> Cav.	Dt. Weidelgras	<i>Lolium perenne</i> L.
Weißkleee	<i>Trifolium repens</i> L.		

Zur Abschätzung der nXP-Gehalte wurden jeweils 130mg Pflanzenmaterial im moHFT inkubiert (je Probe drei Wiederholungen in zwei Durchgängen). Zur Überprüfung der Ergebnisse wurde nXP-Standard mitgeführt. Unter der Annahme, dass der ruminale Abbau des untersuchten Materials eine 24-stündige Inkubationszeit überschreitet, wurden Inkubationszeiten von 8 und 48 Stunden gewählt (EDMUNDS ET AL., 2012). Im Anschluss erfolgte die Bestimmung der Ammoniakgehalte durch Destillation der Inkubationsrückstände. Anhand der absoluten nXP-Werte (8 und 48 Stunden) konnten aus der linearen Regression zwischen diesen gegen den Logarithmus der Zeit effektive nXP-Werte für Passageraten (PR) von 4, 6 und 8% berechnet werden.

Die statistische Auswertung erfolgte mit einem gemischten Model in der Statistiksoftware R. Im Anschluss an die Varianzanalyse (Art als fixer Faktor) wurde gegen das Gesamtmittel aller Arten getestet (GrandMean-Test). So konnten aus dem Artenpool in Bezug auf die untersuchten Parameter, Arten mit signifikant abweichendem Verhalten identifiziert werden. Zusätzlich wurde eine Korrelationsanalyse durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Für alle untersuchten Parameter (Tab. 2 und 3) war der Einfluss der Art signifikant ($p < 0,0001$). Wie in SCHARENBERG ET AL. (2005) und HEDQVIST ET AL. (2000) zeigten Espartette, Hornkleee und Sumpfhornkleee gegenüber dem Mittel aller Arten signifikant hohe CT-Konzentrationen und entsprechend der Fähigkeit von Tanninen Protein zu binden ebenfalls ein signifikant höheres BSA-Fällungsvermögen (Tab. 2). Über alle Arten korreliert die CT-Konzentration signifikant mit dem BSA-Fällungsvermögen ($r = 0,97$).

Für die Kräuter konnten gegenüber Dt. Weidelgras und den Leguminosen (ausgenommen der drei CT-haltigen Arten) höhere GP-Gehalte ermittelt werden. Höchste GP-Konzentrationen konnten mit 20% in der TM für den Kleinen Wiesenknopf gemessen werden. Obwohl die enthaltenen 0,82% CT im Vergleich zu den CT-reichen Leguminosen als gering zu betrachten sind, deutet das über dem Mittel liegende BSA-Fällungsvermögen auf ein Potential der letztgenannten Art hinsichtlich eines möglichen Schutzes von Futterprotein vor dem ruminalen Abbau hin. Im Folgenden soll überprüft werden, ob Arten mit erhöhten CT-Konzentrationen und/oder einem auffälligem BSA-Bindungsvermögen auch bessere nXP-Werte aufweisen.

Wie angenommen entspricht das Ranking der Arten nach den XP-Gehalten nicht der Reihenfolge hinsichtlich der ermittelten nXP-Werte. Weiterhin sind Unterschiede im Ranking der Arten zwischen den verschiedenen Passageraten festzuhalten. Für Espartette, Hornkleee, Rotkleee, Schwedenkleee, Sumpfhornkleee und Weißkleee konnten bei allen Passageraten höhere nXP-Werte gegenüber dem Mittel aller Arten gezeigt werden (Tab. 3).

Tabelle 2: Mittlere CT- und GP-Konzentrationen, das BSA-Fällungsvermögen, signifikante Abweichung vom Gesamtmittelwert aller Arten (***) p<0,0001; ** p<0,001; * p<0,05), fett: oberhalb des Mittels liegender Wert

Art	CT		GP		BSA-Fällungsvermögen mg gPflanzenTM ⁻¹
	% i. d. TM		% i. d. TM		
Dt. Weidelgras	0,1	**	1,5	***	0,4 ***
Esparsette	9,3	***	10,4	***	99,1 ***
Gelbklee	0,1	**	1,5	***	0,1 ***
Hornklee	4,0	***	6,6		53,7 ***
Kümmel	0,0	*	5,8		0,2 **
Löwenzahn	0,1	**	5,2		0,2 ***
Luzerne	0,1	**	1,2	***	0,1 ***
Rotklee	0,5	*	3,4	*	11,0
Schafgarbe	0,1	**	12,1	***	1,0 ***
Schwedenklee	0,2	**	2,1	***	0,3 ***
Spitzwegerich	0,3	**	7,1		9,6
Steinklee	0,1	**	1,6	***	6,4 *
Sumpfhornklee	10,2	***	10,3	***	133,8 ***
Weißklee	0,1	**	2,2	***	1,9 ***
Kleiner Wiesenknopf	0,8		20,1	***	34,3
Zichorie	0,1	**	7,0		1,4 ***
Gesamtmittel	1,65		6,15		22,56

Tabelle 3: XP- und nXP-Gehalte für angenommene Passageraten von 8, 6 und 4 %, signifikante Abweichung vom Gesamtmittelwert aller Arten (***) p<0,0001; ** p<0,001; * p<0,05), fett: in gewünschter Richtung unter- bzw.- oberhalb des Mittels liegender Wert

	XP g/kg TM	nXP g/kg TM			Referenzwerte	
		8%PR	6%PR	4%PR	nXP g/kg TM (PR %)	
Dt. Weidelgras	65 ***	142 ***	128 ***	109 ***	151-142	DLG 1997
Esparsette	114 **	204	194 **	181 ***	132 (6%),139 (4%)	EDMUNDS ET AL. 2012
Gelbklee	174 *	178 **	165 **	147	224 (4,2%)	SCHARENBERG ET AL. 2005
Hornklee	210 ***	214 ***	198 ***	175 **	175 (4,2%)	SCHARENBERG ET AL. 2005
Kümmel	101 ***	165 ***	150 ***	130 ***		
Löwenzahn	101 ***	165 ***	145 ***	119 ***		
Luzerne	153	165	152	133	132	DLG 1997
Rotklee	171	241 ***	216 ***	180 ***	157(6%),136(4%)	EDMUNDS ET AL. 2012
Schafgarbe	130	157 ***	142 ***	120 ***	138	DLG 1997
Schwedenklee	213 ***	230 ***	222 ***	212 ***		
Spitzwegerich	94 ***	191	173	149		
Steinklee	188 ***	193	176	154		
Sumpfhornklee	195 ***	241 ***	229 ***	213 ***		
Weißklee	259 ***	273	242	198	172	DLG 1997
Kleiner Wiesenknopf	88 ***	173	178	184 **	194 (6%),168(4%)	EDMUNDS ET AL. 2012
Zichorie	90 ***	172 ***	153 ***	127 ***	170 (4,2%)	SCHARENBERG ET AL. 2005
Gesamtmittel	147	195	179	157		

Die für Schwedenklee, Sumpfhornklee und Esparsette bestimmten nXP-Werte bleiben mit abnehmender Passagerate vergleichsweise stabil, wohingegen Hornklee, Weißklee und Rotklee deutliche Abnahmen der nXP-Werte zeigen und entsprechend an Vorzüglichkeit im Ranking der Arten verlieren. EDMUNDS ET AL (2012) zeigten für Weißklee ebenfalls eine deutliche Abnahme der nXP-Werte von PR 4% zu PR 6%. Beste Übereinstimmung mit kalkulierten Werten konnte dort für eine angenommene Passagerate von 4% festgehalten werden. Die in der vorliegenden Untersuchung ermittelten Werte für Weiß- und Rotklee liegen auch bei einer Passagerate von 4% noch deutlich über den Literaturwerten (Tab. 3). Eine mögliche Erklärung sind die im Vergleich um 2% bzw. 4% höheren XP-Gehalte der beiden Arten. Im Gegensatz dazu lagen die für Dt. Weidelgras bestimmten nXP-Gehalte deutlich unterhalb der Literaturwerte. Eine mögliche Erklärung liefern die durch einen späten Schnitzeitpunkt und durch ungedüngte Bestände bedingten geringen XP-Gehalte. Gleiches gilt für die gegenüber SCHARENBERG ET AL. (2005) ermittelten geringeren Werte für Esparsette und Zichorie. Übereinstimmende Ergebnisse konnten für PR 4% bei Luzerne und Hornklee erzielt werden (Tab. 3). Die untersuchten Kräuter zeichneten sich generell durch unterdurchschnittliche XP- und nXP-Gehalte aus. Überraschend sind daher die mit Rotklee vergleichbaren hohen nXP-Werte des Kleinen Wiesenknopfs. Zudem zeigt diese Art entgegen der Erwartungen mit abnehmender Passagerate eine leichte Zunahme des nXPs. Es ist zu vermuten, dass der ruminale Abbau nach Ende der Inkubationszeit noch nicht abgeschlossen war und der nXP-Gehalt unabhängig von der Verweildauer im Pansen relativ stabil blieb.

Eine bessere Beurteilung des ruminalen N-Abbaus ermöglicht die Betrachtung der nXP-Werte (PR 4%) in Relation zu den Ausgangsproteingehalten. Für die signifikant überdurchschnittlichen Arten ergibt sich folgendes Ranking: Kleiner Wiesenknopf, Esparsette, Sumpfhornklee, Rotklee, Schwedenklee, Hornklee und Weißklee mit 217, 159, 110, 105, 103, 84 bzw. 76 g/100gXP. Im Zusammenhang mit den für Esparsette und Sumpfhornklee ermittelten CT-Konzentrationen und BSA-Fällungsvermögen stützen die Ergebnisse die Annahme, dass CT-Vorkommen den ruminalen N-Abbau verringern. Für Hornklee deuten die Ergebnisse nicht auf diesen Zusammenhang hin. Aufgrund der ermittelten Werte des Kleinen Wiesenknopfs ist anzunehmen, dass Nicht-CT-Phenole den ruminalen N-Abbau beeinflussen. Die signifikant überdurchschnittlichen NDF-Gehalte (437 g/kg TM i. Vgl. zu 386g/kg TM) dieser Art deuten zudem auf fasergebundenes Protein hin. Unterschiede zwischen Weiß- und Rotklee sind mit höheren NDF- und ADF-Gehalte im Rotklee (RK: 389 & 253 g/kg TM; WK: 324 & 190 g/kg TM) zu erklären.

Schlussfolgerungen

Ausgehend von den ermittelten XP- und nXP-Gehalten besitzen Sumpfhornklee, Schwedenklee, Weißklee, Rotklee und Hornklee Potential Grünlandaufwüchse hinsichtlich Proteinmenge und Qualität aufzuwerten. In Relation zu den Ausgangsproteingehalten sind die nXP-Gehalte von Kleinem Wiesenknopf, Esparsette, Sumpfhornklee, Rotklee und Schwedenklee als vorteilhaft zu bewerten. Für die ersten drei genannten Arten scheint ein Zusammenhang zwischen nXP und CT bzw. weiteren phenolischen Verbindungen zu bestehen. In wieweit der Proteinschutz durch diese Verbindungen die intestinale Proteinverdaulichkeit beeinflusst, wird derzeit in weiteren Versuchen untersucht. Um eine höhere Plausibilität der ermittelten nXP-Werte zu erreichen ist bei wenig untersuchten Arten der Abbau in situ zu überprüfen und entsprechend sind die Inkubationszeiten sowie die Auswahl der Passagerate anzupassen.

Danksagung

Erstellt mit freundlicher Unterstützung der Wilhelm-Schaumann-Stiftung.

Literatur

- DLG (1997): Futterwerttabellen Wiederkäuer, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- EDMUNDS, B., SÜDEKUM, K.-H., SPIEKERS, H., SCHUSTER, M. & SCHWARZ, F.J. (2012): Estimating utilisable crude protein at the duodenum, a precursor to metabolisable protein for ruminants, from forages using a modified gas test. *Animal Feed Science and Technology*: 175, 106-113.
- HEDQVIST, H., MUELLER-HARVEY, I., REED, J. D., KRUEGER, C. & MURPHY, M. (2000): Characterisation of tannins and in vitro protein digestibility of several Lotus corniculatus varieties. *Animal Feed Science and Technology*: 87, 41-56.
- JAYANAGERA, A., MARQUARDT, M., KREUZER, M. & LEIBER, F. (2011): Nutrient and energy content, in vitro ruminal fermentation characteristics and methanogenic potential of alpine forage plant species during early summer. *J Sci Food Agric* 91: 1863–1870.
- OSBORNE, N. und MCNEILL, D. (2001): Characterisation of Leucaena condensed tannins by size and protein precipitation capacity. *J Sci Food Agric*: 81, 1113-1119.
- SCHARENBERG, A., ARRIGO, Y., SOLIVA, C., WYSS, U., KREUZER, M. & DOHME, F. (2005): Schätzung des Gehaltes an nutzbarem Rohprotein in drei Tanninhaltigen Futterpflanzen mit einem modifiziertem Hohenheimer Gastest. Schlüssel für eine effiziente Tierernährung. Tagungsbericht 13. Mai 2005, *Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften ETH Zürich*, Band 26, 122-125.
- STEINGASS, H. UND LEBERL, P. (2008): In Vitro Verfahren: Eine notwendige Ergänzung zur Nährstoffanalytik bei Futtermitteln. Übers. Tierernährung: 36, 31-46.
- TERRIL, T., ROWAN, A., DOUGLAS, G. & BARRY, T. (1992): Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. *Journal of the Science of Food and Agriculture*: 58, 321-329.

Wie viel Kalium braucht Silomais auf leichten Standorten?

A. Herrmann¹, F. Schröder¹, C. Kluß¹, P. Lausen², E. Techow², G. Feger³ und
F. Taube¹

¹ Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau,
Hermann-Rodewald-Str. 9, 24118 Kiel

² Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Grüner Kamp 15-17, 24768 Rendsburg

³ K+S Kali GmbH, Bertha-von-Suttner-Straße 7, 34131 Kassel

aherrmann@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Eine an den Bedarf der Silomaisbestände angepasste Versorgung mit Stickstoff und Grundnährstoffen ist Voraussetzung für die Erzielung hoher Ertragsleistungen. In den letzten Jahren hat die Grundnährstoffversorgung jedoch offensichtlich etwas an Bedeutung verloren. Ergebnisse eines Monitorings der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein belegen eine Verschlechterung der Kalium (K)-Versorgung insbesondere auf leichten Ackerstandorten über die letzten Jahre (LAUSEN und GOSCH, 2012), erkennbar an einem Anstieg der Bodengehaltsklassen A und B. Dies ist zum einen zurückzuführen auf den verringerten Einsatz mineralischer K-Dünger, z.T. bedingt durch die Preisentwicklung an den Düngermärkten. Zum anderen ist der K-Gehalt von Rindergülle, die neben Mineraldünger eine entscheidende Rolle bei der K-Versorgung von Silomais spielt, in den letzten Jahren rückläufig. Gerade auf leichten Standorten kommt der K-Versorgung jedoch eine große Bedeutung zu im Hinblick auf die Toleranz gegenüber Trockenperioden (ZÖRB et al., 2014). Ziel dieser Studie war es daher (i) die Ertragswirksamkeit der K-Versorgung im Silomaisanbau auf leichten Standorten zu untersuchen und (ii) zu prüfen, ob ein kritischer K-Gehalt zur Siloreife als Indikator des K-Status abgeleitet werden kann.

Material und Methoden

Die Untersuchung basiert auf einem Feldversuch, der 2007 in Form einer einfaktoriellen Blockanlage mit vier Wiederholungen (Parzellengröße 11 m x 6 m) am Standort Schuby, Geest, angelegt wurde. Die K-Versorgung von Silomais (Sorte Salgado, S200/K230) wurde in vier Stufen (0, 100, 200, 300 kg K₂O ha⁻¹) variiert und in Form von Kaliumchlorid vor der Maisaussaat Anfang April ausgebracht. Die N-Düngung erfolgte auf allen Parzellen einheitlich in Höhe von 140 kg ha⁻¹ (40 kg Unterfuß, 100 kg 1-2 Wochen nach Saat in mineralischer Form (2010, 2012: Entec, 2011: Harnstoff)). Die Phosphorversorgung wurde ebenfalls in 2 Teilgaben als Tripelphosphat appliziert: 50 kg P₂O₅ ha⁻¹ 2-4 Wochen vor Aussaat, sowie 45 kg P₂O₅ ha⁻¹ zur Unterfußdüngung. Pflanzenschutzmaßnahmen erfolgten nach guter fachlicher Praxis. Die Bodenbearbeitung wurde konventionell mit Pflug und Packer durchgeführt. Die einzelnen Versuchsvarianten lagen jedes Jahr auf der gleichen Parzelle, wodurch Anreicherungs- bzw. Aushagerungseffekte sichtbar gemacht werden konnten. Die Dynamik der Biomasseakkumulation wurde über 5 manuelle Beprobungen in der Vegetationsperiode und eine maschinelle Beerntung zur Siloreife erfasst. Zur manuellen Beprobung wurden jeweils 10 Pflanzen je Parzelle geerntet, gehäckselt und eine Unterprobe bei 58°C bzw. 105°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Die Analyse des K-Gehaltes des Maises erfolgte flammenphotometrisch (763 nm). Die Ergebnisse zu Futterqualitätsparameter beruhen auf NIRS-Schätzungen, welche für die Energiedichte auf GfE (2009) und Weißbach et al. (1996) basieren.

In die statistische Auswertung einbezogen wurden die Versuchsjahre 2010 bis 2012. Der Einfluss der Faktoren K-Versorgung, Erntetermin und Jahr auf den Ertrag, K-Entzug und Futterqualitätsparameter wurde mittels Varianzanalysen untersucht, unter Verwendung der Statistik-Software R (2012), wobei K-Versorgung, Erntetermin, Jahr sowie alle Interaktionen als fix angenommen wurden. Der Block wurde als zufälliger Faktor betrachtet und die Korrelationsstruktur, bedingt durch die Erntetermine, berücksichtigt. Mittelwertvergleiche wurden mittels multipler Kontrasttests (BRETZ et al., 2011) durchgeführt. Der kritische K-Gehalt wurde nach Herrmann und Taube (2004) abgeleitet unter Verwendung einer e-Funktion zur Quantifizierung der Beziehung zwischen TM-Ertrag und kritischem K-Gehalt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Effekte der K-Düngung auf den TM-Ertrag, den K-Entzug und die K-Bilanz werden der Übersichtlichkeit halber nur für den Termin Silomaisenernte präsentiert (Abb. 1). Die Ergebnisse der Untersuchung belegen einen deutlichen ertragssteigernden Effekt der K-Düngung. Im Vergleich zur ungedüngten Kontrolle wurden Ertragssteigerungen von bis zu 91% bzw. 68 dt TM ha⁻¹ im Jahr 2012 erzielt. Zwischen den gedüngten Varianten eines Jahres wurden jedoch keine statistisch abgesicherten Ertragsunterschiede gefunden, d.h. mit einer K-Düngung von 100 kg K₂O ha⁻¹ wurde bereits der Maximalertrag erzielt. Daraus kann allerdings nicht geschlussfolgert werden, dass eine K-Düngung in Höhe von 100 kg K₂O ha⁻¹ langfristig ausreichend ist. Das gleiche Bild wie für den TM-Ertrag zeigte sich für die Energiekonzentration (MJ NEL/kg TM) und den Energieertrag (GJ NEL ha⁻¹). Die K-Entzüge wurden deutlich durch die Jahreswitterung beeinflusst und variierten zwischen 49 kg K₂O ha⁻¹ (2012) in der ungedüngten Variante und 222 kg K₂O ha⁻¹ (2011) in der höchsten K-Stufe. Mit einer K-Düngung von 100 kg K₂O ha⁻¹ stieg der K-Entzug im Vergleich zur Kontrolle an, eine weitere Steigerung der K-Versorgung führte jedoch, mit Ausnahme des Jahres 2011, zu keinem statistisch gesicherten Anstieg des K-Entzugs. Die K-Bilanz nahm erwartungsgemäß mit steigender K-Düngung zu. Eine ausgeglichene K-Bilanz stellte sich im Mittel der Jahre bei einer K-Düngung zwischen 100 und 200 kg K₂O ha⁻¹ ein.

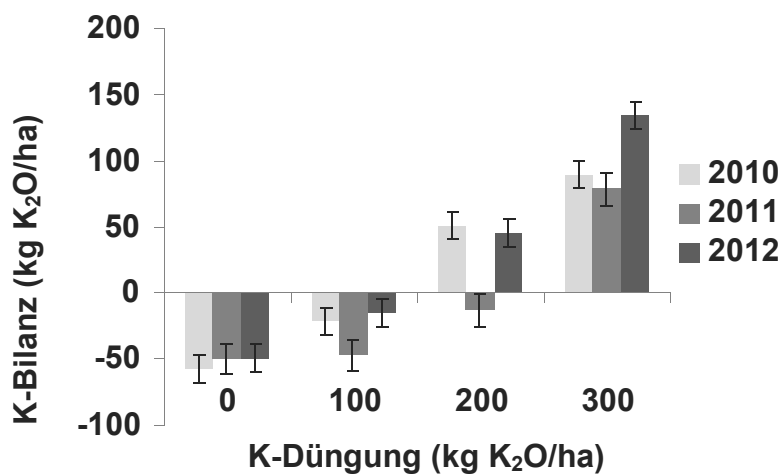
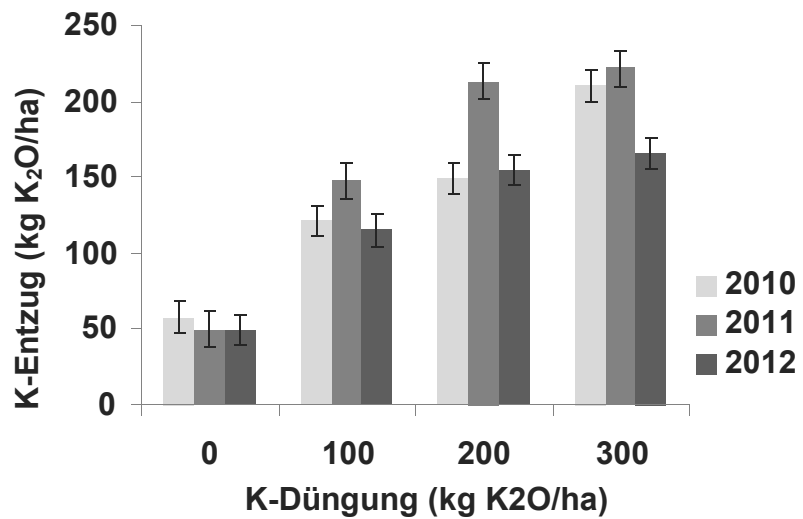
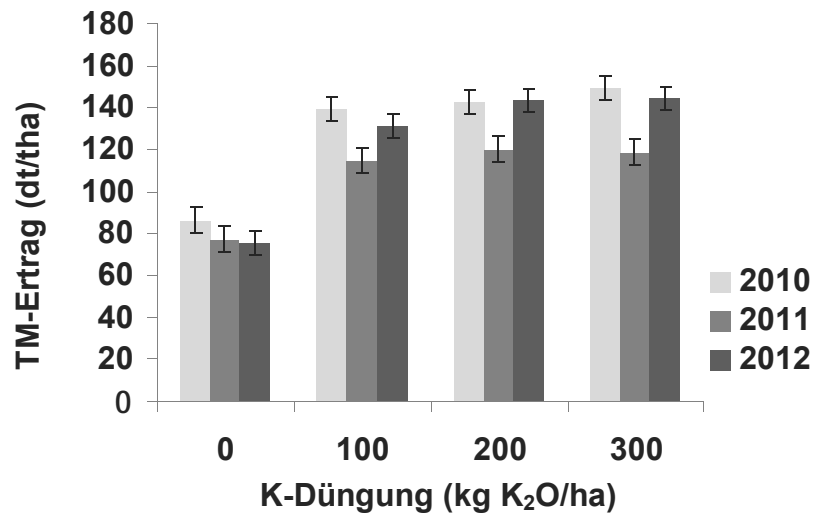


Abbildung 1: Trockenmasseertrag, K-Entzug und K-Bilanz von Silomais in Abhängigkeit der K-Düngung am Standort Schuby in den Versuchsjahren 2010-2012

Versuchsbegleitend wurden in allen Varianten in regelmäßigen Abständen Proben zur Untersuchung der Grundnährstoffversorgung entnommen. Zu Versuchsbeginn im Jahr 2007 befanden sich alle Varianten in der Gehaltsklasse A ($3 \text{ mg K}_2\text{O (100 g)}^{-1}$ Boden). In der ungedüngten und der $100 \text{ kg K}_2\text{O}$ -Variante veränderten sich die Gehalte über den Versuchszeitraum nur wenig, so dass die Parzellen auch im Herbst 2012 noch Gehaltsklasse A aufwiesen. In den Varianten mit 200 bzw. $300 \text{ kg K}_2\text{O}$ -Düngung stiegen die K-Gehalte leicht an und befanden sich im Herbst 2012 in Gehaltsklasse C ($11 \text{ mg K}_2\text{O (100 g)}^{-1}$ Boden). Auf leichten, sandigen Standorten der Geest scheint daher eine Aufdüngung in Gehaltsklasse C für die Ausschöpfung des Ertragspotentials von Silomais nicht erforderlich zu sein.

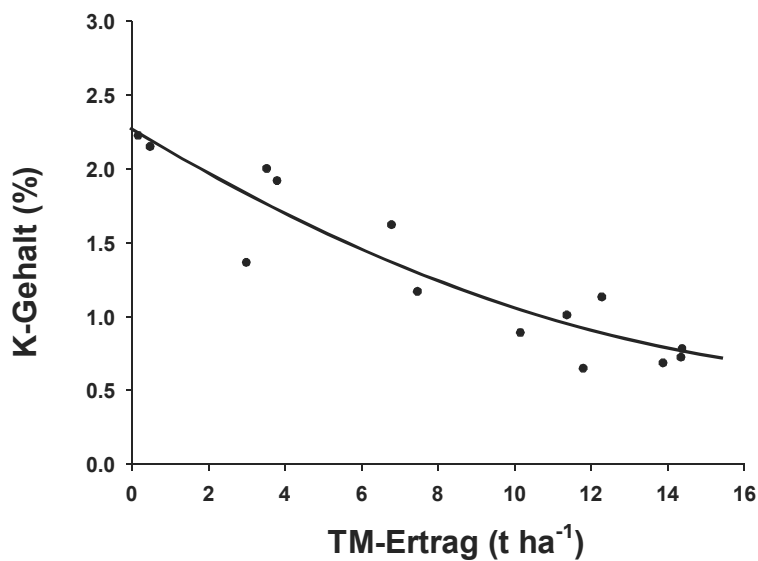


Abbildung 2: Beziehung zwischen kritischem K-Gehalt (%) und Trockenmasseertrag (t ha^{-1}). Die Daten wurden anhand von 5 Probenahmeterminen während der Vegetationsperiode (beginnend Mitte/Ende Juni), und der Silomaisernte abgeleitet. $y = 2.264 \cdot e^{-0.0769 \cdot W}$, mit W der oberirdischen Biomasse in t TM ha^{-1}

Aus den Zuwachsbeprobungen wurde der „Kritische K-Gehalt“ abgeleitet, d.h. der minimale K-Gehalt in Mais, der für die Erzielung des Maximalertrages erforderlich ist. Dieser kritische K-Gehalt sinkt im Verlauf der Vegetationsperiode, d.h. mit zunehmendem Ertrag, ab. In Abbildung 2 ist der zum jeweiligen Messtermin mindestens erforderliche K-Gehalt der Einzeljahre dargestellt. Dieser Gehalt bezieht sich auf die Gesamtpflanze und ist daher nicht mit den Ertragsgrenzwerten nach BREUER et al. (2003) vergleichbar, da diese sich auf die jeweils stadienspezifisch aktivste Blatttage beziehen. Erreicht man also zur Siloreife einen Trockenmasseertrag von 13 t ha^{-1} , ist bei einem K-Gehalt von 0.83% in der Trockenmasse von einer ausreichenden K-Versorgung auszugehen. In älteren Arbeiten werden z.T. höhere Werte genannt. So soll die Photosyntheserate von Maisblättern bei K-Gehalten unter 1.1 bis 1.5% deutlich eingeschränkt sein und für Körnermais ein K-Gehalt von 1.3% erforderlich sein zur Erzielung von 90% des Maximalertrages (LEIGH et al., 1984). Ein Einfluss der N-Versorgung bzw. Bestandesdichte auf den K-Gehalt kann, abgesehen von schwerwiegender Mangelversorgung, weitgehend ausgeschlossen werden (CIAMPITTI et al., 2013). Sortenunterschiede in der K-Aufnahmeeffizienz von Mais sind meist auf Unterschiede in der Wurzelarchitektur zurückzuführen (FARINA et al., 1983; FEIL et al., 1992; NAWAZ et al., 2006, CAO et al., 2007). Es liegen allerdings keine aktuellen, belastbaren Untersuchungen zu Sorteneffekten aus dem nordwesteuropäischen Anbauraum vor. Bevor der „Kritische K-Gehalt Silomais“

als Werkzeug in der Beratung Eingang finden kann, sollte er daher an weiteren Standorten und Silomaisorten überprüft werden.

Schlussfolgerungen

Der Kaliumdüngung kommt im Silomaisanbau eine große Bedeutung zu: Kalium steigert den Trockenmasse- und den Energie-Ertrag. Mais hat ein gutes K-Aufnahmevermögen, jedoch ist mit einer Erhöhung der K-Düngung nur bis zu einem bestimmten Grad eine Ertragssteigerung verbunden. Auf leichten Standorten der Geest scheint für die Ausschöpfung des Ertragspotentials eine Aufdüngung in Gehaltsklasse C nicht sinnvoll. Eine Düngung nur nach der durch die Ertragservartung bestimmten K-Abfuhr erscheint hier angebracht. Der kritische Kaliumgehalt kann künftig ein geeignetes Instrument zur Kontrolle der erfolgten Kaliumdüngung darstellen und sollte durch weitere Versuche auf anderen Standorten und mit einem größeren Sortenspektrum für die Düngungsberatung abgesichert werden

Literatur

- BRETZ, F., HOTHORN, T. & WESTFALL, P. (2011): Multiple comparisons using R. Chapman & Hall/CRC Press.
- BREUER, J. et al. (2003): Die Pflanzenanalyse zur Diagnose des Ernährungszustandes von Kulturpflanzen. Anwendung in Landwirtschaft, Gemüse- und Obstbau. Agrimedia.
- CAO, M.J., YU, H.Q., YAN, H.K. & JIANG, C.J. (2007): Difference in tolerance to potassium deficiency between two maize inbred lines. *Plant Production Science* 10, 42-46.
- CIAMPITTI, I.A., CAMBERATO, J.J., MURRELL, S.T. & VYN, T.J. (2013): Maize Nutrient Accumulation and Partitioning in Response to Plant Density and Nitrogen Rate: I. Macronutrients. *Agronomy Journal* 105, 783-795.
- FARINA, M.P.W., CHANNON, P. & Phipson, J.D. (1983) Genotypic differences in the potassium requirement of two maize cultivars. *Crop Production* 12, 84-86.
- FEIL, B., THIRAPORN, R., GEISLER, G. & STAMP, P. (1992): Yield, development and nutrient efficiency of temperate and tropical maize germplasm in the tropical lowlands. II. Uptake and redistribution of nitrogen, phosphorus and potassium. *Maydica* 37, 199-207.
- GfE (2009): New equations for predicting metabolisable energy of compound feeds for cattle. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 18, 143-146.
- HERRMANN, A. and TAUBE, F. (2004): The range of the critical nitrogen dilution curve for maize (*Zea mays* L.) can be extended until silage maturity. *Agronomy Journal* 96, 1131-1138.
- LAUSEN, P. und GOSCH, K. (2012): Die Bodenfruchtbarkeit ist vielfach rückläufig. <http://www.kali-gmbh.com/de/pdf-articles/article-20120912-bauernblatt-die-bodenfruchtbarkeit-ist-vielfach-ruecklaeufig.pdf>.
- LEIGH, R.A. and WYN JONES, R.G. (1984): A hypothesis relating critical potassium concentrations for growth to the distribution and functions of this ion in the plant cell. *New Phytologist* 97, 1-13.
- NAWAZ, I., ZIA-UL-HASSAN, RANJHA A. M. & ARSHAD, M. (2006): Exploiting genotypic variation among fifteen maize genotypes of Pakistan for potassium uptake and use efficiency in solution culture. *Pakistan Journal of Botany* 38, 1689-1696.
- 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.
- ZÖRB, C., SENBAYRAM, M. & PEITER, E. (2014): Potassium in agriculture – Status and perspectives. *Journal of Plant Physiology* 171, 656-669.

Bewirtschaftung von Borstgrasrasen

H. Hochberg, D. Zopf

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft,
Naumburger Straße 98, 07743 Jena

hans.hochberg@tll.thueringen.de

Einleitung und Problemstellung

Der Erhaltung von Borstgrasrasen als FFH-Lebensraumtyp kommt große naturschutzfachliche Bedeutung zu. In Thüringen stellt sie eine gefährdete Pflanzengesellschaft dar (TLUG, 2011). Der Borstgrasrasen ist nicht durch großen Artenreichtum gekennzeichnet, aber gleichzeitig ein bedeutender Lebensraum für seltene bzw. bedrohte Pflanzenarten sowie Brut- bzw. Nahrungsbiotop für verschiedene Tierarten. Gleichzeitig besitzt er eine hohe Erholungsbedeutung. Borstgrasrasen kann durch extensive Nutzung, bevorzugt Weide und Unterlassung jeglicher Düngung, erhalten werden. Diese Pflanzengesellschaft ist durch ein geringes Ertragsniveau gekennzeichnet (BRIEMLE, 1993). Aufgrund dieser Tatsache stand 1960, zu Beginn des Versuches, auch die Frage welcher Faktoreinsatz, speziell organischer und / oder mineralischer Düngereinsatz, ist notwendig, um den Ertrag zu steigern. Die damit einhergehende Umwandlung der Pflanzengesellschaft war sekundär. Während der bis heute andauernden experimentellen Arbeiten blieben einzelne Versuchsglieder erhalten und andere wurden den jeweilig aktuellen Fragen angepasst. In den Phasen ohne Versuchstätigkeit konnte eine extensive Nutzung ohne Düngung aufrechterhalten werden. Seit 1990 wird der Erhaltung der biologischen Vielfalt wieder mehr Bedeutung beigemessen. So besteht das Ziel der heutigen Versuchsanlage darin, durch unterschiedliche Managementsysteme ein Optimum an Pflanzengesellschaften zu erhalten bzw. zu entwickeln bei gleichzeitigem Augenmerk auf Ertrag und Futterqualität.

Material und Methoden

Ausgangsbestand für den 1960 im Mittleren Thüringer Wald (820 m NN, 4,4°C) auf einer sauren Podsol-Braunerde angelegtem Versuch (Lateinisches Rechteck in fünffacher Wiederholung) bildete ein Borstgrasrasen.

Von den ursprünglich 10 Varianten werden nachfolgend im Hinblick auf den Erhalt dieser Pflanzengesellschaft drei unterschiedliche Bewirtschaftungsvarianten näher betrachtet. Dabei handelt es sich um Zweischnittnutzung mit und ohne Düngung (seit 1960) sowie eine Variante, welche die ersten 12 Jahre organische Düngung erhielt und zweimal pro Jahr geschnitten wurde, und seit 1991 nur noch eine Nutzung pro Jahr ohne Düngung erhält (Tab. 1). Die Ergebnisse beschreiben die Erträge (ermittelt durch Probemahd), die Futterqualität (untersucht nach VDLUFA-Methoden) und die Pflanzenbestandszusammensetzung (nach KLAPP-STÄHLIN).

Tabelle 1: Versuchsdesign ausgewählter Varianten. ¹⁾ Applikation alle 2 Jahre, Herbst 1959 erste Gabe, ²⁾ außerhalb der Versuchsjahre extensive Nutzung

Variante	Versuchsperiode (Jahr)	Versuchsjahre	Schnitt pro Jahr	Nutzung Datum	Düngung			organisch
					N	P	K kg/ha/a	
2 x, ohne	1. – 10.	1960 – 1969	2	18.06. / 11.09.	0	0	0	0
	11. – 20.	1970 – 1972	2	25.06. / 16.09.	0	0	0	0
	21. – 30.	1984 – 1987	2	26.06. / 20.09.	0	0	0	0
	31. – 40.	1991 – 1999	2	25.06. / 14.09.	0	0	0	0
	41. – 50.	2000 – 2009	2	22.06. / 15.09.	0	0	0	0
1 x, ohne	1. – 10.	1960 – 1969	2	18.06. / 11.09.	0	0	0	200 ¹⁾
	11. – 20.	1970 – 1972	2	25.06. / 16.09.	0	0	0	200 ¹⁾
	21. – 30.		²⁾		0	0	0	0
	31. – 40.	1991 – 1999	1	25.06.	0	0	0	0
	41. – 50.	2000 – 2009	1	22.06.	0	0	0	0
2 x, NPK	1. – 10.	1960 – 1969	2	18.06. / 11.09.	164	26,5	80,0	0
	11. – 20.	1970 – 1972	2	25.06. / 16.09.	320	22,0	66,5	0
	21. – 30.	1984 – 1987	2	26.06. / 20.09.	110	17,5	50,0	0
	31. – 40.	1991 – 1999	2	25.06. / 14.09.	110	17,5	50,0	0
	41. – 50.	2000 – 2009	2	22.06. / 15.09.	110	16,0	100,0	0

Ergebnisse und Diskussion

Trockenmasse-Jahresertrag

Tabelle 2 zeigt, dass die zweimalige Nutzung pro Jahr ohne Düngung ein geringes Ertragsniveau aufweist und tendenziell leicht zurückgeht, was auf eine leichte Aushagerung über den langen Zeitraum hindeutet, aber gleichzeitig auch die Ertragsstabilität des Borstgrasrasens widerspiegelt. Organische Düngung zeigt einen deutlichen Effekt in den ersten beiden Nutzungsperioden. Seit diese Variante aber nur noch einmal pro Jahr genutzt wird (ohne Düngung) kommt auch hier die geringe Ertragsfähigkeit des Standortes zum tragen. Außerdem wird mit dieser Variante dasselbe Ertragsniveau wie bei 2 Schnitten ohne Düngung erreicht. Der erste Aufwuchs bestimmt an diesem Standort maßgeblich den Jahresertrag. Die Variante mit mineralischer Düngung zeigt von Beginn an deutliche Ertragssteigerungen gegenüber den ungedüngten Varianten. Die absolute Höhe in den einzelnen Perioden widerspiegelt die unterschiedlichen Mineraldüngergaben, insbesondere die Höhe der Kaliumgabe.

Tabelle 2: Trockenmasse-Jahresertrag in den einzelnen Versuchsperioden

Versuchsperiode (Jahr)	Trockenmasse-Jahresertrag (dt/ha/a)			GD _{Tuckey, P < 0,05}
	2 x, ohne	Variante 1 x, ohne	2 x, NPK	
1. – 10.	28,2	34,8	67,2	7,1
11. – 20.	25,6	48,3	72,7	12,9
21. – 30.	24,6		55,3	12,2
31. – 40.	21,5	20,0	53,4	3,6
41. – 50.	22,9	22,8	65,9	6,6
GD _{Tuckey, P < 0,05}	6,4	6,5	9,3	

Futterqualität

Der Rohfasergehalt wird eher vom Nutzungszeitpunkt als von der Düngung bestimmt. Dies zeigt sich auch hier, wobei die mineralisch gedüngte Variante leicht höhere Rohfasergehalte aufweist (Tab. 3).

Tabelle 3: Futterqualität in den einzelnen Versuchsperioden

Variante	Versuchs- periode (Jahr)	RFa	RP	Ra	Mineralstoff		
					P	K	Ca
g/kg TM							
2 x, ohne	1. – 10.	284	126	77	2,6	17,8	6,2
	21. – 30.	232	143	80	3,1	20,3	7,4
	31. – 40.	244	116	67	2,7	14,7	7,8
	41. – 50.	236	119	72	2,5	15,2	9,9
1 x, ohne	1. – 10.	281	131	82	3,1	18,8	6,7
	31. – 40.	247	118	61	2,8	15,8	6,3
	41. – 50.	255	114	62	2,7	14,7	7,4
2 x, NPK	1. – 10.	292	137	82	3,3	20,4	6,8
	21. – 30.	234	159	81	3,7	20,6	6,3
	31. – 40.	271	129	58	3,1	15,7	6,5
	41. – 50.	271	119	68	3,0	19,3	6,0

Ebenfalls scheint die Düngung leicht höhere Gehalte an Rohprotein zu bewirken, außer in der letzten Untersuchungsperiode. Die Phosphor- und Kaliumgehalte widerspiegeln das Düngungsniveau deutlich. Auch durch die organische Düngung werden die Werte positiv beeinflusst, welche aber nach Wegfall wieder absinken und das Niveau der bereits seit 1960 ungedüngten Variante erreichen. Der Rohasche- und Kalziumgehalt schwanken während der gesamten Untersuchungsperiode indifferent in allen Varianten.

Pflanzenbestand

Bei zweimaliger Nutzung pro Jahr ohne Düngung ist bis heute noch ein Borstgrasrasen erhalten geblieben. Die Anteile der einzelnen Arten haben sich zwar im Laufe des Beobachtungszeitraumes verschoben ohne jedoch völlig zu verschwinden (Abb 1). Diese Variante ist die Artenreichste. Organische Düngung bewirkt eine Reduzierung des Ertragsanteiles an Borstgras (*Nardus stricta*). Diese Art bleibt in Spuren im Bestand erhalten, kann sich seit Umstellung auf 1 Schnitt pro Jahr ohne Düngung wieder positiv entwickeln und weist heute stabile Werte um 10 % auf, so dass jetzt wieder von einem Borstgrasrasen gesprochen werden kann. Der Anteil der Gräserfraktion ist in dieser Variante etwas höher als bei 2 Schnittnutzung. Der hohe Moosanteil weist auf eine Unternutzung hin. Die NPK-gedüngte Variante zeigt erwartungsgemäß große Veränderungen in der Zusammenstzung der Grasnarbe. Borstgras (*Nardus stricta*) und Harzlabkraut (*Galium hircynicum*) werden sehr schnell verdrängt und Rotschwengel (*Festuca rubra*) wird dominant. Diese Dominanz wird aber im Laufe der Zeit wieder eingebüßt und Rot-Straußgras (*Agrostis capillaris*) bzw. Bergrispe (*Poa chaixii*) bestimmen heute mit die Fraktion der Gräser, welche seit den 1990er Jahren rückläufig ist. Die Gruppe der Kräuter wird neben Bärwurz (*Meum athamanticum*) von Wiesen-Sauerampfer (*Rumex acetosa*), Gamander Ehrenpreis (*Veronica chamaedrys*) und Wiesen-Knöterich (*Polygonum bistorta*) bestimmt. Diese Variante stellt heute aus pflanzensoziologischer Sicht eine Rotschwengel-Straußgrasgesellschaft dar.

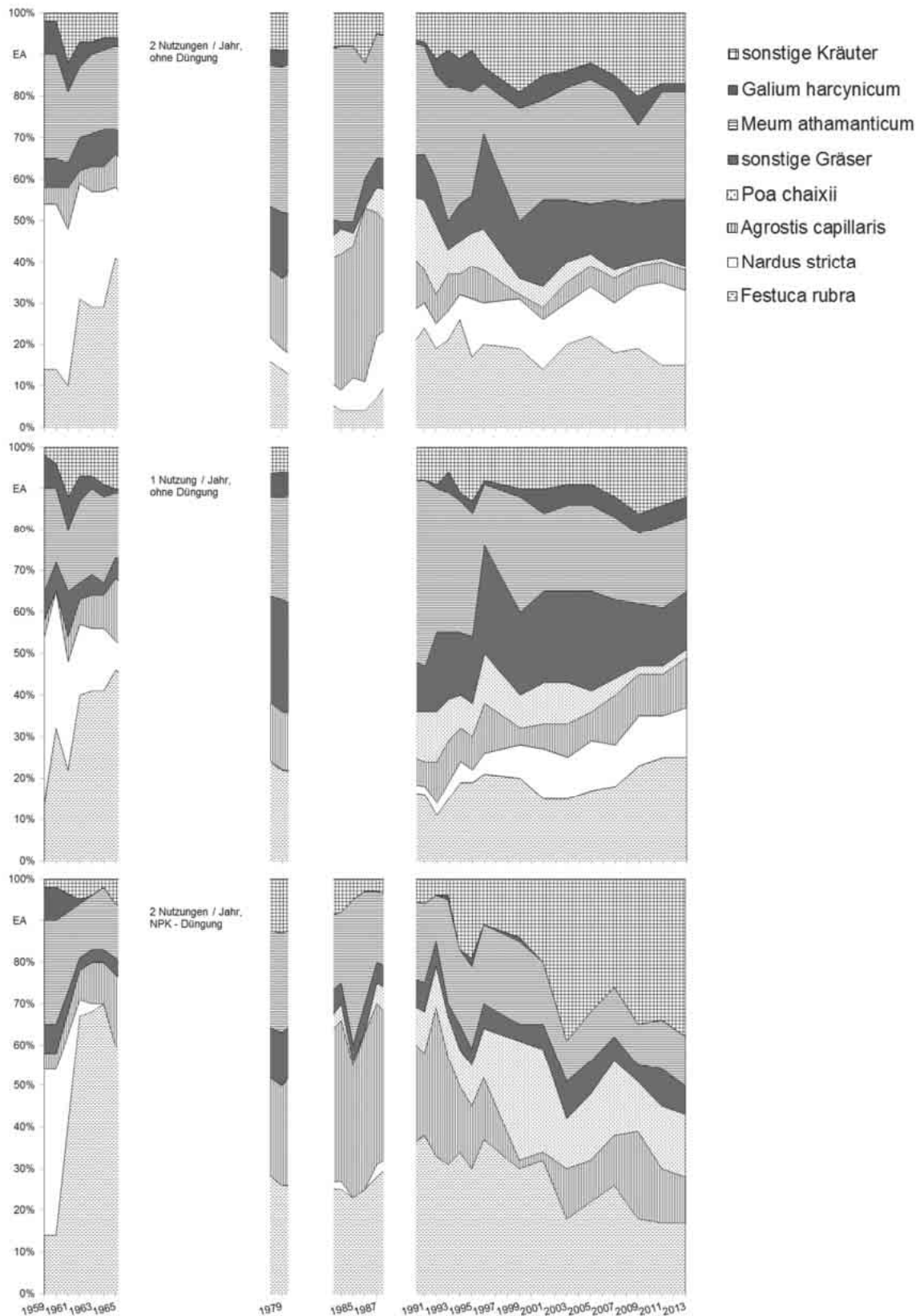


Abbildung 1: Entwicklung der Bestandszusammensetzung

Schlussfolgerungen

Wie in der Literatur beschrieben kann die Pflanzengesellschaft der Borstgrasrasen durch extensive Nutzung ohne Düngung erhalten werden. Dies bestätigen die aufgezeigten Untersuchungen über einen mehr als 50jährigen Zeitraum. Die Nutzung kann aber auch in Form einer Schnittnutzung erfolgen und muß nicht zwingend Weide sein. Zufuhr von Dünger, egal ob mineralisch oder organisch, führt zur Veränderung der Pflanzengemeinschaft hin zu Rot-schwingel-Straußgrasgesellschaften. Diese weisen einen deutlich höheren Ertrag auf und sind in bezug auf Futterqualität den Borstgrasrasen gleichwertig.

Literatur

BRIEMLE, G. und FINK, C. (1993): Wiesen, Weiden und anderes Grünland. *Reihe Biotop – Bestimmungsbücher Band 1*, Verlag Weilbrecht Stuttgart, 152 S.

Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (Hrsg; 2011): Rote Listen der gefährdeten Tier- und Pflanzenarten, Pflanzengesellschaften und Biotope Thüringens.- *Naturschutzreport heft 26*, Jena, 544 S.

Auswirkungen der Grünlandextensivierung auf Ertrag und Futterqualität ausgewählter Dauergrünlandtypen

H. Hochberg und D. Zopf

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft,
Naumburger Straße 98, 07743 Jena

hans.hochberg@tll.thueringen.de

Einleitung und Problemstellung

Auf dem Grünland Thüringens hat seit 1993 eine flächenmäßig ungewöhnlich starke Extensivierung stattgefunden. Dazu beigetragen hat zum einen die Inanspruchnahme von Agrar-Umwelt-Maßnahmen (KULAP) und zum anderen ein massiver Tierbestandsabbau. Fast drei Viertel des Grünlandes ist seither ohne Grunddüngung bewirtschaftet worden. Im KULAP geförderte Flächen mit Grunddüngung erhielten im Mittel Mengen von 20 kg P/ha/a und 100 kg K/ha/a. Eine Kalkung auf kalkbedürftigen, produktiven Standorten hat seit Beginn der 1990er Jahre nicht mehr stattgefunden. Ebenfalls sehr gering waren die zugeführten Stickstoffmengen (im Mittel 64 kg N/ha/a). Immerhin erhielten etwa die Hälfte der im KULAP geförderten Flächen keine Stickstoffdüngung. Eine massive Unterversorgung mit Nährstoffen im Boden prägt deshalb heute das Bild des Thüringer Grünlandes (Gehaltsklasse A+B in Prozent KULAP-Grünland 2006: pH-Wert 24 %, P: 65 %, K: 39 %). Die starke Extensivierung hat positive ökologische Effekte. So hat sich der Flächenanteil mit standortangepassten Grünlandgesellschaften von 49 Prozent im Jahr 1987 auf 73 Prozent im Jahr 2001 kontinuierlich gesteigert. Danach war aber wieder ein Rückgang von 8 Prozent zu verzeichnen. Ebenfalls deutlich angestiegen ist die Zahl der Grünlandgesellschaften.

Material und Methoden

Um die Auswirkungen der Extensivierung aufzeigen zu können, wurden drei Nutzungssysteme für ausgewählte Dauergrünlandtypen untersucht: nachhaltig optimale Intensität (3-5 Schnitte/a), Spätschnitt (2-3 Schnitte/a) und naturschutz-orientierte Nutzung (1-2 Schnitte/a). Die Parzellen-Versuche in vierfacher Wiederholung hatten eine Laufzeit von 6 bis 18 Jahren und umfassten verschiedene Standorte (Tab. 1).

Tabelle 1: Versuchsanlage

Grünlandtyp	Variante	Anzahl Nutzungen pro Jahr	Erntetermin 1. Aufw.	Düngung		
				N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha
Alopecuretum 380 m NN, 7,4 °C, 773 mm	AI1	5	07. Mai	300	30	250
	AI2	3	08. Juni	60	25	200
	AI3	2	03. Juli	0	0	0
Arrhenatheretum 350 m NN, 8,0 °C, 541 mm	Ar1	4	12. Mai	220	30	220
	Ar2	3	06. Juni	60	25	160
	Ar3	2	03. Juli	0	0	0
Trisetetum 690 m NN, 5,7 °C, 861 mm	T1	3	22. Mai	200	25	220
	T2	2	21. Juni	60	20	160
	T3	2	04. Juli	0	15	100
Geranio-Trisetetum 690 m NN, 5,7 °C, 861 mm	GT1	3	28. Mai	130	30	149
	GT2	2	18. Juni	55	25	125
	GT3	2	02. Juli	0	20	97
Meo-Festucetum 784 m NN, 4,9 °C, 1129 mm	M1	3	07. Juni	150	25	220
	M2	2	22. Juni	60	20	160
	M3	1	07. Juli	0	0	0

Ergebnisse und Diskussion

Ertragswirkungen und Inhaltstoffe

Der Jahresertrag geht mit voranschreitendem Nutzungstermin im ersten Aufwuchs bei allen untersuchten Grünlandtypen, mit Ausnahme der Glatthaferwiese (Arrhenatheretum), deutlich zurück (Tab. 2). Die Glatthaferwiese weist trotz erheblich reduzierter N-Düngung einen um 15 Prozent höheren Jahresertrag gegenüber einer nachhaltig optimalen Intensität mit frühem erstem Schnitt auf. Bei allen anderen Grünlandtypen zeigt sich ein Ertragsrückgang bei reduzierter N-Düngung und erstem Schnitt im Juni von 6 bis 16 Prozent gegenüber der nachhaltig optimalen Intensität.

Tabelle 2: Auswirkungen der Grünlandextensivierung auf den Trockenmasse-Jahresertrag und die Futterqualität im ersten Aufwuchs

Variante	TM-Ertrag dt/ha/a	RP %	RFA %	ELOS %	NEL MJ/kg TM
AI1	87,7 ^a	22,1	20,8	76,5	6,65
AI2	73,5 ^{ab}	9,7	32,2	57,1	4,57
AI3	63,8 ^b	9,2	33,6	51,2	4,43
Ar1	67,8 ^b	16,7	22,9	72,5	6,18
Ar2	78,1 ^a	9,4	31,3	54,8	4,74
Ar3	58,6 ^b	7,9	33,6	54,0	4,49
T1	75,4 ^a	18,4	21,9	71,7	6,42
T2	70,5 ^b	8,8	31,5	54,9	4,79
T3	64,8 ^c	8,5	30,3	55,5	4,99
GT1	62,7 ^a	13,2	27,1	60,8	5,58
GT2	58,1 ^a	9,3	30,1	54,9	5,06
GT3	42,5 ^b	8,7	27,8	57,0	5,41
M1	52,0 ^a	15,5	26,4	66,2	5,79
M2	45,5 ^a	10,5	29,2	58,7	5,27
M3	20,6 ^b	8,2	29,8	57,9	5,26

Die weitere Verzögerung des Schnittermens des ersten Aufwuchses und ein N-Dünger-Verzicht führen zu signifikanten Mindererträgen. Diese bewegen sich gegenüber der nachhaltig optimalen Intensität zwischen 14 bis 60 Prozent. Die Mindererträge gegenüber Spätschnitt liegen im Bereich von 8 bis 48 Prozent.

Die Futterqualität verschlechtert sich mit voranschreitendem Nutzungstermin unabhängig vom Grünlandtyp (Tab. 2). Die Rohproteingehalte (RP) fallen bei Spätschnitt, ausgenommen die Bärwurz-Rotschwingelwiese (Meo-Festucetum), deutlich unter 10 % XP i.d TS und nehmen bei Juli-Mahd nur noch geringfügig weiter ab. Der für Fleischerinder bzw. Schafe angestrebte Rohproteingehalt von 12 % XP i.d TS kann nur bei früher Nutzung erreicht bzw. überschritten werden. Sowohl bei Spätschnitt als auch Mahd im Juli wird dieser Wert deutlich unterschritten, unabhängig vom Grünlandtyp.

Der aus ernährungsphysiologischer Sicht anzustrebende Optimalbereich für Fleischerinder bzw. Schafe von 24 bis 28 % XF i.d TS wird auf produktiven Standorten (Alopecuretum, Arrhenatheretum sowie Trisetetum) bei Spätschnitt deutlich überschritten und ein Gehalt von etwa 32 % XF i.d TS unabhängig vom Grünlandtyp erreicht. Diese Situation tritt in der Mittelgebirgslage etwa 14 Tage später ein im Vergleich zu Auen- bzw. Vorgebirgsstandorten. Mahd im Juli bewirkt nur noch marginale Veränderungen. Die Storchschnabel-Goldhaferwiese (Geranio-Trisetetum) und die Bärwurz-Rotschwingelwiese (Meo-Festucetum) weisen bereits Ende Mai bzw. Anfang Juni XF-Gehalte im Optimalbereich auf. Diese verändern sich auch mit verzögertem Nutzungstermin nur noch um rund 3 Prozent.

Spätschnitt bewirkt bei der Energiedichte und Verdaulichkeit eine extreme Verschlechterung, besonders auf den produktiven Standorten. Mahd im Juli mit Verzicht auf Stickstoff zeigt dagegen nur noch eine geringe weitere Verschlechterung unabhängig vom Grünlandtyp. Auf der artenreichen Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese (Geranio-Trisetetum) bewirkt der Durchwuchs bei Juli-Mahd eine geringfügige Verbesserung der Qualitätsparameter gegenüber Spätschnitt. Die untergrasreichen Magerrasen weisen in der zweiten Julihälfte noch relativ hohe Energiedichte- und Verdaulichkeitswerte auf. Sie haben insgesamt recht frühzeitig eine geringere Futterqualität, welche aber mit der Verzögerung des Nutzungstermins des ersten Aufwuchses sich nicht weiter extrem verschlechtert.

Mengen- und Spurenelemente

Die Gehalte an Mengen- und Spurenelementen sind bestandesabhängig, zeigen aber in Abhängigkeit vom Nutzungstermin element-spezifische Entwicklungen (Tab. 3). So nehmen die Gehalte an Phosphor und Kalium kontinuierlich ab. Der P-Bedarfswert im Futter für Mutterkühe wird mit Ausnahme des Arrhenatheretum bei Spätschnitt deutlich unterschritten. Kalium zeigt trotz kontinuierlicher und deutlicher Rückgänge erst ab Juli-Mahd ein Unterschreiten des Bedarfsrichtwertes. Der Magnesiumgehalt unterliegt nur geringen Schwankungen innerhalb des jeweiligen Grünlandtypes. Bei Kalzium sind nennenswerte Veränderungen erst ab Mahd im Juli zu verzeichnen. Die Ca-Gehalte sind aber immer bedarfsdeckend, ausgenommen bei Meo-Festucetum.

Mangan und Eisen unterschreiten trotz kontinuierlichem Rückgang zu keinem Zeitpunkt den Mindestgehalt von 45 bzw. 50 mg/kg TM. Juli-Mahd bewirkt auf artenreichen Bergwiesen einen Anstieg der Gehaltswerte. Kennzeichnend für beide Spurenelemente sind deutliche Unterschiede zwischen den Grünlandtypen. Als einziger Grünlandtyp erreicht bzw. überschreitet die Bärwurz-Rotschwingelwiese (Meo-Festucetum) bei Zink den GfE-Richtwert für Aufzuchtrinder. Auch hier reagieren die Bergstandorte bei Mahd im Juli mit einem Anstieg des Zinkgehaltes, ohne jemals den Richtwert zu erreichen. Der Zinkgehalt bei Spätschnitt liegt unabhängig vom Grünlandtyp deutlich unter dem bei nachhaltig optimaler Intensität. Die Kupfergehalte erreichen bei frühen Nutzungsterminen annähernd den GfE-Richtwert. Bei Spätschnitt liegen generell niedrigere Gehalte vor, besonders auf Verwitterungsböden (Muschelkalk, Schiefer) und Magerwiesen. Mahd im Juli zeigt stets Werte unter 6 mg Cu/kg TM.

Tabelle 3: Auswirkungen der Grünlandextensivierung auf Mengen- und Spurenelemente im Grüngut des 1. Aufwuchses.

¹⁾ Bedarf optimales Wachstum; ²⁾ Mutterkuh, 650 kg LM, 15 kg Milch/Tag;

³⁾ GfE-Richtwerte Aufzuchtrinder (GfE=Gesellschaft für Ernährungsphysiologie)

Variante	P	K % i.d. TS	Mg	Ca	Mn	Fe mg/kg TM	Cu	Zn
AI1	0,39	3,26	0,21	0,57	65	397	10,2	34,2
AI2	0,24	2,48	0,18	0,56	52	105	6,6	22,1
AI3	0,19	1,46	0,22	0,72	55	107	5,5	20,1
Ar1	0,45	3,41	0,16	0,80	92	239	7,4	32,0
Ar2	0,31	2,46	0,14	0,72	73	175	5,1	25,8
Ar3	0,26	1,63	0,16	1,01	49	84	4,6	24,6
T1	0,38	3,38	0,34	0,61	60	315	8,3	36,2
T2	0,23	2,13	0,29	0,58	72	183	4,2	29,9
T3	0,24	1,52	0,40	0,89	62	146	5,2	34,3
GT1	0,33	2,52	0,23	0,55	115	166	6,5	31,4
GT2	0,26	2,02	0,23	0,60	110	150	4,9	27,1
GT3	0,25	1,86	0,33	1,00	141	186	5,0	28,2
M1	0,31	2,80	0,12	0,26	460	90	6,9	45,3
M2	0,27	2,21	0,10	0,29	526	77	5,7	43,9
M3	0,23	0,86	0,11	0,34	796	96	5,3	51,5
Richtwert	0,29 ²⁾	2,00 ¹⁾	0,16 ²⁾	0,47 ²⁾	45 ³⁾	50 ³⁾	10 ³⁾	45 ³⁾

Schlussfolgerungen

Grünlandextensivierung sowie naturschutzfachlich orientierte Bewirtschaftung produktiver Standorte sind mit Ertragsdepressionen von bis zu 60 Prozent und dramatischer Verschlechterung der Futterqualität verbunden.

Artenreiche Grünlandtypen sind nutzungselastischer, weisen jedoch eine relativ geringe Futter-Qualität auf.

Die ernährungsphysiologischen Anforderungen für Milchvieh sind bei Spätschnitt und naturschutz-orientierte Nutzung nicht zu erfüllen. Die Verwertbarkeit für Mutterkühe und Schafe ist bei extensiver Nutzung stark eingeschränkt.

Das Problem der Unterversorgung der Nutztiere mit Kupfer wird durch Extensivierung verschärft. Der Zinkanteil im Grundfutter vom Grünland kann nur einen marginalen Beitrag zur Versorgung der Rinder leisten. Stark überhöhte Mangan- und Eisengehalte sind typisch für Extensiv-Grünland.

Literatur

HOCHBERG, H.; ZOPF, D.; WARZECHA, H.; FRÜH, R.; BACHMANN, D. und MOHRING, S. (1998): Grünlandextensivierung in Thüringen – Ergebnisse der Begleituntersuchung zum KULAP. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, 114 S.

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2011): Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Ziegen. *LfL-Information*, 34. Aufl., 90 S.

Festulolium in Ansaatmischungen für Grünland

H. Jänicke¹, H. Czyz², T. Kitczak², M. Bury² und A. Sarnowski²

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

² Westpommersche Technologische Universität Szczecin, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie Katedra Lekarstwa ul. Slowackiego 17, PL-71434 Szczecin

h.jaenicke@lfa.mvnet.de

Einleitung und Problemstellung

Ansaatmischungen für Grünland müssen aus Arten und Sorten bestehen, die eine hohe Anpassungsfähigkeit an Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen aufweisen. Nur bei guter Eignung für Standort und Nutzung wird die potenziell hohe Leistungsstärke in Form von Trockenmasse-Erträgen und Futterqualitäten nutzbar und eine hohe Ausdauer zum Tragen kommen.

Diese Forderungen erfüllt *Lolium perenne* zu weiten Teilen sehr gut. Die Angebote an Saatgutmischungen für Grünland werden auch deshalb vielfach dominiert von *Lolium perenne*. Allerdings setzen regional Standort- und Nutzungsverhältnisse der tatsächlichen Leistung dieser Grasart Grenzen. In Mecklenburg-Vorpommern befinden sich über $\frac{3}{4}$ des Grünlandes auf Niedermoorböden. Hier gilt *Lolium perenne* von Natur aus als auswinterungsgefährdet. Die Pflanzenzüchtung hat hinsichtlich der Mooreignung inzwischen deutliche Verbesserungen erreicht. Sortenunterschiede sind darum unbedingt zu beachten bzw. zu nutzen. Dennoch gilt es auf Niedermoor nicht als sicherer Mischungspartner. Auf dem nordostdeutschen Grünland überwiegt die drei- bis viermalige Nutzung pro Jahr, also eine eher zu geringe Intensität für *Lolium perenne*.

Darum ist die Suche nach Alternativen als Ersatz wie auch als Ergänzung in Ansaatmischungen Gegenstand von Versuchsanstellungen. *Festulolium braunii* ist als ertragreiches Futtergras bekannt. Es eignet sich für eine drei- bis viermalige Nutzung besser. Wird es rechtzeitig genutzt, so sind ähnlich hohe Futterqualitäten wie mit *Lolium perenne* erreichbar. Im Folgenden werden Ergebnisse aus einem Vergleich von Ansaatmischungen vorgestellt, in dem *Festulolium braunii* als wesentlicher Mischungspartner eine zentrale Rolle innehat.

Material und Methoden

Der Versuch wurde im August 2007 und wiederholt im April 2011 in Form einer einfaktoriellen Blockanlage mit vier Wiederholungen auf Niedermoor angelegt. 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 Versuchsflächen wurden betriebsüblich bewirtschaftet. Die Nutzung erfolgte in Form von jährlich vier Schnitten. Die Ertragsmessung und die Beprobung zur Analyse der Pflanzenbestandeszusammensetzung (botanische Gewichtsanalyse) und der Futterqualität wurden in den Jahren 2009 bis 2011 im 2007 angelegten Versuch und 2012 bis 2013 in der 2011 begonnenen Anlage jeweils vor der ganzflächigen Ernte durch den Betrieb durchgeführt. Der Erntetermin war sowohl praxisüblich als auch ein Kompromiss an die Befahrbarkeit der Flächen. Die dadurch entstehende Verspätung wirkte sich bekanntermaßen mit steigenden Fasergehalten mindernd auf den Energiegehalt aus. Die Analyse der Futterwertparameter wurde nach VDLUFA-Methoden im Labor der LUFA Rostock durchgeführt. Der Gattungsbastard *Festulolium braunii* (*Festuca pratensis* Huds. x *Lolium multiflorum* Lam.) ist in allen Mischungen durch die Sorte PAULITA vertreten, im Folgenden als *Festulolium* bezeichnet. Die Aussaatmenge betrug für alle Mischungen 30 kg/ha mit Ausnahme der Varianten 1, 2 und 4 bis 7

im Jahr 2011, die hier mit 28 kg/ha ausgesät wurden. *Trifolium repens* konnte in dem 2007 angelegten Mischungsvergleich weder nach dem Auflaufen noch in den Folgejahren beobachtet werden. Auf ihn wurde zur Ansaat 2011 verzichtet, seine Saatmenge von 2 kg/ha jedoch nicht ersetzt.

Empfohlene bzw. Standardmischungen, wie die GII, GIII und GIV wurden in ihrer Zusammensetzung derart modifiziert, das *Festulolium* ganz oder teilweise *Festuca pratensis*, *Lolium perenne* oder *Dactylis glomerata* ersetzt (Tabelle 1). Daneben wurde die Reifegruppenzuordnung mit den verwendeten Sorten (auf Basis der Einstufung durch das Bundessortenamt) berücksichtigt (z.B. Variante 9 und 10) und eine Mischung mit dem Hauptbestandbildner Rohrschwingel (Variante 11) in den Versuch eingefügt.

Tabelle 1: Vergleich von Ansaatmischungen auf Niedermoor, Zusammensetzung der Saatmischungen, Ansaat 2007 und 2011 (mod=modifiziert, RG8=regionale Grünlandmischung, WSW=*Festulolium*, miDW=*Lolium perenne* mittlere Reife; spDW=*Lolium perenne* späte Reife; RS=*Festuca arundinacae*, KG=*Dactylis glomerata*, WR=*Poa pratense*, *Trifolium repens* war bei der Ansaat 2007 mit 2 kg/ha in den Varianten 1, 2 und 4 bis 7 enthalten)

Variante		Zusammensetzung der Saatmischungen (Saatmengen in kg/ha)						
		<i>Lolium perenne</i>	<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Poa pratensis</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Festulolium braunii</i>	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
1	G IV	8		3	5			12
2	G IV mod	8		3	5	6		6
3	RG 8	6		3		9		12
4	RG 8 mod	8		8		12		
5	G III	20		3	5			
6	G III mod	8		3	5	12		
7	G II	14		3	5		6	
8	G II mod	14		3	5	6		
9	WSW+miDW	15				15		
10	WSW+mi/spD W	15				15		
11	RS+KG+WR		15	3				12

Ergebnisse und Diskussion

Der TM-Ertrag ist als Jahresertrag für die Jahre 2009 bis 2011 in der Ansaat 2007 und für die Jahre 2012 und 2013 in der Ansaat 2011 ermittelt worden (Tabelle 2).

Mit einer stärkeren Ertragsleistung hebt sich eindeutig die Rohrschwingelmischung von den übrigen Varianten ab. Auch die Knautgrashaltigen Mischungen lagen mehrfach über dem Durchschnitt. Schwächere Erträge im dritten Nutzungsjahr waren Folge der winterlichen Bedingungen. Die relativ hohe Ertragsleistung im vierten Nutzungsjahr (=2011) ist auch der Tatsache geschuldet, dass die Fläche zur Schnittrufe nicht zu befahren war, der Massezuwachs aber bekanntermaßen mit Verlust an Futterqualität verbunden war.

Die Bestandeszusammensetzung soll hier mit einem Beispiel zu *Festulolium* und *Lolium perenne* im zweiten Nutzungsjahr vertreten sein (Tabelle 3), ohne die Variante 11 (*Festuca arundinacae*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratense*). Kamen beide Arten in der Saatmischung vor, so konnte sich *Festulolium* besser durchsetzen, d.h. *Festulolium* wies im Bestand mehrfach höhere Anteile auf als in der Saatgutmischung. Von den vier Aufwüchsen weicht am häufigsten der vierte Aufwuchs von den übrigen ab. Obwohl die Mischungen mit gleicher Zusammensetzung bis hin zur einzelnen Sorte gedrillt wurden, gab es in der Zusammensetzung der Aufwüchse zwischen den Anlagen nicht nur übereinstimmende Artenanteile. Mit fortschreitendem Bestandesalter beobachtete bzw. zu erwartende Veränderungen wurden und werden für alle auftretenden Arten erfasst und insgesamt ausgewertet.

Tabelle 2: TM-Jahresertrag im Mischungsvergleich auf Niedermoor, Ansaat 2007 und 2011

Variante	TM-Jahresertrag in dt/ha					MW
	2009	2010	2011	2012	2013	
1 G IV	112,0	102,7	194,4	162,6	194,3	153,2
2 G IV mod	122,8	119,8	173,0	147,5	174,6	147,5
3 RG 8	108,8	108,1	170,5	154,5	182,2	144,8
4 RG 8 mod	112,8	78,1	151,1	155,0	183,0	136,0
5 G III	110,0	111,5	167,0	148,9	181,1	143,7
6 G III mod	105,2	114,9	160,3	144,7	174,1	139,8
7 G II	116,6	108,0	155,8	155,1	181,8	143,5
8 G II mod	117,5	82,7	163,4	159,6	188,7	142,4
9 WSW+miDW	115,6	102,3	153,2	151,8	178,1	140,2
10 WSW+mi/spDW	101,4	119,8	171,0	144,4	169,5	141,2
11 RS+KG+WR	132,1	168,9	197,0	161,6	194,9	170,9
Versuchsmittel (=VM)	114,1	110,6	168,8	153,2	182,0	145,8

Die Futterqualität wird u.a. mit dem Verdaulichkeitsparameter Gasbildung charakterisiert und ist in Tabelle 4 für drei Jahre gezeigt. Naturgemäß zeigt jeweils der erste Schnitt die beste Verdaulichkeit. Der zweite Aufwuchs wies in zwei von drei Jahren eine schlechtere Verdaulichkeit auf als der Dritte, was auch der teilweise längeren Aufwuchsdauer geschuldet sein dürfte. Bei keiner der Mischungen ist eine ständig bessere bzw. schlechtere Verdaulichkeit ermittelt worden bzw. keine der Mischungen ist den übrigen gesichert überlegen. Vielfach lag die Gasbildung bei den verschiedenen Mischungen in ähnlicher Höhe. Auffallend ist diese Tatsache für die Variante 11 (*Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Poa pratense*), für die eine geringere Futterqualität erwartet wurde. Das trifft bei anderen Parametern auch zu, nicht aber für die im HFT ermittelte Gasbildung.

Tabelle 3: Anteile (%) von *Lolium perenne* und *Festulolium* im zweiten Nutzungsjahr im Bestand, Mischungsvergleich auf Niedermoor, Ansaat 2007 und 2011

Variante	Schnitt	2009			2013		
		<i>Lolium perenne</i>	<i>Festulolium braunii</i>	weitere Arten	<i>Lolium perenne</i>	<i>Festulolium braunii</i>	weitere Arten
1 – G IV	I	48		52	27		73
	II	52		48	31		69
	III	57		43	37		63
	IV	51		49	36		64
2 – G IV mod	I	29	34	37	23	30	47
	II	30	34	36	27	31	42
	III	31	32	37	30	32	38
	IV	20	39	41	31	31	38
3 – RG 8	I	33	35	32	23	51	26
	II	36	35	29	27	52	21
	III	34	35	31	26	54	20
	IV	39	31	30	25	53	22
4 – RG 8 mod	I	49	31	20	26	54	20
	II	52	30	18	29	53	18
	III	42	43	16	30	53	17
	IV	47	39	14	29	51	20
5 – GIII	I	58		42	62		38
	II	59		41	64		36
	III	51		49	67		33
	IV	60		40	65		35
6 – GIII mod	I	22	35	43	25	49	26
	II	24	38	38	29	49	22
	III	23	39	38	28	51	21
	IV	25	47	28	27	51	22
7 – GII	I	53		47	37		63
	II	56		44	41		59
	III	51		49	46		54
	IV	55		45	46		54
8 – GII mod	I	29	39	32	49	24	27
	II	28	42	30	51	26	23
	III	32	43	25	54	27	19
	IV	27	47	26	51	27	22
9 – WSW +miDW	I	41	59	0	29	61	10
	II	45	55	0	27	63	10
	III	57	43	0	29	61	10
	IV	51	49	0	30	60	10
10 – WSW +mi/spDW	I	30	70	0	32	68	0
	II	30	70	0	34	66	0
	III	33	67	0	43	57	0
	IV	59	41	0	42	57	1

Tabelle 4: Verdaulichkeit im Frischgras, Parameter Gasbildung (ermittelt im HFT), Mittelwerte, Mischungsvergleich auf Niedermoor, Ansaat 2007 und 2011

Variante	Gasbildung in ml/ 200 mg TM								
	2010			2011			2012		
	1.Schnitt	2.Schnitt	3.Schnitt	1.Schnitt	2.Schnitt	3.Schnitt	1.Schnitt	2.Schnitt	3.Schnitt
1	53,2	46,1	51,3	50,2	44,4	43,1	53,2	44,5	50,0
2	52,0	45,3	49,9	49,0	44,5	43,6	53,9	46,0	50,8
3	51,1	47,9	48,2	48,5	45,8	43,2	54,0	44,9	50,4
4	53,4	44,8	52,0	52,2	47,3	47,2	55,1	44,8	51,6
5	51,4	47,0	50,0	48,0	46,5	46,2	51,9	44,2	52,3
6	48,1	46,0	50,2	48,5	46,6	46,1	55,3	44,4	49,9
7	51,2	46,6	48,8	50,4	45,9	42,3	51,8	47,3	51,5
8	56,4	47,4	47,4	51,1	42,7	47,3	54,5	45,4	52,0
9	49,5	48,7	49,8	50,5	46,5	46,2	56,0	44,4	52,1
10	56,6	46,9	49,9	51,0	46,8	46,1	54,9	44,8	51,9
11	57,5	49,1	50,8	51,2	47,3	45,9	51,7	47,7	49,6
VM	52,8	46,9	49,8	50,1	45,8	45,2	53,8	45,3	51,1

Schlussfolgerungen

Sowohl die empfohlenen als auch die weiteren Ansaatmischungen erreichten hohe Ertragsleistungen bei deutlichem Einfluss der Jahreswitterung. Dabei hat die von *Festuca arundinacae* dominierte Mischung höchste TM-Erträge erzielt. Diese hatte allerdings im Futterwert Schwächen, nicht aber im gezeigten Verdaulichkeitsparameter Gasbildung (HFT).

Mit den gewählten Mischungen (Saatmengen je Art) lassen sich von *Festulolium* bzw. *Lolium perenne* beherrschte Bestände etablieren. Die Bestandesentwicklung wird weiter verfolgt und dient damit besonders zur Beantwortung der Frage nach der Ausdauer der Bestände.

Die Ergebnisse zeigen, dass *Festulolium* durchaus eine Alternative als Mischungspartner in Ansaatmischungen für Grünland, insbesondere auf Niedermoor, sein kann. Die weitere Datenerhebung und -auswertung wird vorgenommen.

Ansaatverfahren zur Etablierung von Luzerne- und Rotkleegras

K. Schmalers¹ und G. Barthelmes²

¹ Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau, Invalidenstraße 42, 10115 Berlin

² Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg, Referat Ackerbau, Grünland, Stahnsdorfer Damm 1, 14532 Stahnsdorf
Güterfelde

katrin.schmalers@agrar.hu-berlin.de

Einleitung und Problemstellung

Im Verbundprojekt „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands - Phase III (EVA III)“, gefördert durch das BMEL über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., werden in Satellitenversuchen mit mehrschnittigem Ackerfutter seit 2012 unterschiedliche Ansaatverfahren geprüft. An elf Standorten in Deutschland (Bayern, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen) betrifft das Ackerfuttermischungen und Leguminosen-Gras-Gemenge in über- bis mehrjähriger Nutzung, die sich im Verbundprojekt bereits in den Jahren 2005 bis 2011 unter den verschiedenen regionalen Bedingungen als besonders vorteilhaft erwiesen haben (SCHMALERS und BARTHELMES 2011, SCHMALERS et al. 2010, SCHMALERS und NEUBERT 2009, VETTER et al. 2009, HERTWIG et al. 2006, www.eva-verbund.de). Der Anbau von mehrschnittigem Ackerfutter in Fruchtfolgen mit Energiepflanzen ist aufgrund seiner positiven Wirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit und Biodiversität besonders wichtig. Dabei geht es bereits bei der Auswahl der Ansaatverfahren und Pflanzenarten um die optimale Ausnutzung der Vegetationszeit sowie der immer knapper und teurer werdenden Ressource Boden.

Auf einem Standort im Land Brandenburg wurden im Jahr 2012 mehrjähriges Rotklee- und Luzernegras sowie Luzerne zu zwei Terminen in unterschiedlichen Saatverfahren neu angesät. Dabei handelte es sich um die ortsübliche Ansaat im Frühjahr mit dem Saatpartner Sommergerste, die Prüfung von Blanksaaten und Einsaaten in Mais im Frühjahr sowie um Blanksaaten und Einsaaten in Grünschnittroggen im Spätsommer. Es werden die Ergebnisse aus dem Ansaatjahr sowie dem ersten Hauptnutzungsjahr vorgestellt. Dabei soll die Frage beantwortet werden, welche Verfahren sich für die Etablierung von Leguminosengras und Luzerne am besten eignen.

Material und Methoden

Am Standort Berge (Land Brandenburg, mittel lehmiger Sand, Ackerzahl 40, 502 mm Jahresniederschlag) wurden im Frühjahr und Spätsommer Leguminosen-Gras-Gemenge und Luzerne angesät und deren Trockenmasseerträge im Ansaatjahr 2012 sowie im ersten Hauptnutzungsjahr (2013) ermittelt. Die Trockenmasseerträge wurden in Beziehung zu den im Landessortenversuch Silomais mittelfrüh ermittelten Durchschnittserträgen dargestellt, die als Referenz dienen.

Als Prüffaktoren wurden das Ansaatverfahren und die Artenzusammensetzung der Ansaaten gewählt (Tabelle 1). Bei der Versuchsanlage handelte es sich um eine zweifaktorielle Streifenanlage mit vier Wiederholungen. Die Trockenmasseerträge wurden varianzanalytisch verrechnet und die Mittelwerte mit dem NEWMAN-KEULS-Test untereinander verglichen. Die Ansaaten wurden aus versuchstechnischen Gründen jeweils teilrandomisiert. Die ortsübliche Ansaat im Frühjahr erfolgte mit dem Saatpartner Sommergerste, wobei Saatstärke und mineralische N-Gabe im Vergleich zu einer Getreidedeckfrucht stark reduziert wurden (Tabelle 1).

Die im Frühjahr angelegten Bestände (Saattermin 20. April 2012) wurden im Ansaatjahr jeweils zweimal genutzt (2. Juli und 11. September 2012). Ausgenommen davon waren die Einsaaten in Silomais, die jeweils einen Monat später geschnitten wurden (8. August und 10. Oktober). Die Spätsommeransaaten wurden am 4. September 2012 etabliert und im Herbst nicht mehr beerntet, weil kein schnittwürdiger Bestand mehr aufgewachsen war.

Die Nutzungstermine im ersten Hauptnutzungsjahr 2013 lagen mit Ausnahme der Einsaaten in Grünschnittroggen (Ernte am 7. Mai im EC-Stadium 51) am 3. Juni, 24. Juli und 16. September. Die Erntetermine der Folgeaufwüchse waren bei allen Saatverfahren wieder identisch. Der erste Aufwuchs wurde spät, gegen Ende des Ähren- bzw. Rispschiebens der Gräser bzw. gegen Ende des Knospenstadiums der Leguminosen geschnitten.

Aus der relativ späten Nutzung des ersten Aufwuchses ergaben sich drei Schnitte im ersten Hauptnutzungsjahr.

Die Leguminosen-Gras-Gemenge bzw. die Luzerne erhielten nach der Stickstoffstartgabe von 60 kg ha⁻¹ im Frühjahr des Ansaatjahres keine weiteren N-Gaben. Die Ausnahme bildete auch hier der 1. Aufwuchs mit Grünschnittroggen, der zu Vegetationsbeginn des ersten Hauptnutzungsjahres mit 60 kg N ha⁻¹ gedüngt wurde.

Tabelle 1: Saatpartner in den Ansaatverfahren (Faktor A) und Artenzusammensetzung der Ansaaten von Leguminosengras bzw. Luzerne (Faktor B) und Saatmengen

Saatpartner (A) und Zusammensetzung der Ansaaten (B)	Saatmengen kg ha ⁻¹ / Best.-dichte
A Ansaatverfahren (mit Angaben zu den Saatpartnern)	
a1 Frühjahrsblanksaat (ohne Saatpartner)	
a2 Einsaat in Silomais (Zea mays, Sorte LG 3226 Lukas)	8 Pflanzen m ⁻²
a3 Spätsommerblanksaat (ohne Saatpartner)	
a4 Ansaat mit Saatpartner Sommergerste (Hordeum vulgare, Sorte Grace)	82
a5 Einsaat in Grünschnittroggen (Secale cereale, Sorte Bonfire)	100
B Ansaaten (Leguminosen-Gras-Gemenge bzw. Reinsaat)	
b1 Trifolium pratense / Lolium perenne / L. x boucheanum / L. multiflorum (Sorten Titus / Trend / Ibex / Mondora)	10/10/7,5/7,5
b2 Medicago sativa/ Arrhenatherum elatius (Sorten Planet / Arone)	18/6
b3 Medicago sativa (Sorte Planet)	18

Ergebnisse und Diskussion

Die Trockenmasseerträge der Frühjahrsansaaten des Jahres 2012 sind aus Tabelle 2 ersichtlich. Die Spätsommeransaaten lieferten in dem Jahr keine Erträge. Die Einsaaten in Silomais waren aufgrund der längeren Aufwuchszeiten signifikant im Trockenmasseertrag gegenüber der Etablierung mit dem Saatpartner Sommergerste und der Frühjahrsblanksaat überlegen. Am ungünstigsten im Trockenmasseertrag schnitt die Frühjahrsblanksaat ab. Der Silomais vermochte sich nicht gegenüber den eingesäten Leguminosen und Gräsern durchzusetzen. Er erreichte nur sehr geringe Pflanzenlängen von ca. 1 m, bildete kaum Kolben aus und lagerte bis zur Ernte wenig Stärke ein. Er erreichte insgesamt nur Ertragsanteile von 8 bis 20 % (im Mittel 13%) am Trockenmasseertrag des ersten Aufwuchses und blieb damit weit hinter dem mittleren Ertrag des im Landessortenversuch mit gleicher Bestandesdichte geprüften Silomaises zurück (Tabelle 2). Da der Aufwand für die Maisbestellung bei der Einsaat mit Ausnahme der Aufwendungen für den Pflanzenschutz ansonsten gleich hoch war wie im Landessortenversuch Silomais, ist die Einsaat in Mais aus Sicht der Verfahrenskosten nicht konkurrenzfähig gegenüber den anderen Ansaatverfahren bzw. dem Silomaisanbau einzuschätzen. Die verschiedenen Leguminosen-Gras-Gemenge und die Luzerne unterschieden sich im Trockenmasseertrag nicht signifikant voneinander.

Tabelle 2: Trockenmasseerträge ($t\ ha^{-1}$) der Frühjahrsansaaten im Ansaatjahr 2012 u. Vergleich der Ertragsmittel der Saatverfahren zum Maisertrag (relativ=100) im Landessortenversuch Silomais mittelfrüh (Prüfgliedmittelwerte (AB) sowie Mittelwerte der Saatverfahren (Faktor A) und Ansaaten (Faktor B) unterscheiden sich bei ungleichen Buchstaben bzw. Buchstabenkombinationen nach dem Newman-Keuls-Test bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha < 0,05$ sign. untereinander.)

Saatverfahren (Faktor A)	Ansaaten von Leguminosengras und Luzerne (Faktor B)			A-Mittelwerte	Silomais $16,8\ t\ ha^{-1}$ = 100 %
	Rotklee gras	Luzernegras	Luzerne		
Frühjahrsblanksaat	7,5 ^{ab}	7,6 ^{ab}	7,1 ^a	7,4 ^a	44
Einsaat in Silomais	11,2 ^d	9,9 ^{cd}	10,6 ^d	10,6 ^c	63
Ansaat mit Sommergerste	9,1 ^{bc}	8,1 ^{ab}	8,1 ^{ab}	8,4 ^b	50
B-Mittelwerte	9,3	8,5	8,6	8,8	52

Mit den neu etablierten Frühjahrsansaaten konnten im Ansaatjahr nur 44 bis 63 % des Ertragsniveaus von Silomais realisiert werden (Tabelle 2). In den Ansaatjahren 2005 und 2008 erreichten die mehrschnittigen Ackerfutterbestände mit dem Saatpartner Sommergerste (Gerstaufwuchs und ein Folgeaufwuchs) in den EVA-Projektversuchen im Vergleich zum Jahr 2012 etwas höhere Erträge und etwa 60 % des Ertragsniveaus von Silomais sowie in den Hauptnutzungsjahren auch über 100 % (SCHMALER und NEUBERT 2009, HERTWIG et al. 2006).

Die erst im Spätsommer etablierten Futterbestände blieben im ersten Hauptnutzungsjahr deutlich hinter dem Ertragniveau der Frühjahrsansaaten zurück. Der Vorteil dieses Etablierungszeitpunktes kam im ersten Hauptnutzungsjahr deutlich zum Tragen und führte zu Trockenmasseerträgen, die sogar das Silomaisniveau übertrafen (Tabelle 3). Der Mais litt im Jahr 2013 unter der langsamen Jugendentwicklung infolge geringer Temperaturen und Nässe sowie durch starken Befall mit Maiszünsler in der Ertragsbildung.

Tabelle 3: Trockenmasseerträge ($t\ ha^{-1}$) im ersten Hauptnutzungsjahr 2013 und Vergleich der Ertragsmittel der Saatverfahren zum Maisertrag (relativ = 100) im Landessortenversuch Silomais mittelfrüh (Prüfgliedmittelwerte (AB) bzw. Mittelwerte der Saatverfahren (Faktor A) und Ansaaten (Faktor B) unterscheiden sich bei ungleichen Buchstaben nach dem Newman-Keuls-Test bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha < 0,05$ signifikant untereinander.)

Saatverfahren (Faktor A)	Ansaaten von Leguminosengras und Luzerne (Faktor B)			A-Mittelwert	Silomais $14,3\ t\ ha^{-1}$ = 100 %
	Rotklee gras	Luzernegras	Luzerne		
Frühjahrsblanksaat	17,8 ^b	18,4 ^b	17,0 ^b	17,7 ^b	124
Einsaat in Silomais	17,7 ^b	19,9 ^b	18,6 ^b	18,7 ^b	131
Spätsommerblanksaat	12,3 ^a	10,8 ^a	11,1 ^a	11,4 ^a	80
Ansaat mit Sommergerste	19,6 ^b	18,2 ^b	17,6 ^b	18,4 ^b	129
Einsaat in Grünroggen	11,8 ^a	10,4 ^a	10,3 ^a	10,8 ^a	76
B-Mittelwert	15,9	15,5	14,9	15,4	108

Der Nachteil von Frühjahrsansaaten liegt jedoch darin, dass sie in ihrem Ansaatjahr höchstens 60 bis 70 % des Ertragsniveaus von Silomais erreichen können (SCHMALER und NEUBERT 2009, HERTWIG et al. 2006,). Diese Relation kann bei Frühjahrstrockenheit wie im Jahr 2012 noch deutlicher zu Gunsten des Silomais ausfallen.

Auch im ersten Hauptnutzungsjahr unterschieden sich Rotklee gras, Luzernegras und Luzerne unabhängig vom Ansaatverfahren im Trockenmasseertrag nicht signifikant voneinander.

Schlussfolgerungen

In den Versuchen hat sich aus Sicht der Trockenmasseerträge im ersten Hauptnutzungsjahr die Etablierung von Rotklee- und Luzernegras sowie von Luzerne im Frühjahr günstiger erwiesen als die Etablierung von Spätsommeransaaten. Der Saattermin beeinflusste die Jahreserträge im ersten Hauptnutzungsjahr stärker als verschiedene Saatpartner (ohne Saatpartner als Blanksaat, mit Sommergerste oder Einsaaten in Silomais und Grünschnittroger). Die Bestandesetablierung und –führung des mehrschnittigen Ackerfutters gilt als aufwändig. Die Direktkosten und die Kosten für Bodenbearbeitung und Bestellung verringern sich mit einer zunehmenden Anzahl von Nutzungsjahren. Mehrschnittige Futterpflanzen können problemlos über mehrere Jahre als Springschlag in Fruchtfolgen eingeordnet werden. Als Obergrenze gelten fünf Nutzungsjahre, da ansonsten eine Flächenumwidmung in Grünland die Folge wäre. Über die Weiternutzung ist jährlich in Abhängigkeit von Bestandeszusammensetzung und Lückigkeit des Bestandes zu entscheiden. Leguminosengras erfordert bei Ertragsanteilen der Leguminosen von über 60 %, die in den Versuchen bereits nach der Ernte von Deckfrüchten und Saatpartnern im Ansaatjahr vorlagen, keine weitere mineralische N-Düngung mehr. Neben den ökologisch wertvollen Effekten von Leguminosengras wie Artendiversität und Erhalt der Bodenfruchtbarkeit ist im Nordosten Deutschlands eine Vorzüglichkeit für die Biogasnutzung in Grenzlagen des Maisanbaus (kürzere Vegetationszeit, geringeres Wärmeangebot) sowie auf sommertrockenen Standorten zu erwarten. Die kombinierte Futter- und Biogasnutzung von Leguminosengras und Luzerne kann besonders unter trockenen Bedingungen vorteilhaft sein, wobei dies hinsichtlich Ertragshöhe und –stabilität, der relativ günstigeren Trockenheitstoleranz und Ausdauer für Luzernegras gilt (SCHMALER und BARTHELMES 2011). Klee gras und Luzernegras im Zwischenfruchtanbau wurden im EEG 2012 bereits als Einsatzstoffe der Einsatzstoffvergütungskategorie II definiert, was eine gewisse Vorzüglichkeit gegenüber Biomasse anderer pflanzlicher Herkunft (z.B. Silomais oder Weidelgras) bot. Da auch der Einsatz von Mais in neuen Biogasanlagen bereits auf einen Anteil von 60 % eingeschränkt wurde, bleiben Anbaualternativen gefragt, die dem Mais in der Wirtschaftlichkeit nahe kommen. In Gemischtbetrieben kann der Anbau von mehrschnittigem Ackerfutter sowohl für die Rindviehfütterung als auch für die Biogasnutzung besonders vorteilhaft sein, setzt aber die Möglichkeit einer mindestens überjährigen Nutzung voraus. Die einmalige Nutzung von Luzerne- und Rotkleeaufwüchsen im Zwischenfruchtanbau ist aus ökonomischen und arbeitswirtschaftlichen Gründen nicht wettbewerbsfähig, da der Aufwand für Saatgut und Etablierung dann unverhältnismäßig hoch ist. Des Weiteren werden die Vorteile der symbiontischen N-Fixierung erst in den Hauptnutzungsjahren voll wirksam.

Literatur

- HERTWIG, F., NEUBERT, K., SCHMALER, K. & EBEL, G. (2006): Eignung verschiedener Ackerfuttermischungen für die Erzeugung von Biogas. In: Die Zukunft von Praxis und Forschung in Grünland und Futterbau. *Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft* 17, 42-45.
- SCHMALER, K. und NEUBERT, K. (2009): Nutzung des mehrschnittigen Ackerfutters im Energiepflanzenanbau auf verschiedenen Standorten in Brandenburg. In: BERENDONK, C. und RIEHL, G. (eds.). Futterbau und Klimawandel: Grünlandbewirtschaftung als Senke und Quelle für Treibhausgase. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 10, 105-108.
- SCHMALER, K. und BARTHELMES, G. (2011): Ertrag von mehrschnittigem Ackerfutter im Energiepflanzenanbau in Abhängigkeit vom Alter der Pflanzenbestände. In: KALZENDORF, C. und RIEHL, G. (eds.). Nachhaltigkeit in der intensiven Futtererzeugung. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 12, 140-146.
- SCHMALER, K., WEIß, K. & KRAUSE, R. (2010): Suitability of perennial grasses and legume-grass mixtures for methane production. In: Grassland in a changing world. Eds. SCHNYDER, H., ISSELSTEIN, J., TAUBE, F., SCHELLBERG, J., WACHENDORF, M., HERMANN, M., GIERUS, M., AUERSWALD, K., WRAGE, N. & HOPKINS, A. *Grassland Science in Europe* 15, 283-285.
- VETTER, A., HEIERMANN, M. & TOEWS, T. (eds.) (2009): Anbausysteme für Energiepflanzen, Optimierte Fruchtfolgen + effiziente Lösungen, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt M.

Über den Beitrag von Luzerne zur Versorgung mit essentiellen Aminosäuren im Dauergrünland

H. Sommer¹, S. Hartmann², H. Schultz³ und A. Sundrum¹

¹ Universität Kassel, Fachgebiet für Tierernährung und Tiergesundheit, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen

² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Züchtungsforschung bei Futterpflanzen, Pflanzenbausysteme bei Grünland und Feldfutterbau, Am Gereuth 4, 85354 Freising

³ Universität Kassel, Fachgebiet für Ökologischen Landbau, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen

hendriksommer@uni-kassel.de

Einleitung und Problemstellung

Dauergrünland stellt eine der wichtigsten Proteinquellen in der landwirtschaftlichen Produktion dar. Dabei ist von großer Bedeutung, wie viel essentielle Aminosäuren das Dauergrünland zur Verfügung stellt. Deren Menge und damit die Qualität des Rohproteins kann durch die Einsaat von Grünleguminosen beeinflusst werden. In der vorliegenden Publikation soll dargestellt werden, welchen Beitrag die Luzerne (*med. sativa*) hierzu leisten kann.

Material und Methoden

Es wurden Bestände (Fee, Filla, Sanditi und Verko) auf Flächen des LFL Bayern sowie der Domäne Frankenhausen geerntet. Die Ernteproben wurden in perforierte Beutel verpackt, die Frischmasse (FM) gewogen und bei 60°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Anschließend wurden die getrockneten Proben auf 1 mm vermahlen.

Die Rohprotein- und Aminosäurebestimmung erfolgte mittels Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS) auf Basis einer im Rahmen des Projektes 11OE055 „Ermittlung des Futterwertes und der Verdaulichkeiten der Blattmassen von Luzerne (*Medicago sativa*) und verschiedenen Kleearten“ erstellten Kalibration für Futterleguminosen. Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS, die Regressionsanalyse mit Excel ©.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Rohproteinanalyse differenziert in die drei Schnitte sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Sorten Fee und Verko unterscheiden sich im mittleren Rohproteingehalt signifikant von den Sorten Filla und Sanditi. Der höchste mittlere Rohproteingehalt (über alle drei Schnitte) war bei der Sorte Verko zu verzeichnen. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen aus der länderübergreifenden Auswertung der Landessortenversuche aus Bayern, Hessen, Sachsen, Thüringen (2006-2008) (HARTMANN et. al. 2014) Bei dieser Sorte war auch die niedrigste Standardabweichung zu beobachten.

Die Futterqualitätsparameter von Luzerne (*Medicago sativa*) wird im Wesentlichen vom Schnittzeitpunkt bestimmt. WILLNER und JÄNIKE (2005) geben im 1. HNJ einer Luzerne-Reinsaat Rohproteingehalte von 159 g kg TM⁻¹ für den 1. Schnitt, 213 g kg TM⁻¹ für den 2. Schnitt und 239 g kg TM⁻¹ für den 3. Schnitt an. Diese Rohproteingehalte sind vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen (z.B. LOGES und TAUBE 1999). Die Schwankungsbreite des Rohproteingehaltes im 1. HNJ in der Untersuchung von WILLNER und JÄNIKE (2005) liegen jedoch zwischen 135-177 g kg TM⁻¹ für den 1. Schnitt, 200-223 g kg TM⁻¹ für den 2. Schnitt 210-254 g kg TM⁻¹ für den 3. Schnitt.

Tabelle 1: Rohproteingehalte der untersuchten Luzernesorten

XP in g 100g ⁻¹	Fee			Filla			Sanditi			Verko		
	Ø	±σ	n	Ø	±σ	n	Ø	±σ	n	Ø	±σ	n
1. Schnitt	21,6	2,11	6	23,7	2,49	9	22,3	2,65	9	24,6	0,19	6
2. Schnitt	24,1	1,89	9	23,2	3,21	9	23,5	3,59	9	24,6	1,28	9
3. Schnitt	23,9	4,03	6	23,9	2,44	6	23,9	3,61	6	25,8	0,39	3

Die hier vorliegenden Rohproteingehalte der Sorten Fee, Sanditi und Verko übertreffen die bei HARTMANN et al (2013) aufgeführten Werte. In der vorliegenden Untersuchung konnte ein linearer Zusammenhang zwischen den einzelnen Aminosäuren und dem Rohproteingehalt festgestellt werden. Abbildung 1 stellt die berechneten Zusammenhänge in Form von linearen Regressionen dar. Die Höhe des Rohproteingehaltes ist dabei entscheidend für die Menge an essentiellen Aminosäuren.

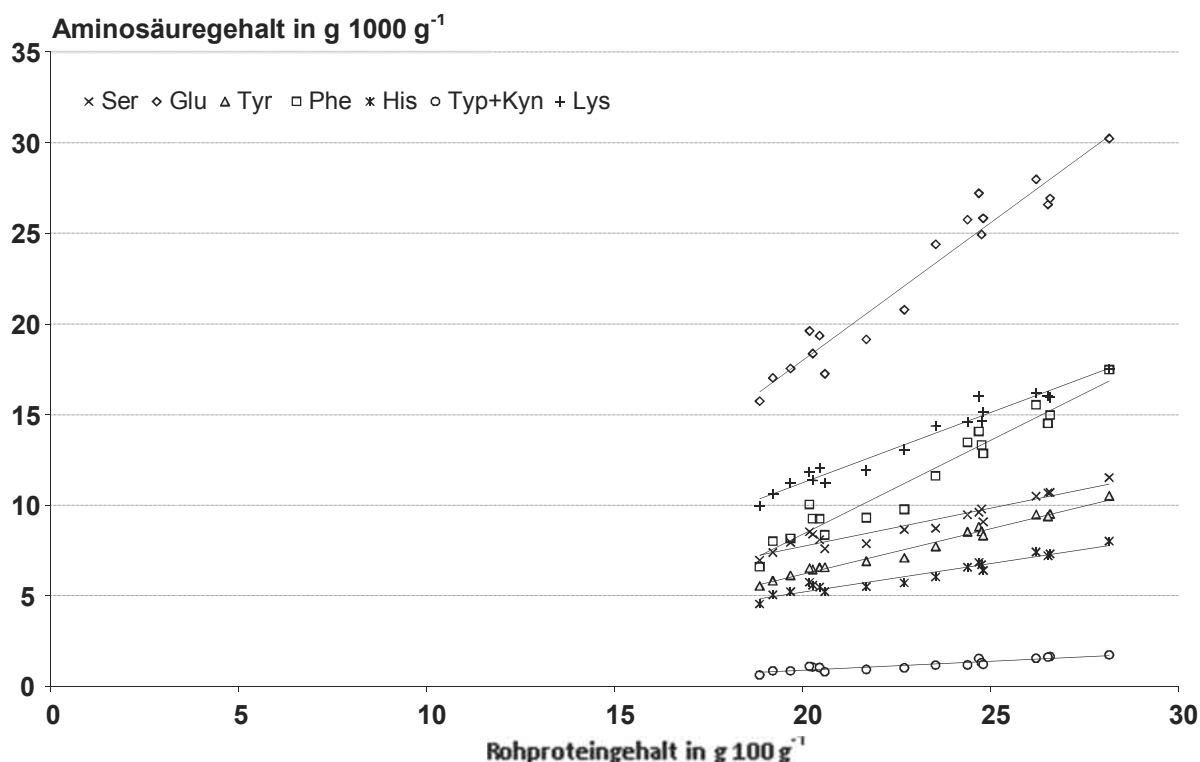


Abbildung 1: Lineare Regressionen zwischen dem Rohproteingehalt und ausgewählten Aminosäuren

Bei der Aminosäure Glutamin (Glu) konnte die größte Steigung berechnet werden (1,5 Einheiten Glu pro Einheit XP), gefolgt von Phenylalanin (1 Einheit Phe pro Einheit XP) und Lysin (0,8 Einheiten Lys pro Einheit XP). Die Aminosäuren Methionin und Cystein konnten nicht bei den Untersuchungen berücksichtigt werden, da hier erst die NIRS-Kalibrationen in der Entwicklung sind. Die Regressionsgleichungen und die Bestimmtheitsmaße sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Ausschlaggebend für eine hohe Proteinleistung des Dauerlandes bei gleichzeitig hohen Gehalten an essentiellen Aminosäuren ist ein genügend großer Leguminosenanteil in der Pflanzenvergesellschaftung, der nach WÖRNER und TAUBE (1992) einen Zielanteil von 15 % aufweisen sollte. Weiterhin relevant ist der Nutzungszeitpunkt. WILLNER und JÄNIKE (2005) for-

dem eine Anpassung des Nutzungsregimes für Luzerne an die aktuellen Erfordernisse der landwirtschaftlichen Praxis. Nach den vorliegenden Ergebnissen zu urteilen muss es auf einen hohen Rohproteingehalt ausgerichtet sein, um den Gehalt an essentiellen Aminosäuren zu erhöhen. Zudem steigt mit abnehmenden Rohproteingehalten der Anteil an NPN-Verbindungen am Gesamt-N und damit sinkt die N-Effizienz, wenn gleichzeitig unzureichende Mengen an fermentierbarer organischer Substanz im Pansen vorhanden sind (GIERUS et al. 2005). Demzufolge sollte der Schnitzeitpunkt möglichst früh sein, um beide Vorteile (hohe Mengen an essentiellen Aminosäuren und gleichzeitig hohe Anteile an UDP) effektiv nutzen zu können.

Tabelle 2: Regressionsgleichungen und Bestimmtheitsmaße

Aminosäure	Regressionsgleichung	R ²
Ser	$y = 0,4201x - 0,6784$	0,91
Glu	$y = 1,5237x - 12,504$	0,95
Tyr	$y = 0,5018x - 3,8326$	0,98
Phe	$y = 1,0382x - 12,367$	0,94
His	$y = 0,317x - 1,1405$	0,94
Typ+Kyn	$y = 0,1021x - 1,1692$	0,85
Lys	$y = 0,7757x - 4,2745$	0,96

Schlussfolgerungen

Die Luzerne ist in der Lage, einen bedeutsamen Beitrag zur Versorgung mit essentiellen Aminosäuren in Dauerwiesen zu leisten (im intensiveren Dauergrünland sind hierzu regelmäßige Nachsaaten notwendig). Die Höhe des Rohproteingehaltes ist dabei entscheidend für die Menge an Aminosäuren. Insbesondere Glutamin, Phenylalanin und Lysin können auf diese Weise im Bestand angereichert werden. Allerdings ist der Schnitzeitpunkt des Bestandes zu beachten, um möglichst hohe Rohproteingehalte zu erzielen.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) für die Förderung des Projektes 11OE055 „Ermittlung des Futterwertes und der Verdaulichkeiten der Blattmassen von Luzerne (*Medicago sativa*) und verschiedenen Kleearten“.

Literatur

- GIERUS, M., HERRMANN, A., KRUSE, S., KLEEN, J. und TAUBE, F. (2005): Veränderungen der Rohproteinfraktion A (NPN) verschiedener Futterpflanzen im Vegetationsverlauf. 49. AGGF-Jahrestagung, 25.-27. August 2005. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 2005, Band 7. Seite 111-114.
- HARTMANN, S., BÖHM, C. und SCHULZE S. (2013): Catera und Fleetwood zwei neue Luzernesorten aus dem bayerischen Genpool. 57. Jahrestagung der AGGF 2013 in Triesdorf: Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau; Potenziale, Chancen und Risiken.
- HEINZ, S., MAYER, F. und KUHN, G.(2013): Leguminosenanteile im bayerischen Grünland. 57. AGGF-Jahrestagung 2013 in Triesdorf: Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau; Potenziale, Chancen und Risiken.
- LOGES, R. und F. TAUBE (1999 [b]): Ertrag und Futterqualität von Rotklee und Luzerne als Reinsaat sowie im Gemenge mit Gräsern. In: HOFMANN, HEIDE und S. MÜLLER (Hrsg.): Beiträge zur 5. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau „Vom Rand zur Mitte“, Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 101-104.

- WILLNER, E. und JÄNICKE H. (2005): Futterwerteigenschaften von Luzerne – ausgewählte Ergebnisse. AGGF-49. Jahrestagung, 25.-27. August 2005. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 2005, Band 7. Seite 186-189.
- WÖRNER, M. und TAUBE, F.(1992): Artenzusammensetzung des Dauergrünlandes im ökologischen Landbau - eine Erhebung auf norddeutschen Praxisflächen. VDLUFA-Kongressband, Göttingen.
- HARTMANN, S., ECKL, T., H. HEGNER, H., NEFF, R., PROBST, M. SCHMIDT, M, STEFFEN, E. und WOJTKE, E. (2014): Ergebnisse aus Feldversuchen Luzerne 2006 – 2008. Ergebnisse aus Versuchen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft und den Sachgebieten 2.1P der Landwirtschaftsämter in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen, dem Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, und der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Herausgeber: Ländergruppe Mitte Süd.

Über den Beitrag von Rotklee zur Versorgung mit essentiellen Aminosäuren im Dauergrünland

H. Sommer¹, S. Hartmann², H. Schultz³ und A. Sundrum¹

¹ Universität Kassel, Fachgebiet für Tierernährung und Tiergesundheit, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen

² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Züchtungsforschung bei Futterpflanzen, Pflanzenbausysteme bei Grünland und Feldfutterbau, Am Gereuth 4, 85354 Freising

³ Universität Kassel, Fachgebiet für Ökologischen Landbau, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen

hendriksommer@uni-kassel.de

Einleitung und Problemstellung

Dauergrünland stellt eine der wichtigsten Proteinquellen in der landwirtschaftlichen Produktion dar. Dabei ist von großer Bedeutung, wie viel essentielle Aminosäuren das Dauergrünland zur Verfügung stellt. Deren Menge und damit die Qualität des Rohproteins kann durch die Einsaat von Grünleguminosen beeinflusst werden. In der vorliegenden Publikation soll dargestellt werden, welchen Beitrag der Rotklee (*Trif. pratense*) hierzu leisten kann.

Material und Methoden

Es wurden Bestände (Larus, Milvus, Titus und Taifun) auf Flächen des LFL Bayern, des BFHI Frankenberg e.V. sowie der Domäne Frankenhausen geerntet. Die Ernteproben wurden in perforierte Beutel verpackt, die Frischmasse (FM) gewogen und bei 60°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Anschließend wurden die getrockneten Proben auf 1 mm vermahlen. Die Rohprotein- und Aminosäurebestimmung erfolgte mittels Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS) auf Basis einer im Rahmen des Projektes 11OE055 „Ermittlung des Futterwertes und der Verdaulichkeiten der Blattmassen von Luzerne (*Medicago sativa*) und verschiedenen Kleearten“ erstellten Kalibration für Futterleguminosen. Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS, die Regressionsanalyse mit Excel ©.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Rohproteinanalyse differenziert in die drei Schnitte sind in Tabelle 1 aufgeführt. Der mittlere Rohproteingehalt unterscheidet sich bei allen Sorten signifikant. Der höchste mittlere Rohproteingehalt (über alle drei Schnitte) war bei den Sorten Larus und Taifun zu verzeichnen. Insgesamt waren jedoch hohe Standardabweichungen zu beobachten. Sowohl die Rohproteingehalte als auch die Gehaltsschwankungen liegen in einem zu erwartenden Bereich (vgl. ANONYMUS 2012, MEINSEN et al. 2005).

Tabelle 1: Rohproteingehalte der untersuchten Rotkleesorten

XP in g 100g ⁻¹	Larus			Milvus			Taifun			Titus		
	Ø	±σ	n	Ø	±σ	n	Ø	±σ	n	Ø	±σ	n
1. Schnitt	21,3	2,25	15	20,2	2,88	12	22,8	3,98	15	19,6	2,90	12
2. Schnitt	23,3	2,99	9	21,1	3,25	12	24,7	4,51	9	20,3	1,25	9
3. Schnitt	23,9	1,63	9	20,8	1,17	6	21,5	1,23	9	21,8	3,02	9

Eine zunehmende Forderung ist es, das Potenzial der Leguminosen für die Proteinerzeugung auf dem Grünland zu nutzen (vgl. ELSÄßER et al. 2013). Allerdings werden nicht nur Bestrebungen an Bedeutung gewinnen, die Leguminosenanteile im Grünland zu steigern. Insbesondere die Steigerung der essentiellen Aminosäuren wird zunehmend wichtiger, um dieses Potential noch weiter auszubauen. In der vorliegenden Untersuchung konnte ein linearer Zusammenhang zwischen den einzelnen Aminosäuren und dem Rohproteingehalt festgestellt werden. Abbildung 1 stellt die berechneten Zusammenhänge in Form von linearen Regressionen dar. Die Höhe des Rohproteingehaltes ist dabei entscheidend für die Menge an essentiellen Aminosäuren.

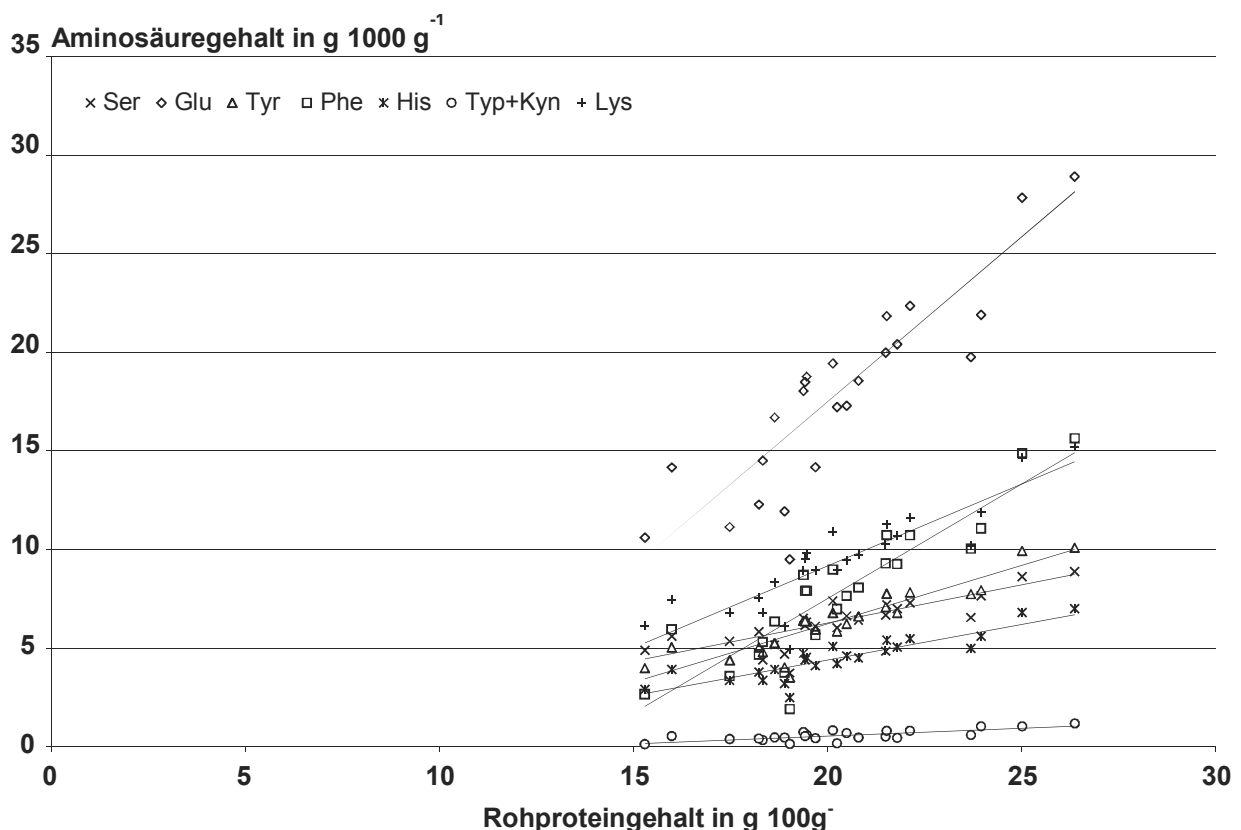


Abbildung 1: Lineare Regressionen zwischen dem Rohproteingehalt und ausgewählten Aminosäuren

Bei der Aminosäure Glutamin (Glu) konnte die größte Steigung berechnet werden (1,6 Einheiten Glu pro Einheit XP), gefolgt von Phenylalanin (1,1 Einheit Phe pro Einheit XP) und Lysin (0,8 Einheiten Lys pro Einheit XP). Die Aminosäuren Methionin und Cystein konnten nicht bei den Untersuchungen berücksichtigt werden, da hier erst die NIRS-Kalibrationen in

der Entwicklung sind. Die Regressionsgleichungen und das Bestimmtheitsmaß sind in Tabelle 2 aufgeführt. Hier zeigt sich, dass hohe Anteile an essentiellen Aminosäuren dann erzielt werden, wenn ein hoher Rohproteingehalt vorliegt. Dazu muss der Rotklee in einem frühen Nutzungsstadium geschnitten werden. Ein weiterer Vorteil der frühen Nutzung von Rotklee ist der verhältnismäßig hohe Anteil an UDP (vgl. Gierus et al [a] 2005) und damit korrespondierend ein niedriger Anteil an der Rohproteinfraktion A (Gierus et al [b] NPN). Hier ist von Bedeutung, dass der UDP-Anteil im Vegetationsverlauf sinkt (Gierus et al [a] 2005), so dass mit zunehmenden Bestandsalter die N-Effizienz abnimmt. Dementsprechend ist ein früher Schnitzeitpunkt in zweierlei Hinsicht gut: einerseits ist der Rohproteinanteil höher und damit verbunden auch der Anteil an essentiellen Aminosäuren, gleichzeitig ist auch von einer insgesamt höheren N-Effizienz aufgrund höherer Anteile an UDP auszugehen. Zur Etablierung eines höheren Rotkleeanteils im Dauergrünland erscheint eine regelmäßige Nachsaat sinnvoll, da Rotklee sich in den ersten Jahren nach einer Nachsaat konkurrenzstark erweist und die höchsten Boniturnoten erreichte (vgl. Elsässer et al. 2013), da er sonst im intensiveren Grünland (mehr als 2-3 Schnitte) wieder aus dem Bestand verdrängt und durch Weißklee ersetzt wird.

Tabelle 2: Regressionsgleichungen und Bestimmtheitsmaße

Aminosäure	Regressionsgleichung	R ²
Ser	$y = 0,3811x - 1,4569$	0,66
Glu	$y = 1,6462x - 15,698$	0,77
Tyr	$y = 0,5812x - 5,4971$	0,82
Phe	$y = 1,1431x - 15,485$	0,78
His	$y = 0,3565x - 2,8115$	0,76
Typ+Kyn	$y = 0,0762x - 1,005$	0,56
Lys	$y = 0,8191x - 7,3693$	0,77

Schlussfolgerungen

Rotklee ist in der Lage, einen bedeutsamen Beitrag zur Versorgung mit essentiellen Aminosäuren im Dauergrünland zu leisten. Die Höhe des Rohproteingehaltes ist dabei entscheidend für die Menge an Aminosäuren. Insbesondere Glutamin, Phenylalanin und Lysin können auf diese Weise im Bestand angereichert werden. Allerdings ist der Schnitzeitpunkt des Bestandes zu beachten, um möglichst hohe Rohproteingehalte zu erzielen.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) für die Förderung des Projektes 11OE055 „Ermittlung des Futterwertes und der Verdaulichkeiten der Blattmassen von Luzerne (*Medicago sativa*) und verschiedenen Kleearten“.

Literatur

- ANONYMUS (2012): Landessortenversuche in Thüringen. Luzerne und Rotklee. Versuchsbericht 2008 – 2011. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Referat Grünland und Futterbau.
- ELSÄßER, M., ENGEL, S. und THUMM, U. (2013): Nachsaat von Leguminosen zur Steigerung der Eiweißbeiträge vom Grünland. 57. Jahrestagung der AGGF 2013 in Triesdorf: Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau; Potenziale, Chancen und Risiken
- GIERUS, M., HERRMANN, A. und TAUBE, F. (2005): Abbaubarkeit des Rohproteins von Futterleguminosen und Silomais. 49. Jahrestagung, 25.-27. August 2005. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 2005, Band 7. Seite 115-118.

- GIERUS, M., HERRMANN, A., KRUSE, S., KLEEN, J. und TAUBE, F. (2005): Veränderungen der Rohproteinfraktion A (NPN) verschiedener Futterpflanzen im Vegetationsverlauf. 49. Jahrestagung, 25.-27. August 2005. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 2005, Band 7. Seite 111-114.
- HEINZ, S., MAYER, F. und KUHN, G.(2013):Leguminosenanteile im bayerischen Grünland. 57. Jahrestagung der AGGF 2013 in Triesdorf: Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau; Potenziale, Chancen und Risiken.
- MEINSEN, C., STERZ, L. und DITMANN, L. (2005): Dynamik der Futterqualität von Rotklee-Grasgemengen in Abhängigkeit von der Sortenwahl und dem Graspartner. 49. Jahrestagung, 25.-27. August 2005. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 2005, Band 7. Seite 111-114.

Über den Beitrag von Weißklee zur Versorgung mit essentiellen Aminosäuren im Dauergrünland

H. Sommer¹, S. Hartmann², H. Schultz³ und A. Sundrum¹

¹ Universität Kassel, Fachgebiet für Tierernährung und Tiergesundheit, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen

² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Züchtungsforschung bei Futterpflanzen, Pflanzenbausysteme bei Grünland und Feldfutterbau, Am Gereuth 4, 85354 Freising

³ Universität Kassel, Fachgebiet für Ökologischen Landbau, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen

hendriksommer@uni-kassel.de

Einleitung und Problemstellung

Dauergrünland stellt eine der wichtigsten Proteinquellen in der landwirtschaftlichen Produktion dar. Dabei ist von großer Bedeutung, wie viel essentielle Aminosäuren das Dauergrünland zur Verfügung stellt. Deren Menge und damit die Qualität des Rohproteins kann durch die Einsaat von Grünleguminosen beeinflusst werden. In der vorliegenden Publikation soll dargestellt werden, welchen Beitrag der Weißklee (*trif. repens*) hierzu leisten kann.

Material und Methoden

Es wurden Bestände (Alice, Liflex, Lirepa und Vysocan) auf Flächen des LFL Bayern, des BFHI Frankenberg e.V. sowie der Domäne Frankenhausen geerntet. Die Ernteproben wurden in perforierte Beutel verpackt, die Frischmasse (FM) gewogen und bei 60°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Anschließend wurden die getrockneten Proben auf 1 mm vermahlen. Die Rohprotein- und Aminosäurebestimmung erfolgte mittels Nah-Infrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS) auf Basis einer im Rahmen des Projektes 11OE055 „Ermittlung des Futterwertes und der Verdaulichkeiten der Blattmassen von Luzerne (*Medicago sativa*) und verschiedenen Kleearten“ erstellten Kalibration für Futterleguminosen. Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS, die Regressionsanalyse mit Excel ©.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Rohproteinanalyse differenziert in die drei Schnitte sind in Tabelle 1 aufgeführt. Der mittlere Rohproteingehalt unterscheidet sich bei allen Sorten signifikant. Der höchste mittlere Rohproteingehalt (über alle drei Schnitte) war bei der Sorte Lirepa, gefolgt von der Sorte Liflex zu verzeichnen. Insgesamt waren jedoch hohe Standardabweichungen zu beobachten. Die Rohproteingehalte sind vergleichbar mit anderen Ergebnissen (ANONYMUS, 2001). Dadurch können bei entsprechenden Gemengeanteilen im Dauergrünland (> 15 %, vgl. HEINZ et al. 2012) insgesamt hohe Rohproteingehalte erzielt werden, wenn nicht durch die Düngung mit wirtschaftseigenem Dünger der Leguminosenanteil zu Gunsten des Grasanteils zurückgedrängt wird (vgl. SØEGAARD and NIELSEN, 2012). In der vorliegenden Untersuchung konnte ein linearer Zusammenhang zwischen den einzelnen Aminosäuren und dem Rohproteingehalt festgestellt werden. Abbildung 1 stellt die berechneten Zusammenhänge in Form von linearen Regressionen dar. Die Höhe des Rohproteingehaltes ist dabei entscheidend für die Menge an essentiellen Aminosäuren. Allerdings korrespondiert gleichzeitig auch die Variabilität des Rohproteingehaltes mit der Variabilität der essentiellen Aminosäuren. Die Anpassung des Schnittzeitpunktes ist dabei eine Möglichkeit (ERIKSEN et

al. 2012), um entsprechend hohe Gehalte an Rohprotein und somit auch an essentiellen Aminosäuren zu erhalten.

Tabelle 1: Rohproteingehalte der untersuchten Weißkleearten

XP in g 100g ⁻¹	Alice			Liflex			Lirepa			Vysocan		
	Ø	± σ	n	Ø	± σ	n	Ø	± σ	n	Ø	± σ	n
1. Schnitt	22,3	1,29	9	23,8	0,93	9	25,8	1,01	9	22,8	2,69	12
2. Schnitt	21,4	1,36	12	23,7	1,87	9	23,4	0,87	9	21,0	2,11	15
3. Schnitt	24,1	0,44	9	23,5	1,92	9	25,6	1,69	9	23,1	1,18	9

Aminosäuregehalt in g 1000g⁻¹

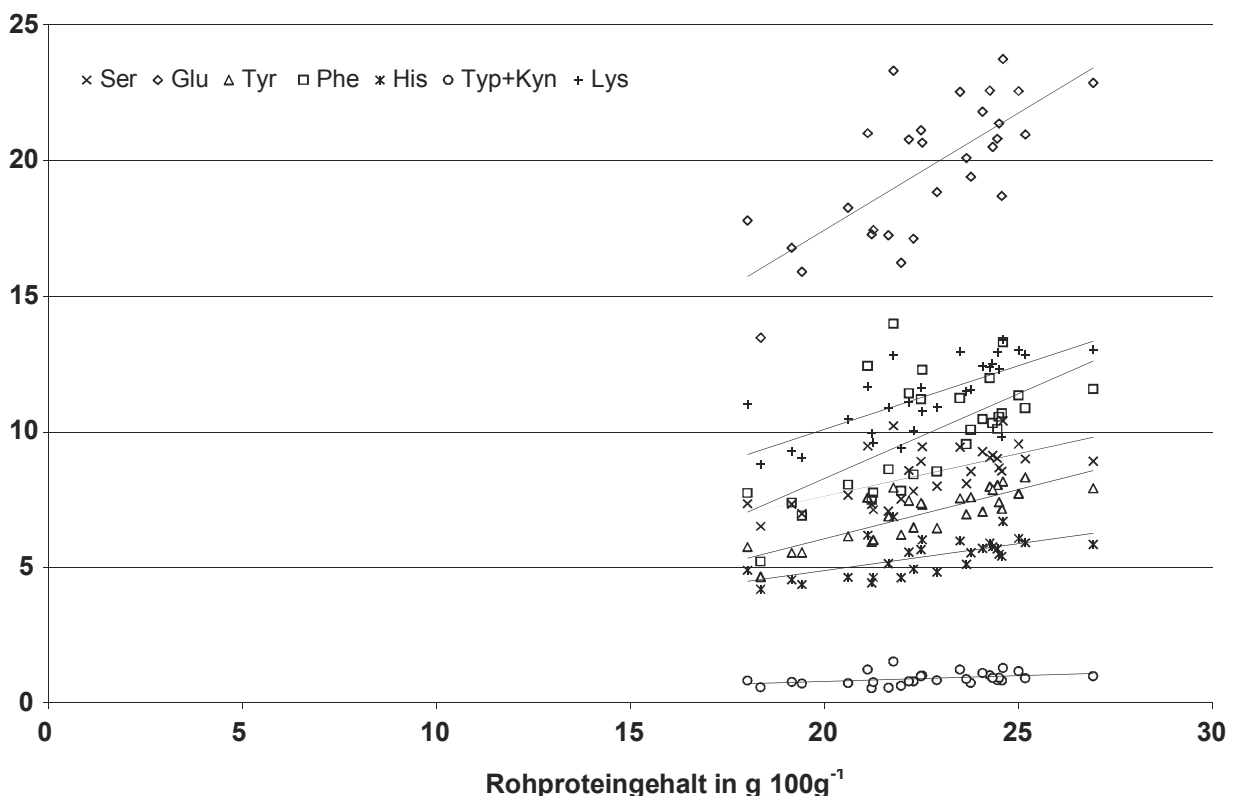


Abbildung 1: Lineare Regressionen zwischen dem Rohproteingehalt und ausgewählten Aminosäuren

Bei der Aminosäure Glutamin (Glu) konnte die größte Steigung berechnet werden (0,9 Einheiten Glu pro Einheit XP), gefolgt von Phenylalanin (0,6 Einheiten Phe pro Einheit XP) und Lysin (0,5 Einheiten Lys pro Einheit XP). Die Aminosäuren Methionin und Cystein konnten nicht bei den Untersuchungen berücksichtigt werden, da hier erst die NIRS-Kalibrationen in der Entwicklung sind. Die Regressionsgleichungen und das Bestimmtheitsmaß sind in Tabelle 2 aufgeführt. Insgesamt sind die Bestimmtheitsmaße der Regressionsgleichungen vergleichsweise niedrig, was auf eine hohe Variabilität schließen lässt.

An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass die Bestimmtheitsmaße für die Regressionsgleichungen im Vergleich zu Rotklee und Luzerne (Siehe die beiden weiteren Tagungsbeiträge der Autoren in diesem Band) relativ niedrig ausgefallen sind und daher bei der Anwendung der Formeln zur Berechnung des Gehaltes einer bestimmten Aminosäure auf Basis der Rohproteinkonzentration mit einem größeren Fehler behaftet sein wird.

Tabelle 2: Regressionsgleichungen und Bestimmtheitsmaße

Aminosäure	Regressionsgleichung	R ²
Ser	$y = 0,3152x + 1,3237$	0,44
Glu	$y = 0,8664x + 0,1163$	0,53
Tyr	$y = 0,3629x - 1,1999$	0,68
Phe	$y = 0,6253x - 4,2235$	0,41
His	$y = 0,2007x + 0,865$	0,38
Typ+Kyn	$y = 0,0424x - 0,0525$	0,16
Lys	$y = 0,4704x + 0,6802$	0,53

Abschließend bleibt festzuhalten, dass die Leguminosenanteile wesentlichen Einfluss auf die Proteingehalte und damit auch direkt auf die Gehalte von essentiellen Aminosäuren von Grünlandflächen nehmen. Deshalb ist es notwendig, deren Etablierung im Dauergrünland zu verbessern und deren Anteil zu erhöhen. Eine Möglichkeit ist die der Nachsaat. Jedoch berichten hier ELSÄSSER et al. (2013), dass Weißklee gegenüber Rotklee bei einer Nachsaat nicht so gut etabliert werden konnte. Aus diesem Grund sollte neben oder in Ergänzung der Nachsaat auf eine P-betonte, K-abgestimmte Düngung Wert gelegt werden, um den Leguminosengehalt des Dauergrünlandes gezielt zu fördern (STERZENBACH und BOBERFELD 2003).

Schlussfolgerungen

Weißklee kann im Vergleich zu Luzerne und Rotklee nur dann einen bedeutsamen Beitrag zur Versorgung mit essentiellen Aminosäuren im Dauergrünland leisten, wenn es gelingt, einen hohen Anteil (>15 %) im Bestand dauerhaft zu etablieren. Zudem ist eine weitere Einschränkung in Bezug auf den Beitrag an essentiellen Aminosäuren vorzunehmen. Sie werden im Vergleich zu Luzerne und Rotklee weniger stark mit steigenden Rohproteingehalten angereichert.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) für die Förderung des Projektes 11OE055 „Ermittlung des Futterwertes und der Verdaulichkeiten der Blattmassen von Luzerne (*Medicago sativa*) und verschiedenen Kleearten“.

Literatur

- ANONYMUS (2001): Versuchsbericht Landessortenversuch für Weißklee, Hayn. Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt.
- ELSÄSSER, M., ENGEL, S. und THUMM, U. (2013): Nachsaat von Leguminosen zur Steigerung der Eiweißträge vom Grünland. 57. Jahrestagung der AGGF 2013 in Triesdorf: Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau; Potenziale, Chancen und Risiken
- ERIKSEN, J.; ASKEGAARD, M. and SØEGAARD, K. (2012) Yield stability of single and two-clover grass-clover swards at grazing, cutting and different fertilizer regimes. *Grass and Forage Science*, S. 1-12. [submitted]
- HEINZ, S., MAYER, F. und KUHN, G. (2013): Leguminosenanteile im bayerischen Grünland. 57. Jahrestagung der AGGF 2013 in Triesdorf: Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau; Potenziale, Chancen und Risiken.
- SØEGAARD, K. and NIELSEN, K. A. (2012): White and red clover in highly productive short-lasting grassland mixtures. In: *Book Grassland - a European resource? Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation*, Lublin, Poland, 3-7 June 2012. *Information Grassland Science in Europe*, Volume 17, pp. 172-174.
- STERZENBACH, M. und OPITZ v. BOBERFELD, W. (2003): Effekte langjährig differenzierter N-, P- und K-Gaben auf die *Trifolium repens* L.-Ertragsanteile verschiedener Mähweiden. 47. Jahrestagung der AGGF 2003 in Braunschweig.

Einfluss der Länge der kritischen Phase der Halmverlängerung auf den Ertrag und die Futterqualität von Ökotypen des Deutschen Weidelgrases (*Lolium perenne* L.)

I. Ullmann, A. Herrmann und F. Taube

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

iullmann@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Die Futterqualität und der Ertrag des Deutschen Weidelgrases werden maßgeblich durch die Umsteuerung von der vegetativen zur generativen Phase bestimmt. Mit dem Streckungswachstum ergeben sich die höchsten Ertragszuwächse (TAUBE, 1990). Gleichzeitig steuert der Halm aufgrund der Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten einen wichtigen Beitrag zur Energiedichte des Futters bei (POLLOCK et al., 1996). Neben dem Beginn des Ährenschiebens, der als optimaler Nutzungstermin im Feldfutterbau gilt (WULFES et al., 1999; TAUBE, 1990), ist somit auch die Phase der Halmverlängerung entscheidend. Diese kritische Phase zwischen Schossbeginn und Beginn Ährenschieben stellt einen neuen Ansatz für die züchterische Bearbeitung dar. Die vorhandene genotypische und phänotypische Variation in diesem Merkmal ist deutlich höher als für den Beginn Ährenschieben bei ähnlicher Heritabilität (ULLMANN et al., 2014). In der vorliegenden Studie wurde untersucht, inwieweit die vorhandene Variation in der Länge der kritischen Phase die Ertragsleistung und die Futterqualität von Deutschem Weidelgras beeinflusst und ob die kritische Phase als Selektionsmerkmal zur Steigerung der Futterqualität genutzt werden kann.

Material und Methoden

In den Jahren 2012 und 2013 (Tabelle 1) wurde auf der mecklenburgischen Insel Poel (53° 59' N, 11° 28' E, alt. 5 m) ein nicht-wiederholter Feldversuch mit 300 bzw. 286 Deutsch Weidelgras Genotypen angelegt. Die Einzelpflanzen repräsentierten acht verschiedene Ökotypenpopulationen, die im Frühjahr 2010 auf alten Dauergrünlandflächen in Schleswig-Holstein gesammelt wurden.

Tabelle 1: Monatliche Durchschnittstemperaturen (°C) und Niederschlagsmengen (mm) in den Beobachtungszeiträumen der Versuchsjahre 2012 und 2013

Monat	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Jahres-Ø
Temperatur in °C							
2012	2.3	-0.6	6.3	7.6	13.0	14.8	9.1
2013	1.0	0.2	-0.4	7.3	12.8	15.4	9.2
Niederschlag in mm							
2012	53	20	6	21	53	52	40.5
2013	61	46	25	39	94	65	47.9

Die Länge der kritischen Phase der Halmverlängerung errechnete sich für jeden Genotyp anhand der jeweiligen Daten des Schossbeginns und des Beginns des Ährenschiebens (Bonitur nach GUSTAVSSON, 2011). Für die Erfassung des Trockenmasseertrags (TM,

g/Einpflanze) und der Qualitätsparameter Verdaulichkeit (DOM, g/kg TM), Verdauliche Trockenmasse (DOM×TM, g/Einpflanze), Gehalt wasserlöslicher Kohlenhydrate (WSC, g/kg TM), Neutrale-Detergenzienfaser (NDF, g/kg TM) und Enzymlösliche organische Substanz der NDF (ZWV, g/kg TM) wurden zum jeweiligen Zeitpunkt des Ährenschiebebeginns zwei Einzelpflanzen pro Genotyp geerntet, analysiert und deren Ergebnisse gemittelt. Die Datenauswertung erfolgte mit der Statistiksoftware R 2.14.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008) und PLABSTAT 3A (UTZ, 1993). Zunächst wurden die phänotypischen und genotypischen Korrelationskoeffizienten geschätzt. Mittels einer Kovarianzanalyse wurde anschließend der Einfluss der kritischen Phase der Halmverlängerung und des Jahres auf den Ertrag und die Qualitätsparameter ermittelt. Gleichzeitig wurde die aufgrund des Faktors Jahr entstehende Korrelation zwischen den Genotypen berechnet. Die kritische Phase der Halmverlängerung, ursprünglich erfasst als Phasenlänge in Tagen, wurde für die statistischen Analysen als kumulierte Summe der Umweltfaktoren ausgedrückt. Dafür wurden die Umweltfaktoren Temperatur (abzüglich 5 °C Basistemperatur), Niederschlag, Globalstrahlung, Sonnenscheindauer, Tageslänge und Wasserindex (Modell FOPROQ) anhand der Ladungen der ersten Hauptkomponente (siehe PCA, bspw. HARTUNG and ELPELT, 1999) gewichtet und addiert.

Ergebnisse und Diskussion

Die untersuchten Genotypen zeigten in den geprüften agronomischen Merkmalen eine große Variation (Tabelle 2). Dabei wies vor allem die Verdaulichkeit ein relativ hohes Niveau auf und spiegelte das im gegenwärtigen Sortenpool vorhandene Potential wider. Es ist aber zu berücksichtigen, dass es sich bei den dargestellten Beobachtungen um Einzelpflanzen handelt. Die Korrelation zwischen Einzelpflanze und Bestand kann je nach Merkmal stark variieren (siehe dazu WILKINS and HUMPHREYS, 2003). Ergebnisse können daher nur bedingt übertragen werden.

Tabelle 2: Mittelwerte, Standardabweichung und Wertebereich der Ertrags- und Qualitätsparameter zusammengefasst für die Versuchsjahre 2012 und 2013.

	TM	DOM	DOM×TM	WSC	NDF	ZWV
Mittelwert	48.9	845.3	41.0	125.6	488.3	686.2
Standardabweichung	20.4	25.6	16.5	30.3	45.9	22.7
Wertebereich	8 - 131	753 - 904	7 - 708	15 - 185	392 - 646	569 - 781

Um die Zusammenhänge zwischen der kritischen Phase der Halmverlängerung und den Ertrags- und Qualitätsparametern bewerten zu können, wurden die genotypischen und phänotypischen Korrelationskoeffizienten geschätzt (Tabelle 3). Wie schon bei ULLMANN et al. (2013) beschrieben, zeigte sich eine moderate bis hohe Korrelation zum Trockenmasseertrag. Die Länge der Schossphase spielt bei der Trockenmasseakkumulation neben den genetisch regulierten Prozessen, die die Wasseraufnahme, Nährstoffassimilation und Photosyntheseleistung regulieren, eine große Rolle. Mit dem Beginn des Streckungswachstums kommt es zu einer deutlichen Verschiebung des Blatt/Stängel-Verhältnisses. Dabei findet in den Halminternodien die Akkumulation wasserlöslicher Kohlenhydrate statt, die ihr Maximum kurz vor dem Ährenschieben erreicht (MATTHES, 1986; POLLOCK et al., 1996). Dieser positive Zusammenhang konnte auch anhand der moderaten phänotypischen Korrelation der WSC zur kritischen Phase beobachtet werden. Mit steigender Länge der kritischen Phase nahm der Gehalt an Gerüstsubstanzen bei gleichzeitigem Anstieg der enzymlöslichen organischen Substanz der NDF ab. Diese Beobachtung könnte auf die Zusammensetzung der Bestockungstriebe zurückzuführen sein. Mit steigender Länge der kritischen Phase nimmt die Anzahl der Bestockungstriebe zu, gleichzeitig sinkt indessen die Anzahl der Triebe, die sich im generativen Entwicklungsstadium befinden. So waren zum Schnittzeitpunkt bei Genotypen mit kurzer Phasenlänge teils deutlich weniger Triebe vorhanden, von denen sich ein Großteil im oder kurz vor dem Ährenschieben befand. Dagegen wiesen die Genotypen mit einer lan-

gen kritischen Phase zum Schnittzeitpunkt viele Triebe auf, die sich gerade erst in der floralen Umsteuerung und im beginnenden Streckungswachstum befanden. Die geringen negativen bzw. positiven Korrelationskoeffizienten zwischen kritischer Phase und NDF bzw. ZWV deuten jedoch auf einen mäßigen linearen Zusammenhang.

Tabelle 3: Schätzwerte der phänotypischen ($\hat{\rho}_p$) und genotypischen ($\hat{\rho}_g$) Korrelationskoeffizienten zwischen der kritischen Phase der Halmverlängerung und den Ertrags- und Qualitätsparametern gemittelt über die Versuchsjahre 2012 und 2013.

	TM	DOM	DOM×TM	WSC	NDF	ZWV
Kritische Phase der Halmverlängerung						
Phänot. Korrelationskoeffizienten $\hat{\rho}_p$	0.59**	-0.59**	0.57**	0.43**	-0.15*	0.16**
Genot. Korrelationskoeffizienten $\hat{\rho}_g$	0.87**	-0.71**	0.88**	-#	-0.38**	0.23**

#: Schätzung der genotypischen Korrelation durch negative Varianzkomponentenschätzung nicht möglich.

*: Schätzwert des phänotypischen Korrelationskoeffizienten ist signifikant bei $p < 0.05$.

** : Schätzwert des phänotypischen Korrelationskoeffizienten ist signifikant bei $p < 0.01$.

** : Absoluter Wert des genotypischen Korrelationskoeffizienten ist größer als der doppelte Standardfehler.

Die von CASLER (2001) beschriebenen Mechanismen zur Erhöhung der Verdaulichkeit, also die Senkung der Gehalte an Gerüstsubstanzen, eine Reduzierung der Lignifizierung der Zellwand (Daten nicht gezeigt), sowie die Steigerung der Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten können durch eine Verlängerung der kritischen Phase umgesetzt werden. Doch die moderate bis hohe negative Korrelation zwischen kritischer Phase und Verdaulichkeit zeigte, dass bei steigender Phasenlänge die Verdaulichkeit sinkt. Die moderate bis hohe positive Korrelation zur verdaulichen Trockenmasse deutet jedoch darauf hin, dass eine Verlängerung der kritischen Phase die geringere Verdaulichkeit durch ein höheres Ertragspotential kompensieren kann.

Um die Beziehung zwischen der kritischen Phase und den Ertrags- und Qualitätsparametern über die zwei Versuchsjahre besser abbilden zu können, wurde eine Kovarianzanalyse durchgeführt (Tabelle 4). Der Einfluss der kritischen Phase war in allen agronomischen Merkmalen signifikant (p -Wert < 0.05). Der Jahreseinfluss war lediglich für den Trockenmasseertrag nicht signifikant. Eine signifikante Interaktion zwischen Kovariable und Jahr zeigt sich für die Merkmale TM, DOM×TM, WSC sowie NDF. Die geschätzten Korrelationen der Genotypen zwischen den Jahren fielen mit Ausnahme der Verdaulichkeit eher gering aus. Dies deutet auf eine geringe genetische Varianz und eine mäßige Heritabilität der agronomischen Merkmale hin.

Zur Veranschaulichung der Beziehung zwischen kritischer Phase und Versuchsjahr wurden die in der Kovarianzanalyse geschätzten Slopes für die geprüften agronomischen Merkmale dargestellt (Abbildung 1). Dabei führten die signifikanten Interaktionen zu jahresabhängigen Slopes. Ein nicht-signifikanter Slope zeigte sich nur im Merkmal WSC im Versuchsjahr 2012. In den Merkmalen DOM und ZWV konnten signifikante Jahresunterschiede beobachtet werden.

Tabelle 4: Kovarianzanalyse der Ertrags- und Qualitätsparameter über die Versuchsjahre 2012/2013. (#: Nicht signifikant. *: Signifikant bei $p < 0.05$. ***: Signifikant bei $p < 0.01$).

Varianzursache	FG	F-Wert					
		TM	DOM	DOM×TM	WSC	NDF	ZWV
Kritische Phase	1	165.6***	530.2***	141.1***	6.5*	109.7***	163.7***
Jahr	1	2.3#	121.1***	4.1*	437.7***	486.2***	635.6***
Kritische Phase*Jahr	1	23.1***	1.2#	22.9***	131.1***	101.9**	3.5#
Korr. der Genotypen zw. Jahren		0.13	0.41	0.14	0.08	0.19	0.25

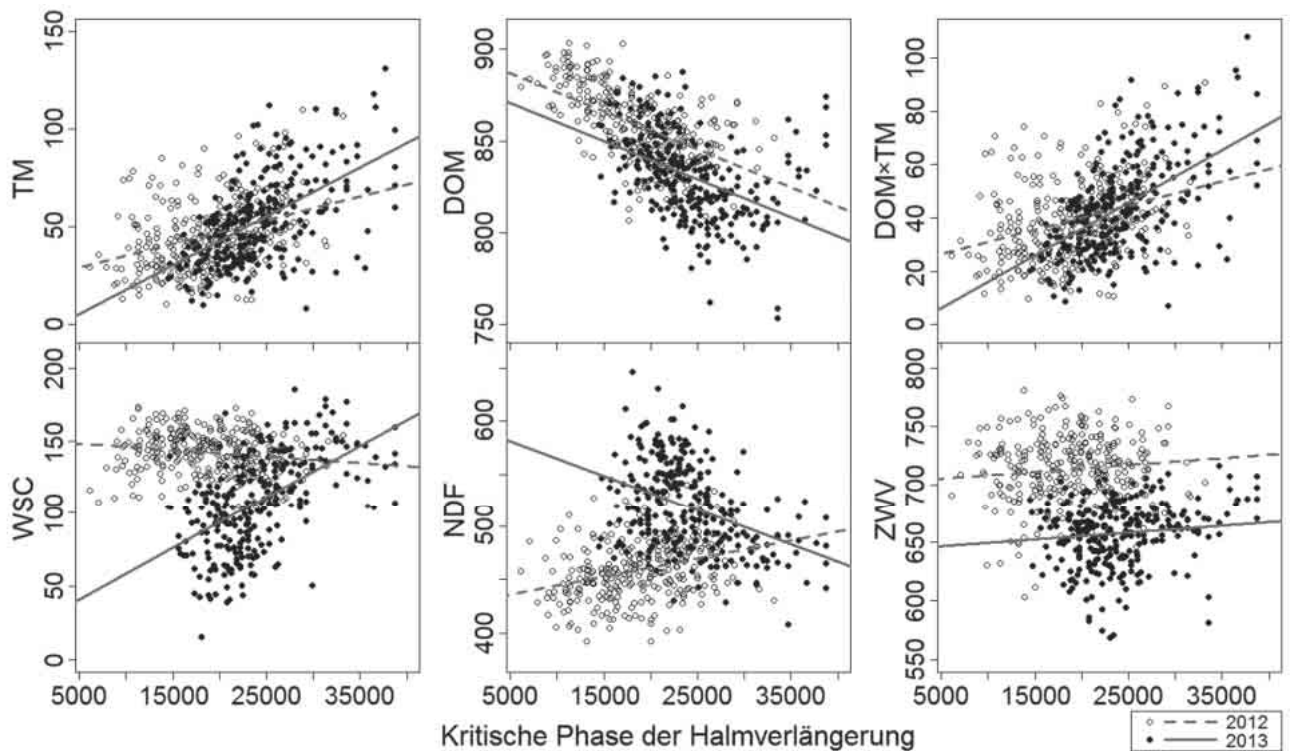


Abbildung 1: Regression der Ertrags- und Qualitätsparameter in Bezug zur kritischen Phase der Halmverlängerung und in Abhängigkeit der Versuchsjahre 2012 und 2013.

Die Regression der Daten stimmte weitestgehend mit den Werten der Korrelation überein, deckte jedoch die große Streuung in den agronomischen Merkmalen auf. So zeigte sich beispielsweise in der Verdaulichkeit trotz negativer Beziehung zur kritischen Phase eine große Variation bei den Genotypen mit längerer kritischer Phase. Auf diese Weise können Genotypen identifiziert werden, die bei einer langen kritischen Phase eine überdurchschnittlich hohe Verdaulichkeit aufweisen. Auffällig waren zudem die starken Jahresunterschiede vor allem in den Merkmalen WSC und NDF. Dabei zeigte sich eine gegenläufige Beziehung der kritischen Phase zum Merkmal NDF und deutet auf einen starken Umwelteinfluss hin.

Schlussfolgerungen

Der in dieser Studie untersuchte Einfluss der Länge der kritischen Phase der Halmverlängerung auf die Ertragsleistung und die Futterqualität fiel entgegen den Erwartungen teilweise nur moderat aus. Nur für den Trockenmasseertrag konnte ein deutlicher Effekt der Phasenlänge beobachtet werden. Der Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten und die Enzymlösliche organische Substanz der NDF zeigten eine tendenziell positive Beziehung zur kritischen Phase. Die Verdaulichkeit wies generell ein hohes Niveau auf, dennoch konnte kein positiver Zusammenhang zur kritischen Phase ermittelt werden. Die große Variation in den agronomischen Merkmalen ermöglicht eine Selektion von Genotypen mit einer langen kritischen Phase bei gleichzeitig hoher Ertragsleistung und Futterqualität, doch die teils deutlichen Jahresunterschiede, wie beispielsweise für die NDF beobachtet, lassen auf einen starken Umwelteffekt schließen. Die generelle Nutzung der kritischen Phase als Selektionskriterium zur Steigerung der Futterqualität ist nicht gegeben. Eine Nutzung als Selektionsmerkmal zur Ertragssteigerung ist aufgrund des hohen genotypischen Korrelationskoeffizienten möglich.

Literatur

- CASLER, M.D. (2001): Breeding forage crops for increased nutritional value. *Advances in Agronomy* 71: 51-107.
- GUSTAVSSON, A.-M. (2011): A developmental scale for perennial forage grasses based on the decimal code framework. *Grass and Forage Science* 66(1): 93-108.
- HARTUNG, J. and ELPELT, B. (1999): Multivariate Statistik: Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik (6th ed.). Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, Munich, Germany.
- MATTHES, K. (1986): Beziehungen zwischen Sortencharakter und den Gehalten wasserlöslicher Kohlenhydrate sowie verschiedener Strukturbestandteile bei der Art *Lolium perenne* L. Dissertation, University of Hohenheim, Germany.
- POLLOCK, C.J., CAIRNS, A.J., SIMS, I.M. and HOUSELEY, T.L. (1996): Fructans as reserve carbohydrates in crop plants. In: ZAMSKI, E. and SCHAFFER, A.A. (eds.). Photoassimilate distribution in plants and crops. Series: Books in Soils, Plants and the Environment. Dekker, M., New York, 97-113.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2008): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org> 13.04.2013
- TAUBE, F. (1990): Growth characteristics of contrasting varieties of perennial ryegrass. *Journal of Agronomy and Crop Science* 165: 159-170.
- ULLMANN, I., HERRMANN, A., and TAUBE, F. (2013): Phänologische Entwicklung und Ertrag von schleswig-holsteinischen Ökotypen des Deutschen Weidelgrases (*Lolium perenne* L.). In: ROßBERG, R. (ed.): DLG-Gräsertagung 2013: Züchtungsperspektiven und Saatgutproduktion bei Gräsern, Klee und Zwischenfrüchten. 54. Fachtagung des DLG-Ausschusses „Gräser, Klee und Zwischenfrüchte“, 04-05 November 2013, Bonn, Germany, pp. 29-38.
- ULLMANN, I., THURAU, T., CAI, D., TAUBE, F. and HERRMANN, A. (2014): Variability in phenological development in reproductive growth of perennial ryegrass genotypes (*Lolium perenne* L.) in Northern Germany (in Vorbereitung).
- UTZ, H.F. (1993): PLABSTAT. Institute of Plant Breeding, Seed Science and Population Genetics. University of Hohenheim, Stuttgart. (<http://www.uni-hohenheim.de/~ipspwww.soft.htm>)
- WILKINS, P.W. and HUMHREYS, M.O. (2003): Progress in breeding perennial forage grasses for temperate agriculture. *Journal of Agricultural Science* 140: 129-150.
- WULFES, R., NYMAN, P. and KORNHER, A. (1999): Modelling nonstructural carbohydrates in forage grasses with weather data. *Agricultural Systems* 61: 1-16.

Untersuchungen zur Mengen- und Spurenelementversorgung von Mutterkühen in unterschiedlichen Naturräumen Thüringens

T. Baumgärtel¹, D. Zopf¹ und H. Schaeffer²

¹ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Straße 98, 07743 Jena

² BASU Mineralfutter GmbH, 99518 Bad Sulza

tina.baumgaertel@tll.thueringen.de

Einleitung und Problemstellung

Ein Großteil des Thüringer Dauergrünlandes wird über Mutterkuhhaltung veredelt. Dieses Verfahren stellt eine extensive Nutzungsform dar. Die Zielvorgabe in der Mutterkuhhaltung liegt in der Erzeugung eines vermarktungsfähigen Kalbes/Absetzers je Kuh und Jahr. Neben einer bedarfsdeckenden Lieferung von Nährstoffen und Energie spielt auch die adäquate Versorgung mit Mengen- und Spurenelementen dafür eine wichtige Rolle.

Geografisch gliedert sich Thüringen in sieben Naturräume, die einen unmittelbaren Bezug zum geologischen Untergrund aufweisen. Die mit insgesamt 71 % größten Anteile entfallen auf die Buntsandsteinhügelländer, die Mittelgebirge sowie die Muschelkalkbergländer (TLUG; 2012). Entsprechend der geologischen Eigenschaften unterscheiden sich die Mineralstoffgehalte der Böden sowie die Pflanzenverfügbarkeit der einzelnen Mengen- und Spurenelemente zwischen den Naturräumen teils erheblich. In systematischen Untersuchungen von ANKE *et al.* (1999, 2000, 2002, 2004, 2007, 2008) konnten für verschiedene Pflanzenspezies entsprechend standortabhängige Unterschiede in der Mineralstoffausstattung nachgewiesen werden.

Wie bisherige Untersuchungen zeigen, stellt vor allem die Versorgung der Mutterkühe mit den Spurenelementen Zink, Kupfer und Selen auf der Weide oft ein Problem dar (WOLF ET AL., 2001; OCHRIMENKO ET AL., 1998).

In der vorliegenden Untersuchung sollte geklärt werden, wie der Spurenelementstatus im System Boden-Pflanze-Tier bei extensiver Weidenutzung einzuschätzen ist und ob ein Standort- bzw. naturräumlicher Einfluss besteht

Material und Methoden

Für die Datenerfassung wurden folgende vier Naturräume mit jeweils einem Mutterkuhbetrieb ausgewählt:

- Buntsandsteinhügelländer (BSH)
- Muschelkalkbergländer (MKB)
- Auen/Niederungen (A/N)
- Mittelgebirge (MG)

Um mögliche rassebedingte Effekte ausschließen zu können, blieb die Erhebung ausschließlich auf Mutterkühe der Rasse Fleckvieh beschränkt, die in Thüringen einen Rasseanteil von etwa 56 % im Herdbuch ausmachen (TLL, 2013). Während der Weideperiode kam in allen Herden ein einheitliches Mineralfutter zum Einsatz.

Kurz vor Weidebeginn im April 2011 wurden zunächst Boden- und Aufwuchsproben von den betroffenen Weideflächen entnommen und auf die Gehalte an Calcium (Ca), Phosphor (P),

Magnesium (Mg), Zink (Zn), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Eisen (Fe) und Selen (Se) untersucht. Weiterhin wurde die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände auf den Weideflächen eingeschätzt. Die Entnahme von Blut- und Deckhaarproben bei den Mutterkühen erfolgte erstmals Ende September 2011 (in 2 Betrieben). Je nach Herdengröße wurden jeweils 5 bis 10 Tiere beprobt. Es schloss sich die Analyse der genannten Spurenelemente im Blutserum (Mn im Vollblut) sowie – mit Ausnahme des Selens – im Deckhaar an. Während der Stallperiode Ende Januar 2012 wurde an den gleichen Tieren die zweite Probenahme vorgenommen (2 Betriebe). Vor Weideaustrieb Ende April/Anfang Mai sowie vor Weideabtrieb Ende September 2012 wurden erneut Aufwuchsproben entnommen. Die dritte bzw. vierte Blut- und Deckhaarprobenahme fanden Ende September 2012 bzw. Ende Januar 2013 statt.

Ferner erfolgte die Analyse der Mengen- und Spurenelementgehalte in den während der Stallfütterung eingesetzten Konservaten.

Ergebnisse und Diskussion

Wie die Vegetationsaufnahmen zu Beginn der Weideperiode 2011 zeigten, wiesen die Weiden der Standorte BSH und A/N die mit 69 – 90 % bzw. 75 – 86 % höchsten Gräseranteile auf, wobei vor allem wertvolle Futtergräser wie Dt. Weidelgras, Wiesenschwingel und Wiesenfuchsschwanz vertreten waren.

Im Muschelkalk und Mittelgebirge war eine hohe Variabilität in der botanischen Zusammensetzung zwischen den einzelnen Weideflächen (30 – 75 % Gräseranteil) festzustellen, wobei Flächen mit gelegentlicher Schnittnutzung einen deutlich höheren Gräseranteil aufwiesen. Allerdings war ein deutlich höherer Anteil an minderwertigen Gräsern, wie Quecke und Weiches Honiggras, vertreten. Der Kräuteranteil war auf den meisten Standorten zum überwiegenden Teil durch Gem. Löwenzahn geprägt.

Die Böden unterschieden sich in ihrer Mineralstoffausstattung teils deutlich (Tab. 1). Erwartungsgemäß konnte im BSH sowie im MG kein Ca nachgewiesen werden. Große Differenzen zeigten sich auch in den Gehalten an Fe und Mn, die auf den genannten Standorten weitaus höhere Werte erreichten.

In den Weideaufwüchsen ließen sich diese Differenzen analog nur für Mangan nachweisen, wobei die Mn-Gehalte in den Aufwüchsen des BSH und vor allem des MG um ein Vielfaches höher lagen als im MK und A/N (Tab. 1).

Eine Gegenüberstellung der Mineralstoffgehalte in den Weideaufwüchsen und Graskonservaten mit den von der GfE (2001) empfohlenen Gehalten im Futter, über die sich der Bedarf absichern ließe, lässt Defizite in der Versorgung mit Cu, Zn, Se sowie auf den Standorten MK und A/N mit Mn vermuten (Tab. 2). Als problematisch könnten sich die teils extrem hohen Eisengehalte in den Konservaten erweisen, da Fe als Antagonist zahlreicher Spurenelemente in hohen Mengen deren Verfügbarkeit im Organismus vermindert und somit einen so genannten sekundären Mangel verursachen kann.

Bei den Tieren auf dem Muschelkalkstandort war eine Entnahme von Blut- und Deckhaarproben aus betriebsorganisatorischen Gründen leider nicht möglich.

Der Versorgungsstatus der übrigen Mutterkühe kann anhand der Daten aus Blutserum (bzw. Vollblut) und Deckhaar für die Mengenelemente Ca, P und Mg sowie für die Spurenelemente Zink, Eisen und Mangan als ausreichend eingeschätzt werden (Tab. 3). Für Kupfer lagen die Stichprobenmittelwerte insbesondere in der Aue sowie auf dem Mittelgebirgsstandort – trotz Mineralfuttermenge – unterhalb der vom Tiergesundheitsdienst empfohlenen Referenzbereiche, was auf eine Unterversorgung hindeutet. Für Selen ließen die Blutserumdaten bei den Tieren in der Aue – sowohl während der Stall- als auch während der Weideperiode – und bei den Mutterkühen im Mittelgebirge – jedoch nur während der Weideperiode – ebenfalls den Schluss einer unzureichenden Versorgungslage zu.

Ob diese Mangelsituation in der Selen- und Kupferversorgung jedoch die Folge einer unzureichenden Mineralstoffvorlage bzw. -aufnahme war oder sich auf eine geringere Lieferung der beiden Spurenelemente über die Weide zurückführen lässt, konnte nicht abschließend geklärt werden.

Tabelle 1: Mineralstoffgehalte der Böden und Frühlingsaufwüchse (¹) im Boden als Ca-Co₃; ²) nicht nachweisbar)

		Ca ¹⁾	P	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	Se
Boden									
Einheit		%	mg/100 g		mg/kg				
BSH	n. n. ²⁾	5,10	12,0	3,03	295	6,57	277	0,20	
		±0,16	±0,90	±0,10	±22,7	±0,85	±36,4	±0,02	
MKB		12,6	29,4	4,91	24,5	12,7	70,4	0,23	
		±6,0	±14,0	±2,86	±7,00	±6,50	±22,3	±0,11	
A/N		5,25	22,9	6,39	30,5	12,5	167	0,34	
		±0,25	±1,75	±2,00	±0,29	±3,70	±1,35	±18,0	±0,02
MG	n. n.	5,62	13,6	4,98	150	21,8	373	0,18	
		±1,99	±5,51	±0,82	±23,7	±22,6	±76,0	±0,02	
1. Aufwuchs									
Einheit		g/kg TM			mg/kg TM				
BSH	2011	4,12	3,11	1,75	8,02	147	34,2	84,7	0,03
		±0,20	±0,11	±0,17	±0,19	±39,9	±1,56	±14,0	±0,003
2012		4,56	3,65	1,99	8,36	164	36,3	88,5	0,01
		±0,64	±0,10	±0,09	±0,76	±43,4	±1,85	±7,73	±0,009
MKB	2011	7,68	3,36	1,77	9,03	36,3	28,2	75,5	0,01
		±0,36	±0,33	±0,25	±0,62	±7,15	±3,18	±9,68	±0,01
2012		7,57	3,57	1,79	9,98	39,0	31,6	108	0,01
		±0,75	±0,28	±0,18	±1,35	±9,14	±4,79	±39,4	±0,01
A/N	2011	8,48	3,17	2,09	7,68	31,3	26,0	97,8	0,03
		±1,06	±0,15	±0,04	±0,23	±4,15	±0,25	±17,3	±0,001
2012		7,45	3,40	1,93	10,1	30,6	37,5	141	0,01
		±0,43	±0,05	±0,16	±0,05	±0,60	±0,95	±3,50	±0,002
MG	2011	6,40	2,97	2,82	8,90	214	46,6	156	0,02
		±1,48	±0,41	±1,19	±2,25	±117	±6,02	±114	±0,01
2012		5,98	3,27	2,36	8,50	256	46,7	70,3	0,01
		±1,28	±0,38	±0,87	±0,64	±156	±11,7	±12,0	±0,01

Tabelle 2: Vergleich der Mengen- und Spurenelementgehalte in den Aufwüchsen und Konservaten mit den Empfehlungen der GfE (2001) (¹) empfohlener Gehalt im Futter bezogen auf die Gesamtration)

	Weideaufwüchse			Konservate	
	soll ¹⁾	Frühjahr min...max	Herbst min...max	Grassilage min...max	Heu min...max
Mengelemente (g/kg TM)					
Calcium (Ca)	4,0	3,6 – 10,2	4,4 – 15,0	4,7 – 11,6	5,0 – 5,4
Phosphor (P)	2,5	2,4 – 4,2	1,7 – 3,8	2,8 – 3,6	2,7
Magnesium (Mg)	1,5	1,3 – 4,5	1,1 – 5,7	2,0 – 4,4	2,1 – 2,3
Spurenelemente (mg/kg TM)					
Zink (Zn)	50	22,8 – 65,3	22,3 – 81,7	41,7 – 72,1	23,7 – 31,1
Mangan (Mn)	50	20,7 - 466	23,3 - 605	181 - 200	63,3 – 122
Eisen (Fe)	50	55,0 - 270	66,0 - 160	440 – 2.215	95,0 – 1.307
Kupfer (Cu)	10	5,8 – 15,2	4,2 – 10,1	6,9 – 8,5	5,32
Selen (Se)	0,2	<0,02 – 0,04	<0,02 – 0,06	0,04	0,04

Tabelle 3: Mengen- und Spurenelementgehalte im Blutserum und Deckhaar der Rinder (MW±s) ⁽¹⁾ Mn im Vollblut, ⁽²⁾ nach Angaben des Thüringer Tiergesundheitsdienstes, ⁽³⁾ n. a. – nicht analysiert)

Termin	Ca	P	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe	Se	
Blutserum ¹⁾									
Einheit	mmol/l		µmol/l		µg/l	µmol/l			
Referenz ²⁾	2,35- 2,82	1,55- 2,25	0,8- 1,32	10-19	7 - 20	12 - 46	21 - 33	0,7-1,4	
Buntsandstein	09/11	2,82 ±0,14	5,03 ±0,38	1,09 ±0,05	9,75 ±2,21	16,0 ±2,40	16,4 ±1,24	28,6 ±18,1	0,58 ±0,22
	01/12	2,74 ±0,17	4,07 ±0,65	1,06 ±0,11	11,3 ±1,76	12,0 ±3,16	17,8 ±0,93	91,1 ±45,1	0,79 ±0,13
	09/12	2,50 ±0,07	4,15 ±0,34	0,87 ±0,05	11,9 ±2,26	21,9 ±4,41	14,8 ±2,86	53,0 ±12,4	0,78 ±0,15
	01/13	2,57 ±0,11	4,20 ±0,55	0,89 ±0,08	9,92 ±1,79	14,9 ±2,23	19,8 ±5,13	117 ±36,1	0,94 ±0,09
Aue	09/12	2,33 ±0,15	5,20 ±0,44	0,91 ±0,08	5,16 ±1,60	16,6 ±2,31	18,1 ±10,3	46,7 ±6,67	0,34 ±0,06
	01/13	2,50 ±0,15	5,57 ±0,51	0,98 ±0,07	4,72 ±1,57	13,2 ±7,36	18,5 ±4,05	121 ±63,7	0,39 ±0,07
Mittelgebirge	09/11	2,52 ±0,12	4,66 ±0,35	0,88 ±0,04	6,49 ±0,48	18,0 ±3,80	15,0 ±1,54	43,5 ±33,4	0,44 ±0,08
	01/12	2,49 ±0,10	4,18 ±0,44	0,76 ±0,58	4,25 ±2,55	12,4 ±3,41	13,1 ±2,18	37,4 ±30,3	0,88 ±0,10
	09/12	2,44 ±0,09	4,23 ±0,29	0,67 ±0,06	5,86 ±0,82	25,2 ±2,23	11,1 ±1,74	40,0 ±12,6	0,45 ±0,08
	01/13	2,64 ±0,07	4,17 ±0,29	0,90 ±0,02	9,99 ±1,94	17,0 ±2,12	14,2 ±1,43	70,0 ±19,7	0,87 ±0,03
Deckhaar									
Einheit	g/kg TM			mg/kg TM					
Referenz		> 0,2	> 0,25	> 5	> 5	> 100			
Buntsandstein	09/11	1,67 ±0,45	0,25 ±0,05	0,39 ±0,15	7,42 ±0,89	60,8 ±38,0	123 ±26,0	294 ±196	n. a. ³⁾
	01/12	1,68 ±0,22	0,46 ±0,06	0,46 ±0,10	3,95 ±1,24	13,2 ±3,40	130 ±17,8	84,0 ±21,0	n. a.
	09/12	1,31 ±0,42	0,20 ±0,03	0,26 ±0,09	7,82 ±1,00	31,5 ±16,3	117 ±11,3	130 ±46,0	n. a.
	01/13	1,95 ±0,48	0,53 ±0,11	0,80 ±0,25	3,12 ±2,08	27,3 ±8,40	150 ±32,4	155 ±52,0	n. a.
Aue	09/12	3,19 ±0,62	0,27 ±0,05	0,46 ±0,08	4,65 ±0,81	11,6 ±4,40	103 ±8,30	213 ±108	n. a.
	01/13	2,47 ±0,37	0,30 ±0,04	0,40 ±0,07	3,88 ±0,77	11,4 ±2,50	110 ±7,60	90,0 ±33,0	n. a.
Mittelgebirge	09/11	1,33 ±0,11	0,23 ±0,02	0,24 ±0,02	4,51 ±0,34	39,1 ±7,86	105 ±6,26	432 ±165	n. a.
	01/12	1,46 ±0,35	0,37 ±0,07	0,58 ±0,19	4,19 ±1,75	15,9 ±5,18	117 ±17,1	77,9 ±24,8	n. a.
	09/12	1,19 ±0,33	0,19 ±0,01	0,19 ±0,05	4,59 ±0,32	31,5 ±4,66	118 ±10,0	295 ±124	n. a.
	01/13	1,56 ±0,21	0,38 ±0,04	0,37 ±0,02	3,59 ±1,92	13,7 ±3,03	122 ±15,2	91,7 ±29,1	n. a.

Bei der Interpretation der Blut- und Deckhaardaten sollte allerdings behutsam vorgegangen werden, da diese beiden Medien zum einen als Indikator zur Einschätzung der Versorgungslage nicht für alle Mineralstoffe gleichermaßen geeignet sind und die Mittelwerte zum anderen durch einen hohen tierindividuellen Schwankungsbereich gekennzeichnet sind.

Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass sich die Versorgung von Mutterkühen mit den Spurenelementen Cu, Se und Zn vor allem auf der Weide als problematisch erweist. Somit ist eine Ergänzung über Mineralfutter unbedingt erforderlich, wobei der Einsatz von standortangepassten Mischungen unter bestimmten Bedingungen (besondere Grünlandzusammensetzung, große Herden, Mangelanzeichen ...) empfehlenswert ist, jedoch im Vorab eine umfassende Bonitur und Analyse der Weideaufwüchse erforderlich macht.

Die Mineralstoffgehalte im Aufwuchs scheinen – mit Ausnahme des Mangans – vom geologischen Untergrund weniger abhängig zu sein als vielmehr von der Zusammensetzung des Grünlandbestandes.

Um einem sekundären Spurenelementmangel vorzubeugen, sollte bei der Bereitung von Graskonservaten auf einen möglichst minimalen Eintrag von Schmutz- bzw. Bodenpartikeln geachtet werden.

Literatur

- ANKE, M.; ANGELOW, S., DROBNER, C. (2002): Der Einsatz von Selen in der Ernährung. *Rekasan-Journal*: 17/18, S. 12-22.
- ANKE, M.; GÜRTLER, H.; ANKE, S. (2000): Eisen in der Ernährung. *Rekasan-Journal*: 15/16, S. 24.
- ANKE, M.; DORN, W.; MÜLLER, R. (2007): Kupfer in der Nahrungskette von Pflanze, Tier und Mensch. *Rekasan-Journal* 27/28, 24-42.
- ANKE, M.; DORN, W.; MÜLLER, R.; ZERULL, J. (2008): Zink in der Nahrungskette von Pflanze, Tier und Mensch. *Rekasan-Journal* 29/30, 39-64.
- ANKE, M.; GROPPPEL, B.; ANKE, S.; RÖHRIG, B.; NEAGOE, A. (1999): Mangan in der Ernährung. *Rekasan-Journal* 11/12, 10-13.
- ANKE, M.; KRÄMER-BESELIA, K.; MÜLLER, R. (2004): Calcium in der Nahrungskette landwirtschaftlicher Nutztiere und des Menschen. *Rekasan-Journal* 21/22, 29-46.
- GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] (2001): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. 8. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main.
- OCHRIMENKO, W. I.; LÖHNERT, H.-J.; SCHWARTZE, J.; LOBER, U. (1998): Status ausgewählter Stoffwechselparameter von Mutterkühen bei ganzjähriger Freilandhaltung. *Tierärztliche Umschau* 53, 613-620.
- TLL [Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft] (2011): Entwicklung der Tierzucht in Thüringen. Berichtsjahr 2012. *Schriftenreihe Heft 3/2013*.
- TLUG [Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie] (2012): Karte Naturräumliche Gliederung. Stand 31.12.2012.
- Wolf, C.; U. Hacker, F. Rehbock (2001): Ergebnisse eines Programms zur Systematischen Erfassung und Bekämpfung von Selen- und Kupfermangel in Mutterkuhbeständen Mecklenburg-Vorpommerns. 4. Berlin-Brandenburgischer Rindertag, Vortragsband, S. 132-134.

Produktivität verschiedener Grasnarbenhöhenbereiche (Patches) auf extensiven Rinderstandweiden unter dem Einfluss von unterschiedlichen Beweidungsintensitäten

D. Ebeling, B. Tonn und J. Isselstein

Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Graslandwissenschaft, Department
für Nutzpflanzenwissenschaften, von-Siebold-Straße 8, 37075 Göttingen

dorothee.ebeling@agr.uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Beweidung beeinflusst eine Grasnarbe durch Entblätterung, Tritt und Nährstofftransport (CURLL und WILKINS, 1983). In extensiven Weidesystemen führt „Patch grazing“ zu einer Mosaikstruktur bestehend aus kurzen (häufige Entblätterung) und langen (seltene Entblätterung) Patches (DUMONT *et al.*, 1995; DUMONT *et al.*, 2007; SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2008). Es resultiert aus einer Präferenz der Tiere für junges, qualitativ hochwertiges Pflanzenmaterial (DUMONT *et al.*, 2012). Die Beweidungsintensität bestimmt den Anteil an kurzen und langen Patches auf der Weidefläche und ist ausschlaggebend für die Produktivität einer Weidefläche (SAHIN DEMIRBAG, 2005; SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2008). Auf einem langjährigen extensiven Weideversuch (Rinderstandweide) mit drei Beweidungsintensitäten (Zielnarbenhöhen 6, 12 und 18 cm – moderat, extensiv und sehr extensiv) wurde die Produktivität von drei Patch-Typen (kurz, mittel, lang) untersucht. Es wurde davon ausgegangen, dass Patches differenzierter Grasnarbenhöhen unterschiedliche oberirdische Produktivitäten aufweisen. Die Hypothesen lauteten, dass kurze Patches produktiver sind als lange Patches (Hypothese 1) und dass die Beweidungsintensität die Produktivität der Patches beeinflusst (Hypothese 2).

Material und Methoden

Das Experiment wurde auf einem langjährigen extensiven Weideversuch in Relliehausen (51°46'N, 9°42'E, 250 m a.s.l.), Niedersachsen, durchgeführt. Mehr als 12 Jahre ist keine Düngung oder Herbizidanwendung erfolgt. Die annuelle Tagesmitteltemperatur beträgt 8.2°C, die Niederschlagsmenge 879 mm (Standort Dassel; 1961-1990, Deutscher Wetterdienst). Der Boden-typ ist ein Braunerde-Pelosol, die Pflanzengesellschaft ein *Lolium-Cynosuretum*. Seit 2005 werden drei verschiedene Beweidungsintensitäten verglichen: eine moderate, eine extensive und eine sehr extensive Beweidungsvariante, mit 6, 12 und 18 cm Zielnarbenhöhe (compressed sward height (CSH)), basierend auf zweiwöchentlichen Narbenhöhenmessungen (50 Messungen pro Weidefläche) mittels Rising-Plate-Meter (CASTLE, 1976). Durch entsprechendes Auf- und Abtreiben der Tiere wird die Zielnarbenhöhe konstant gehalten. Der Versuch ist in einem randomisierten Blockdesign angelegt und beinhaltet drei Wiederholungen (insgesamt 9 Weideflächen à 1 ha).

Im Jahre 2013 wurden drei unterschiedliche Patch-Typen anhand ihrer CSH definiert: kurz (<0,33-Quantil der Narbenhöhenmessungen), mittel (mittleres Quantil) und lang (>0,67-Quantil). Von April bis Oktober 2013 wurde je 1 Weidekorb (2*1 m) pro Patch-Typ und Weidefläche regelmäßig versetzt, sodass sich 6 Wachstumsperioden von 24 bis 40 Tagen (angepasst an das saisonale Biomassewachstum) ergaben. Innerhalb eines Weidekorbes wurde die CSH vor und nach der Wachstumsperiode auf zwei Quadratflächen (je 0,25 m²) durch je vier Rising-Plate-Meter-Messungen ermittelt. Für die Kalibration von CSH und Biomasse ist an 5 Terminen von April bis Oktober 2013 auf zwei Quadratflächen (0.25 m²) pro Weidefläche und Patch-Typ oberirdisches Pflanzenmaterial geerntet worden. Mittels linearer Regression konnten Modelle für die Vorhersage von stehender Biomasse bei gegebener CSH für jede Kombination von Block und Messzeitpunkt erstellt werden ($r^2_{\text{adjustiert}} = 0.7054$). Die

Gesamtwachstumsrate wurde als Summe aller (positiven) Differenzen stehender Biomasse zwischen zwei Messzeitpunkten berechnet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm R 3.0.2 (R CORE TEAM, 2013). Die Effekte der Faktoren Beweidungsintensität und Patch-Typ auf die jährliche Biomasseproduktion wurden mittels zweifaktorieller ANOVA bestimmt. Der Block wurde als zufälliger Effekt berücksichtigt. Mittelwertvergleiche wurden mittels Post-hoc-Test (Methode: Tukey) durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Mittlere Produktivitäten sind in Tabelle 1 gezeigt. Da die Interaktion der beiden Effekte nicht signifikant war, wurde das Modell um diese reduziert. Die Ergebnisse der zweifaktoriellen ANOVA zeigen einen signifikanten Unterschied in der Biomasseproduktion zwischen den Patch-Typen ($p = 0.001$) und zwischen den Beweidungsintensitäten ($p = 0.025$).

Produktivität verschiedener Patch-Typen

Entgegen der Hypothese 1 zeigten sich lange Patches am produktivsten ($87.1-106.7 \text{ g m}^{-2}$), wohingegen kurze Patches den geringsten Biomassezuwachs aufwiesen ($47.9-65.6 \text{ g m}^{-2}$), obgleich sich der Aufwuchs in den kurzen Bereichen durch wiederkehrende Entblätterung dauerhaft in einem frühen phänologischen Stadium befindet (RICHARDS *et al.*, 1962). Dies widerspricht auch den Ergebnissen von SAHIN DEMIRBAG *et al.* (2008), welche auf selbigen Weideflächen eine höhere Produktivität für kurze Patches im Jahr 2004 gefunden hatten. Eine Begründung hierfür könnte eine in den neun Jahren (2004 bis 2013) entstandene Verarmung an Bodennährstoffen in den häufig entblätterten Bereichen sowie eine räumliche Verlagerung der Nährstoffe hin in die langen Patches sein. DUMONT *et al.* (2012) sowie TONN *et al.* (2013) konnten eine Stabilität im Vegetationsmuster aufgrund von wiederkehrenden Fressaktivitäten in den gleichen Patch-Typen finden, was besonders auf Weiden mit geringem Weidedruck zutrifft und somit die Hypothese der Nährstoffverlagerung stützt. Der Anteil an abgestorbenem und generativem Pflanzenmaterial in langen Patches wird zwar mit zunehmendem Bestandesalter größer (SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2008) und der „Ceiling yield“ (Ertragsobergrenze) wird erreicht (PARSONS und CHAPMAN, 2000), jedoch wurde dies in unserem Versuch durch eine hohe Biomasseproduktion der Phase stärkeren Biomassewachstums kompensiert.

Einfluss der Beweidungsintensität

Die moderate Beweidungsvariante hatte für jeden Patch-Typ eine signifikant höhere Produktivität gegenüber den beiden extensiven Varianten und bestätigt damit die Hypothese 2. Eine mögliche Erklärung hierfür ist die zunehmend homogenere Nährstoffrückführung bei zunehmend stärkerem Weidedruck (MOIR *et al.*, 2011), wodurch das Biomassewachstum gefördert wird und der Anteil grünen Pflanzenmaterials höher ist (TUNON *et al.*, 2014).

Tabelle 1: Produktivität oberirdischer Biomasse (g m^{-2}) verschiedener Patch-Typen und Beweidungsintensitäten vom 19. April bis 30. Oktober 2013.

Gezeigt sind Mittelwerte und Standardabweichungen von je drei Wiederholungen (Blöcken). Verschiedene Kleinbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Patch-Typen, verschiedene Großbuchstaben signifikante Unterschiede zwischen Beweidungsintensitäten (95 % Konfidenzintervall). Beweidungsintensitäten: Moderate Beweidung (6 cm compressed sward height (CSH)), extensive Beweidung (12 cm CSH), sehr extensive Beweidung (18 cm CSH). Patch-Typen: kurz (<0,33-Quantil der Narbenhöhenmessungen), mittel (mittleres Quantil), lang (>0,67-Quantil).

Patch-Typ	Beweidungsintensität									$\alpha=0,05$
	Moderat			Extensiv			Sehr extensiv			
Kurz	393.8	±	28.2	321.4	±	122.4	287.2	±	82.8	a
Mittel	589.8	±	24.2	407.9	±	28.9	366.9	±	169.9	b
Lang	640.3	±	191.0	524.5	±	43.1	554.2	±	138.9	c
$\alpha=0,05$	A			B			B			

Schlussfolgerungen

In unserem Versuch waren verschiedene Grasnarbenhöhenbereiche (Patches) unterschiedlich produktiv (lang > mittel > kurz) und die Beweidungsintensität hat die Produktivität der Grasnarbe beeinflusst (moderat > extensiv / sehr extensiv). Bei einer langjährigen extensiven Beweidung muss man von einer Nährstoffverlagerung aus den kurzen, häufig entblätternen Patches hin zu den langen, selten entblätternen Patches ausgehen. Es sollten auch Stickstoffanalysen des Aufwuchses aus den verschiedenen Grasnarbenhöhenbereichen durchgeführt werden, um diese Hypothese prüfen zu können.

Literatur

- CASTLE, M.E. (1976): A simple disc instrument for estimating herbage yield. *Journal of the British Grassland Society* 31, 37-40.
- CURLL, M.L. und WILKINS, R.J. (1983): The comparative effects of defoliation, treading and excreta on a *Lolium perenne*-*Trifolium repens* pasture grazed by sheep. *Journal of Agricultural Science* 100, 451-460.
- DUMONT, B., ROSSIGNOLA, N., LOUCOUGARAYC, G., CARRÈREB, P., CHADOEUF, J., FLEURANCEA, G., BONIS, A., FARRUGGIA, A., GAUCHERAND, S., GINANE, C., LOUAULT, F., MARION, B., MESLÉARD, F. & YAVERCOVSKIG, N. (2012): When does grazing generate stable vegetation patterns in temperate pastures? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 153, 50-56.
- DUMONT, B., GAREL, J.P., GINANE, C., DECUQ, F., FARRUGGIA, A., PRADEL, P., RIGOLOT, C., & PETIT, M. (2007): Effect of cattle grazing a species-rich mountain pasture under different stocking rates on the dynamics of diet selection and sward structure. *Animal* 1:7, 1042-1052.
- DUMONT, B., D'HOOR, P. & PETIT, M. (1995): The usefulness of grazing tests for studying the ability of sheep and cattle to exploit reproductive patches of pastures. *Applied Animal Behaviour Science* 45, 79-88.
- MOIR, J.L., CAMERON, K.C., DI, H.J. & FERTSAK, U. (2011): The spatial coverage of dairy cattle urine patches in an intensively grazed pasture system. *Journal of Agricultural Science*, 149, 473-485.
- PARSONS, A.J. und CHAPMAN, D.F. (2000): The principles of pasture growth and utilization. In: Hopkins, A. (ed.): *Grass: Its Production and Utilization*. 3. Auflage. *Blackwell Science, Oxford, UK*, 31-79.
- R CORE TEAM (2013) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- RICHARDS, C.R., HAENLEIN, G.F.W., CALHOUN, M.C., CONNOLLY, J.D. & WEAVER, H.G. (1962): Date of cut vs. the combination of crude fiber and crude protein as estimators of forage quality. *Journal of Animal Science*, 21, 844-847.
- SAHIN DEMIRBAG, N., RÖVER, K.-U., WRAGE, N., HOFMANN, M. & ISSELSTEIN, J. (2008): Herbage growth rates on heterogeneous swards as influenced by sward height classes. *Grass and Forage Science*, 64, 12-18.
- SAHIN DEMIRBAG, N. (2005): Vegetationsentwicklung und Weideleistung von Grasland bei extensiver Beweidung mit Ochsen. *Dissertation*. Universität Göttingen.
- TONN, B., WIRSIG, A., KAYSER, M., WRAGE-MÖNNIG, N. & ISSELSTEIN, J. (2013): Patch-differentiation of vegetation and nutrient cycling in an extensive pasture system. Proceedings of the 22nd International Grassland Congress, 15.-19. September 2013, Sydney, 921-924.
- TUNON, G., KENNEDY, E., HORAN, B., HENNESSY, D., LOPEZ-VILLALOBOS, N., KEMP, P., BRENNAN, A. & O'DONOVAN, M. (2014): Effect of grazing severity on perennial ryegrass herbage production and sward structural characteristics throughout an entire grazing season. *Grass and Forage Science*, 69, 104-118.

Nähr- und Mineralstoffgehalte bei Kurzrasenweide 2013

E. Leisen

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen,
Nevinghoff 40, 48147 Münster

edmund.leisen@lwk.nrw.de

Einleitung und Problemstellung

Auf Kurzrasenweiden steht idealerweise über die gesamte Weideperiode ein sehr junger Aufwuchs. Je nach Jahreszeit und Witterung ist mit Veränderungen bei den Inhaltsstoffen zu rechnen. Sind die Inhaltsstoffe bekannt, kann im Stall gezielter ergänzt werden. Die bisherigen Untersuchungen zu den Nährstoffgehalten von Futter auf Kurzrasenweiden wurden bei Aufwuchshöhen durchgeführt, die den Einsatz von Mähern zuließen. Bei Aufwuchshöhen unter 5 cm, wie in vielen Betrieben in den letzten Jahren beobachtet, ist ein Schnitt mit einem üblichen Mäher aber nicht möglich. Untersuchungen bei dieser kurzen Narbe sind aber unerlässlich, da die Futteraufnahme bei dieser geringen Wuchshöhe fast ausschließlich aus Blättern besteht. Bei höheren Aufwüchsen kommen Stängel hinzu. Fütterungsversuche mit höheren Aufwüchsen sind deshalb nicht übertragbar auf Kurzrasenweiden mit Aufwuchshöhen unter 5 cm.

Fragestellung

Wie ändern sich Nähr- und Mineralstoffe während der Weidezeit auf einer Kurzrasenweide?

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden auf einer alten Grünlandfläche auf lehmigem Sandboden in Niederungslage durchgeführt (Weidelgras-Weißklee-Bestand). Bei der Messung der Wuchshöhe und beim Schnitt blieben die Bereiche der Weidereste unberücksichtigt, da sie von den Kühen nicht gefressen werden. Die Schnitte erfolgten mit einer Handschere in einer Aufwuchshöhe, wie sie von den Kühen abgefressen wurde. Um den Einfluss der Tageswitterung mit einzuschätzen, erfolgte der Schnitt in den Abendstunden.

Ergebnisse und Diskussion

Abb. 1 und 2 zeigen die Nährstoffgehalte, Abb. 3 und 4 die Mineralstoffgehalte über den Zeitraum Mai bis Oktober. Tab. 1 und 2 zeigen weitere Daten, einschließlich zur Witterung im Zeitraum der Probenahme.

Hohe Nährstoffgehalte bei Kurzrasenweide

Der Frühjahrsaufwuchs war sehr nährstoffreich und blieb dies auch während der gesamten Weidezeit (Abb.1): Viel Rohprotein und viel Zucker bei gleichzeitig niedrigen Rohfasergehalten. Genauere Angaben zum Energiegehalt sind derzeit noch nicht möglich, da für derart kurze Aufwüchse (meist noch unter 5 cm, nur Blätter werden gefressen) keine Fütterungsversuche vorliegen. Die Rohfasergehalte lagen zwischen 14,1 und 17,0 % und damit vor allem im Sommer und Herbst deutlich niedriger als in Fütterungsversuchen (Pries *et al.*, 2011): Hier lagen die Rohfasergehalte im Sommer und Herbst bei 21,4 bzw. 20,7 %, berechnet auf Basis von 10 % Aschegehalt). Daher ist bei dem sehr jungen Futter der Kurzrasenweide mit relativ hohen Energiegehalten zu rechnen. Der Energiegehalt lag im Frühjahr wahrscheinlich über 7,5 MJ NEL/kg T, im Sommer um die 7 MJ NEL/kg T und im Herbst wiederum über 7 MJ NEL/kg T. Dass derart hohe Energiegehalte im Herbstaufwuchs auch möglich sind, zeigen Hammeltests mit Gras-Kleemischungen aus 2004 (Pries *et al.*, 2005): Bei einem Rohfasergehalt von 18,0 – 20,3 %, berechnet auf Basis von 10 % Aschegehalt (und

damit deutlich höher als auf der Kurzrasenweide), lag die Verdaulichkeit der organischen Substanz beim Erntetermin am 25. Oktober 2004 noch bei über 80 % und bei nicht zu hohem Aschegehalt der Energiegehalt in der Silage bei 6,92 MJ NEL/kg T. Im frischen Aufwuchs (ohne Silierverluste) dürfte der Energiegehalt 2004 deshalb über 7 MJ NEL/kg T gelegen haben und das bei Rohfasergehalten, die zur gleichen Jahreszeit 2 – 4 % höher lagen als auf der Kurzrasenweide.

Bei den Zuckergehalten gilt: An sonnenreichen Tagen liegen die Zuckergehalte deutlich höher (Abb. 2).

Tabelle 1: Inhaltsstoffe in Kurzrasenweide, Mai – Juli 2013 (Probenahme: jeweils Montagabend)

Kalenderwoche	19	21	23	25	27	29	31
Probenahme	6.5.	20.5.	3.6.	17.6.	1.7.	15.7.	29.7.
Sonnenstunden	11	6	12	11	8	9	5
Wuchshöhe cm	5,0	4,3	2,5	4,0	3,5	4,0	3,0
Witterung (bei Temp. Max in 2 m Min in 20 cm)	sonnig (11 h, davor 14 h), trocken (24°C, 3°C)	wechselnd (6 h Sonne, (18,4°C, 9,6°C), 8 mm	sonnig (12 h, Tag davor 8 h), tro- cken (12°C, 3°C)	sonnig (11 h, Tag davor 9 h), tro- cken (20°C, 7°C)	wechselnd (8 h Son- ne, Tag davor 5 h), (18,°C, 11°C)	sonnig (9 h, Tag davor 1 h), tro- cken (25°C, 7°C)	wechselnd (5 h Sonne, davor 3 Tage: Summe 22 h Sonne) (26°C, 13°C), 3 mm
Inhaltsstoffe bei 10 % Aschegehalt							
Rohprotein (%)	22,3	24,6	23,1	20,9	22,3	22,2	21,6
Rohfaser (%)	15,0	16,5	15,1	14,1	14,1	14,5	16,3
Rohfett (%)	2,7	3,9	4,3	3,2	3,8	5,1	5,3
Zucker (%)	13,0	6,8	13,6	9,9	3,1	10,3	6,9

Tabelle 2: Inhaltsstoffe in Kurzrasenweide, August – September 2013 (Probenahme: jeweils Montagabend)

Kalenderwoche	33	35	37	39	40	42	43
Probenahme	12.8.	26.8.	9.9.	23.9.	30.9.	14.10.	21.10.
Sonnenstunden	4	9	4	0	11	7	7
Wuchshöhe cm	2,5	2,5	2,5	4,0	3,0	3,0	3,0
Witterung (bei Temp. Max in 2 m Min in 20 cm)	wechselnd (4 h, davor 2 Tage: Summe 7 h Sonne), trocken (22°C, 11°C)	sonnig (9 h, seit 7 Ta- gen), tro- cken (24°C, 8°C)	wechselnd (4 h Son- ne, Tag davor 0 h), (19°C, 7,1°C), 2,2 mm	bedeckt (0 h Son- ne 2 Ta- ge), (17,5°C, 12,5°C)	sonnig über 6 Tage (je 11 h), (14,9°C, 0,5°C)	wechselnd (2 Tage: Sonne je 7 h), (15,4°C, 1,1°C), 3,6 mm	wolkig (7 h Sonne, davor 2 Tage be- deckt), (23,5°C, 6,2°C), 2 mm
Inhaltsstoffe bei 10 % Aschegehalt							
Rohprotein (%)	23,2	23,9	24,6	24,0	23,9	24,2	27,2
Rohfaser (%)	17,0	16,8	16,5	15,9	15,6	15,6	15,9
Rohfett (%)	5,6	5,4	4,9	4,6	4,2	4,1	5,4
Zucker (%)	6,5	6,1	5,7	6,9	15,4	11,2	8,9

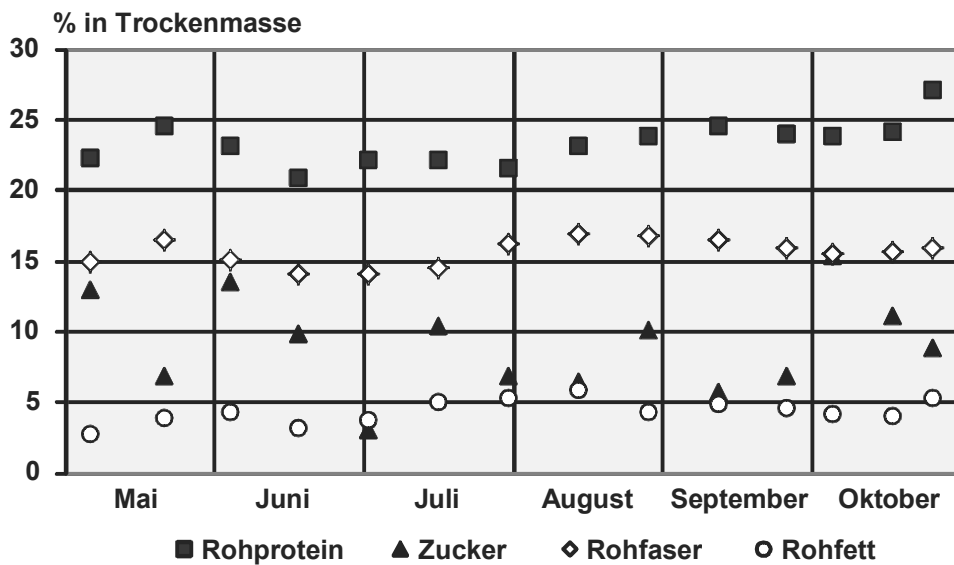


Abbildung 1: Inhaltsstoffe in Kurzrasenweide 2013 (Wuchshöhe 2,5 – 5 cm)

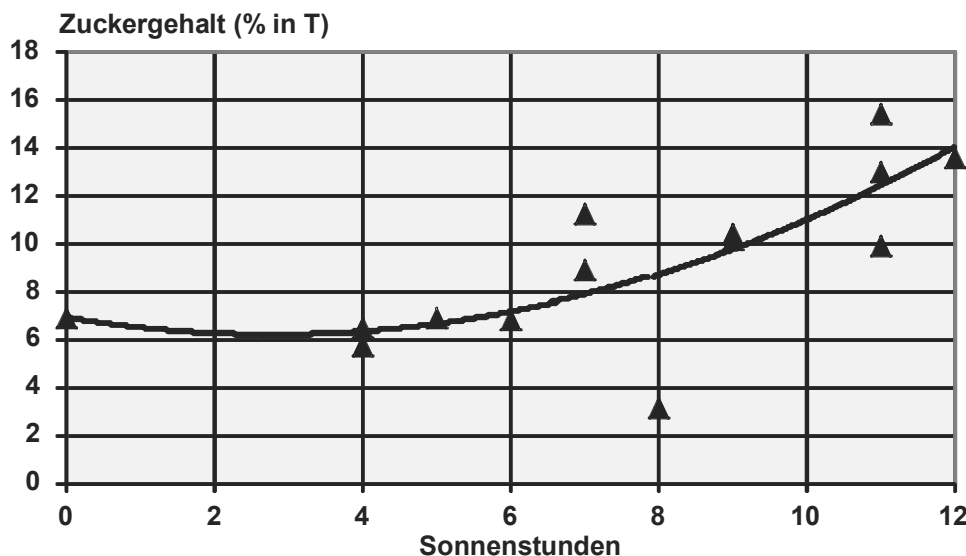


Abbildung 2: Zuckergehalte im Vergleich zu Sonnenstunden bei Kurzrasenweide 2013

Mineralstoff- inklusive Schwefelgehalte

Die höheren Ca-Gehalte im Sommer deuten auf höhere Kleeanteile im Aufwuchs zu dieser Zeit (Abb. 3). Die P-Gehalte lagen über die gesamte Weidezeit mit über 0,4 % in der Trockenmasse relativ hoch. Die Mg-Gehalte waren mit über 0,2 % ebenfalls relativ hoch. Aufgrund verminderter Aufnahme bei jungem sowie kalium- (Abb. 4) und eiweißreichem Futter kann sicherheitshalber eine Ergänzung über Mineralfutter trotzdem sinnvoll sein. Die Na-Gehalte lagen durchweg unter 0,1 %. Viehsalz war deshalb in jedem Fall empfehlenswert. S-Gehalte von über 0,2 % erscheinen relativ hoch. Entscheidend bei der Beurteilung der S-Versorgung ist aber der N:S-Quotient. Werte über 12 : 1 deuten auf eine zumindest zeitweise knappe Versorgung (Abb. 4). Die K-Gehalte lagen mit Werten von meist um 3 % relativ hoch, was bei jungem Aufwuchs aber auch häufiger auftritt.

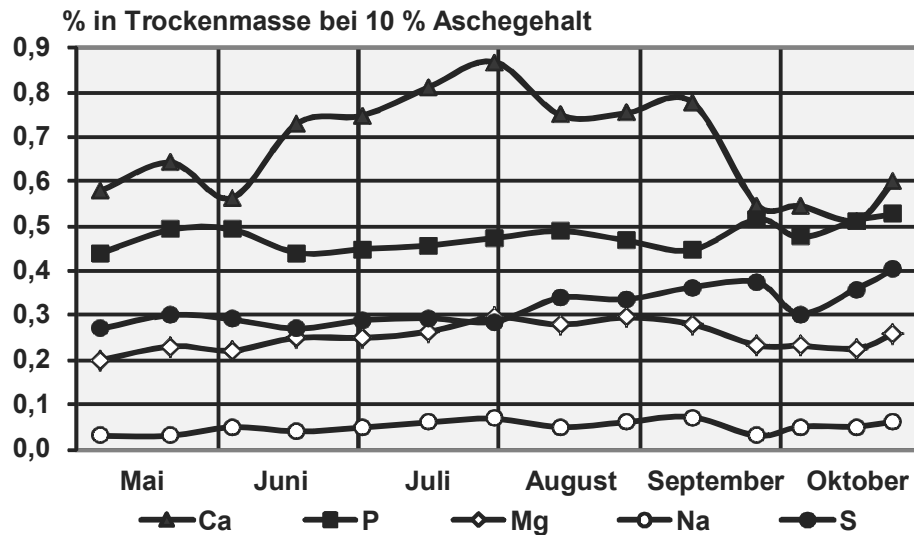


Abbildung 3: Mineralstoff- incl. S-Gehalte in Kurzrasenweide 2013 (Wuchshöhe 2,5 – 5 cm)

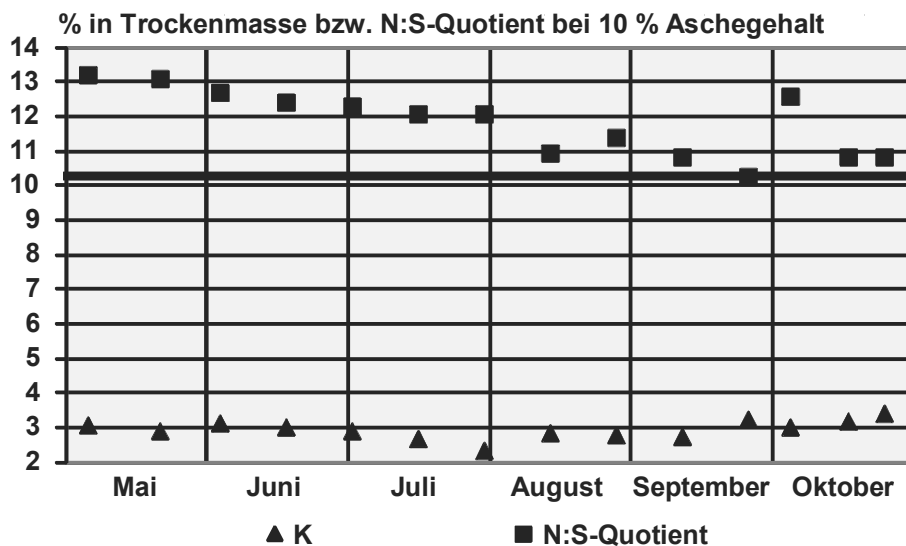


Abbildung 4: Mineralstoffgehalte in Kurzrasenweide 2013 (Wuchshöhe 2,5 – 5cm)

Schlussfolgerungen

Der Aufwuchs der Kurzrasenweide war nährstoffreich. Der Zuckergehalt variierte je nach Sonnenscheindauer. Die Mineralstoffgehalte lagen meist hoch. Bei Magnesium ist aufgrund einer möglichen geringeren Resorption und bei Natrium aufgrund der geringen Gehalte eine Ergänzung über Mineralfutter trotzdem zu empfehlen.

Danksagung

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

Literatur

- PRIES, M. & E. LEISEN (2005): Fütterungsversuche zur Bestimmung des Futterwertes von Kleeegrassilagen mit unterschiedlichem Anteil von Weißklee und Rotklee im Herbstaufwuchs. AG Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Tagungsband 2005, 170 – 173
- PRIES M., MENKE A. (2011): Jahresauswertung 2010 der Energetischen Futterwertprüfung. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 31 S.

pH-Veränderungen im Pansen bei Umtriebs-, Portions- und Kurzrasenweide

E. Leisen

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen,
Nevinghoff 40, 48147 Münster
edmund.leisen@lwk.nrw.de

Einleitung und Problemstellung

Pansenacidosen können die Tiergesundheit belasten. Niedrige pH-Werte können nicht nur während der Stallhaltung auftreten, sondern auch in der Weidezeit, wie Untersuchungen aus Irland und Australien zeigen (O'GRADLY *et al.*, 2008; BRAMLEY *et al.*, 2008). Diese Untersuchungen sind unter dem System Umtriebsweide durchgeführt worden. Erste Untersuchungen bei Kurzrasenweide zeigen: Bei schonender Übergangsfütterung und begrenzter Krafffuttergabe traten in Untersuchungen in Österreich keine kritischen pH-Wert Situationen auf (STEINWIDDER *et al.*, 2013). Diese Untersuchungen lassen vermuten: In der Praxis ist je nach Fütterungs- und Weidesystem mit unterschiedlichen pH-Werten zu rechnen.

Fragestellung

Welchen Einfluss haben verschiedene Weidesysteme auf den Tagesverlauf der pH-Werte im Pansen?

Material und Methoden

Während der Weideperiode wurden 2013 die pH-Werte im Pansen von Milchkühen in 4 Betrieben festgehalten. In 2 Betrieben erfolgte durchgehend die Nutzung als Kurzrasenweide, in einem Betrieb als Portionsweide und in einem Betrieb als Umtriebsweide mit Wechsel der Fläche nach etwa 1 Woche. Die Messungen erfolgten bei jeweils 4 Kühen, auf dem Betrieb mit Umtriebsweide bei 1 Kuh. Kontinuierlich wurden alle 10 Minuten die pH-Werte mit Sensoren im Pansen gemessen (GASTEINER *et al.*, 2011). Die Werte der einzelnen Kühe wurden auf ein mittleres langfristiges Niveau von pH 6,27 eingestellt (Mittel von 6 Monaten) (LEISEN, 2014).

Ergebnisse und Diskussion

Allgemeines zu den Abbildungen: Bei der Umtriebsweide erfolgte der Umtrieb um etwa 13.00 Uhr. Der Tagesverlauf in allen Abbildungen beginnt entsprechend um 13.00 Uhr.

pH-Wert Veränderungen bei Kurzrasenweide und unterschiedlichen Krafffuttergaben

Die Besonderheiten der 2 Betriebe: Kurzrasenweide auf Standweide mit täglich 1,5 bzw. 4 kg Krafffutter/Kuh und Zufütterung von Silage und Heu nur in Ausnahmesituationen. Der niedrigste pH-Wert wird in den Abendstunden erreicht, der höchste in den Morgenstunden. Die Differenz zwischen dem minimalem und maximalem Wert liegt bei 1,5 kg Krafffutter/Kuh bei 0,24 pH-Einheiten und bei 4 kg Krafffutter/Kuh bei 0,31 pH-Einheiten.

Die möglichen Gründe für den Tagesverlauf: Die Futteraufnahme erfolgt hauptsächlich während des Tages. Während dieser Zeit sinken die pH-Werte. Nachts ruhen die Kühe vor allem. Zu diesen Zeiten steigt der pH-Wert.

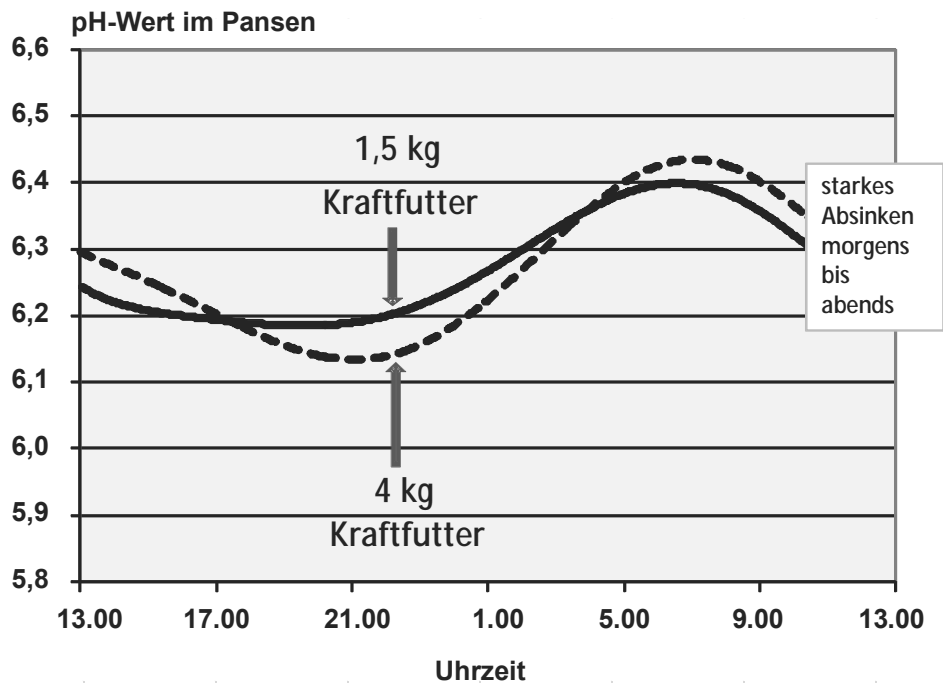


Abbildung 1: Tagesverlauf des Pansen pH-Wertes bei Kurzrasenweide 2013

pH-Wert Veränderungen bei Portionsweide und 100 % Weideanteil

Die Besonderheiten dieses Betriebes: Portionsweide ohne Zufütterung (inklusive des Verzichtes auf Kraftfutter). Zweimal täglich, nach dem Melken, wird eine neue Fläche zugeteilt. Nach jeder Neuzuteilung sinkt der pH-Wert zuerst ab, um dann wieder anzusteigen. Die niedrigsten pH-Werte werden in den Mittags- und in den Abendstunden erreicht, die höchsten in den Morgenstunden. Die Differenz zwischen minimalem und maximalem Wert liegt im Sommer im Mittel bei 0,26 pH-Einheiten.

Die möglichen Gründe für den Tagesverlauf: Die Futteraufnahme erfolgt hauptsächlich nach der erneuten Flächenzuteilung am Vormittag und in den frühen Nachtstunden. Zu diesen Zeiten sinkt auch der pH-Wert. Nachts steigt bei geringerer Futteraufnahme der pH-Wert.

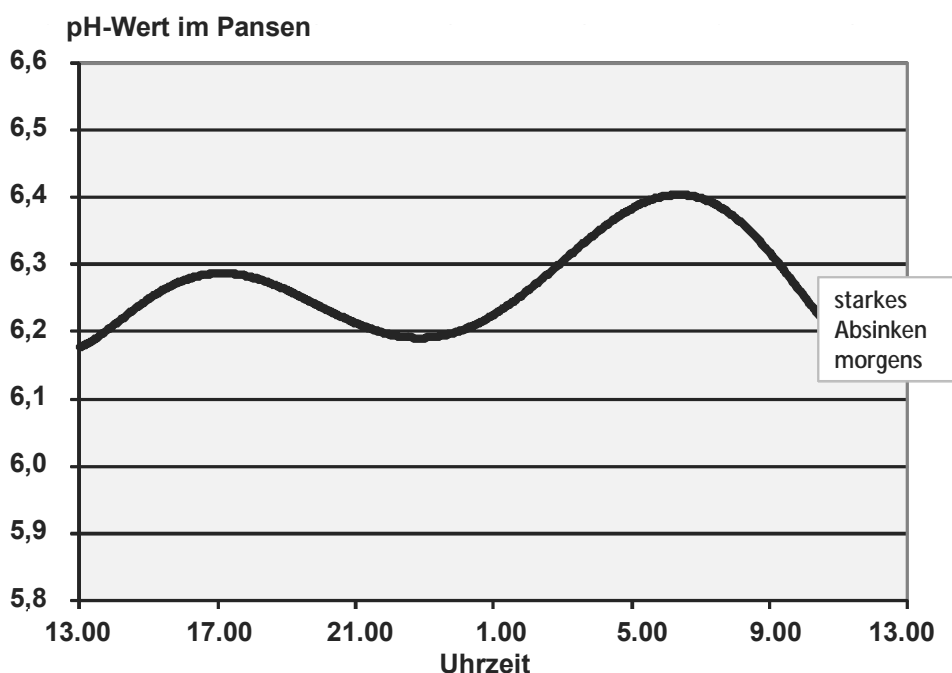


Abbildung 2: Tagesverlauf des Pansen pH-Wertes bei Portionsweide 2013

pH-Wert Veränderungen im Pansen bei Umtriebsweide

Die Besonderheiten dieses Betriebes: Umtriebsweide ohne Zufütterung (inklusive des Verzichtes auf Krafffutter). Etwa einmal wöchentlich wird jeweils um etwa 13.00 Uhr eine neue Fläche zugeteilt. An den meisten Tagen zeigt sich ein vergleichbarer Tagesverlauf wie bei der Kurzrasenweide: Abends niedrige und gegen Morgen hohe pH-Werte (siehe Kurvenverlauf 48 bis 120 Stunden vor Umtrieb, Abb. 3). In den letzten beiden Tagen, vor allem in den letzten 24 Stunden, treten erhöhte pH-Werte auf. Nach Umtrieb sinken die pH-Werte dann aber mit 0,5 pH-Einheiten sehr stark ab (stärker als in anderen Systemen) und zwar über mehr als einen Tag lang.

Die möglichen Gründe für die pH-Verläufe: In den letzten Tagen vor dem Umtrieb nimmt die Futteraufnahme ab und das aufgenommene Futter ist auch weniger energiereich. Nach dem Umtrieb fressen die hungrigen Kühe in kurzer Zeit die jungen oberen Pflanzenteile, die schnell im Pansen umgesetzt werden. Extrem niedrige pH-Werte treten hier auch ohne Zugabe von Krafffutter auf.

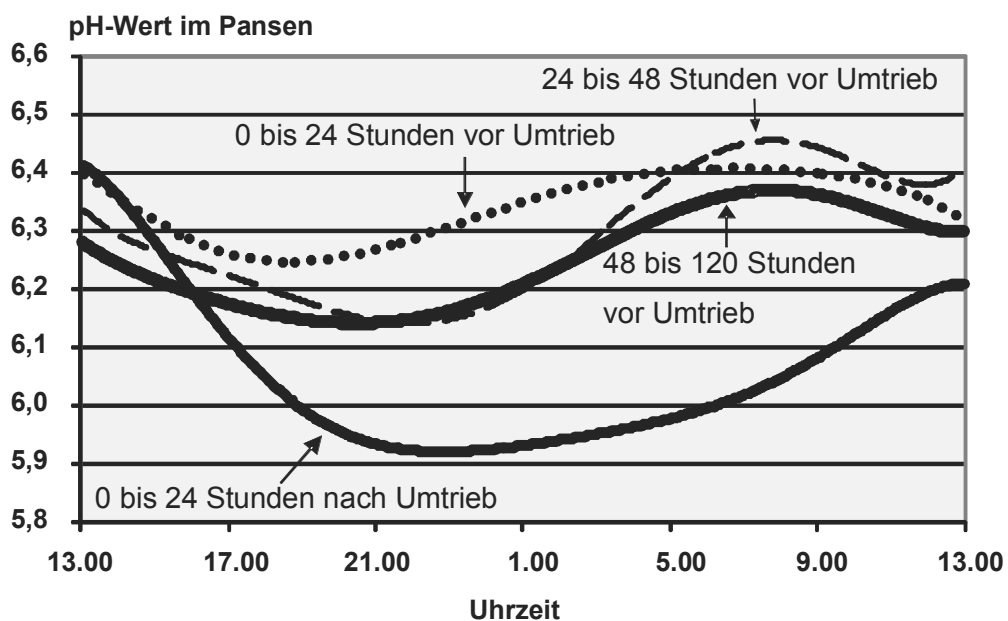


Abbildung 3: pH-Werte im Pansen vor und nach Umtrieb auf eine neue Parzelle

Schlussfolgerungen

Bei Kurzrasenweide als Standweide gab es die höchsten pH-Werte in den Morgenstunden und die niedrigsten am Abend. Bei Portionsweide sanken die pH-Werte nach jeder Neuzuteilung, um vor Umtrieb dann wieder anzusteigen. Bei Umtriebsweide mit wöchentlichem Umtrieb gab es nach Umtrieb die stärksten pH-Wert Veränderungen und das trotz des Verzichtes auf Krafffuttergaben.

Danksagung

Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe ökologischer Landbau in NRW“ mit finanzieller Unterstützung des Landes NRW, der Lehr- und Forschungszentrum in Gumpenstein, Österreich, der Firma smaXtec und der beteiligten Landwirte durchgeführt. Dank auch den Landwirten für laufende Datenerfassung.

Literatur

- BRAMLEY E., LEAN I. J., FULKERSON W. J., STEVENSON M.A., RABIEE A. R., COSTA N. D. (2008): The definition of acidosis in dairy herds predominantly fed on pasture and concentrates. *J. Dairy Sci.* 308-321.
- GASTEINER J., GUGGENBERGER T., FALLAST M., ROSENKRANZ S., HÄUSLER J., STEINWIDDER A. (2011): Continuous and long term measurement of ruminal pH in grazing dairy cows by an indwelling and wireless data transmitting unit. *Proc. of 16th Symposium of the European Grassland Federation.* 244-246.
- LEISEN, E. (2014): pH-Wert und Temperatur im Pansen – Datenaufbereitung und Bewertung einer neuen Messmethode. *Leitbetriebe Ökologischer Landbau in Nordrhein-Westfalen – Versuchsbericht 2013 (im Druck)*
- O'GRADY L., DOHERTY M. L., MULLIGAN F.J. (2008): Subacute rumen acidosis in grazing Irish dairy cows. *The Veterinary Journal*, 44-49.
- STEINWIDDER A., PFISTER R., ROHRER H., HORN M., GASTEINER J. (2013): Einfluss der Umstellung von Stall- auf Weidefütterung auf den Vormagen pH-Wert von Milchkühen. *Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau*, 508-511.

Wuchsform von Pflanzen im System der Kurzrasenweide

E. Leisen

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen,
Nevinghoff 40, 48147 Münster
edmund.leisen@lwk.nrw.de

Einleitung und Problemstellung

Auf Kurzrasenweiden bleibt die Narbe die gesamte Vegetationszeit kurz. Um die 5 cm Wuchshöhe wird angestrebt, in der Praxis sind es häufig noch weniger, zeitweise sogar weniger als 3 cm (Messung ohne Weidereste). Das zwingt die beteiligten Pflanzenarten zu einer Anpassung an die veränderten Konkurrenzverhältnisse auf der Weide.

Fragestellung

Welche Pflanzenarten können sich auf der Kurzrasenweide halten und wie passen sie sich an?

Material und Methoden

In den Jahren 2012 bis 2014 wurden bei insgesamt 164 Betriebsbesuchen etwa 500 verschiedene Kurzrasenweiden begangen. Auf Bildern wurde dabei die Entwicklung einzelner Pflanzenarten festgehalten.

Ergebnisse und Diskussion

Allgemeines:

Die Gräser passen sich an den tiefen Verbiss an. Die unteren Halme liegen flach am Boden, die nach oben wachsenden Blätter werden abgefressen. Die Einzelpflanze breitet sich durch Seitentriebbildung in die Breite aus. Das trägt zu einer dichteren Narbe bei. In den Bereichen, in denen Tiere fressen, werden fast alle im Wirtschaftsgrünland vorkommenden Gräser und Kräuter, einschließlich Wolligem Honiggras, Flechtstraußgras, Rotschwingel, Quecke, Kriechender Hahnenfuß gleichermaßen abgebissen. Unterschiede gibt es allerdings im Bereich der Weidereste.

Deutsches Weidelgras und Weißklee:

Unter Bedingungen der Kurzrasenweide breiten sich diese Arten vegetativ aus. Bei extrem starkem Verbiss (beispielsweise auf einer Kälberweide mit bis zu 1 cm Verbißtiefe) können die Narben allerdings auch lückig werden.

Lieschgras:

Diese an sich konkurrenzschwache Art gilt normalerweise für eine hohe Nutzungsfrequenz durch Beweidung als „unzureichend angepasst“ (OPITZ VON BOBERFELD, 1994). Auch Dürre soll sie nicht vertragen. Ungewöhnlich daher das Auftreten auf einer Pferdeweide mit leichtem Boden (etwa 20 Bodenpunkte). Der Bestand wurde 2011 mit einer Extensivmischung ohne Weißklee eingesät. Er wurde von Pferden abgeweidet, die bis auf 1 cm verbissen hatten. Im Frühjahr 2014 war bestandesbildend der Rotschwingel mit einem Ertragsanteil von 78 %, gefolgt von Deutschem Weidelgras mit 13 % und Lieschgras mit 9 %. Deutlich in diesem 3. Hauptnutzungsjahr: Das Lieschgras breitet sich über Bestockungszwiebeln aus. Zum Vergleich der nebenstehende Bestand durch Kühe abgeweidet: Hier hatte das Lieschgras etwa den gleichen Ertragsanteil wie auf der Pferdeweide.

Knautgras:

Im Frühjahr ist diese Art eine der ersten, die zu wachsen beginnt (dadurch übrigens auch etwas stärker spätfrostgefährdet). Die jungen Pflanzenteile werden gut abgefressen. Im Bereich der Weidereste können allerdings auch Horste entstehen, die von den Tieren weniger gerne aufgenommen werden.

Wiesenrispe:

In den westlichen Niederungslagen aber auch in der Eifel kommt diese Art nach Bonituren der letzten 10 Jahre seltener vor als in den Mittelgebirgslagen weiter östlich (Sauerland, Bergisches Land). Ausnahme: Moorstandorte. Unter den Bedingungen der Kurzrasenweide kann sich diese Art auch noch über Nachsaaten erfolgreich etablieren, wie Versuche aus Österreich (STARZ *et al.*, 2013) gezeigt haben.

Wolliges Honiggras:

Im Fressbereich wird diese Art mit abgeweidet, im Bereich der Weidereste liegen allerdings viele abgestorbene Pflanzenteile. Dies ist möglicherweise der Grund, warum hier kein Verbiss erfolgt. Das führt dazu, dass diese Art zeitweise hoch hinauswächst und weithin sichtbare Weidereste bildet.

Gemeine Rispe:

Im jungen Stadium wird diese Art gut abgefressen, sogar in Bereichen, in denen sie vorherrschend ist. Im Bereich der Weidereste befinden sich aber viele abgestorbene Pflanzenteile. Dadurch wird sie hier nicht gefressen.

Rohrschwengel:

Diese an Feuchtstandorte angepasste Art (Rohrschwengelweiden) hat an sich eine arttypisch Futterwertzahl von nur 4. In einigen Mischungen ist sie trotzdem anzutreffen. Dort, wo die Narbe gut abgeweidet ist, wird diese Art auch mitgefressen. Im Bereich der Weidereste zeigt sie das artspezifisch bekannte Aussehen: Sie bildet Horste. Hiervon werden nur die Spitzen der Pflanzen gefressen. Nachmahd wird hier erforderlich sein, um diese Bereiche für die Weide wieder nutzbar zu machen.

Spitzwegerich und Zichorie:

Beide Kräuter werden sehr tief abgebissen. Bildet Zichorie im Bereich von Weideresten einen hochwachsenden Trieb, werden die daran befindlichen Blätter von den Kühen selbst bei ausreichendem Futterangebot abgefressen. Der bittere Geschmack scheint sie nicht zu stören.

Krauser und Stumpfbältriger Ampfer:

Bei konsequenter Kurzrasenweide werden diese Pflanzen nach kurzer Zeit zurückgedrängt. Wahrscheinlich gilt dies auch für die Quecke.

Danksagung

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

Literatur

OPITZ VON BOBERFELD, W. (1994): Grünlandlehre. Eugen Ulmer Verlag

STARZ, W., STEINWIDDER, A., PFISTER, R., ROHRER, H. (2013): Etablierung von Wiesenrispengras in einer 3-schnittigen Dauerwiese mittels Kurzrasenweide. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 146 – 149

Ballungsraumnähe und Besatzstärke beeinflussen die Vielfalt der Vegetation des Grünlands pferdehaltender Betriebe

A. Schmitz und J. Isselstein

Georg-August Universität Göttingen,
von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

Anja.Schmitz@agr.uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Die Pferdehaltung erfüllt in Deutschland mittlerweile eine bedeutende Funktion in Bewirtschaftung und Erhalt von Grünland. Bei einem geschätzten Bestand von 1,2 Mio Pferden und Ponies (FN 2014) ist von einem Grünlandbedarf von etwa 500.000 ha für Weidegang und Raufutterproduktion auszugehen. Insbesondere im ballungsraumnahen ländlichen Raum ist häufig ein hoher Anteil an Pferdeweiden im Grünland zu beobachten.

Je nach betrieblicher Ausrichtung sowie Entfernung zum Ballungsraum kann die Flächenausstattung, Funktion der Weiden für den Betrieb und damit auch ihre Nutzungsintensität erheblich variieren. Die Funktion der Weide zur Futterbereitstellung steht in der Pferdehaltung oft nicht im Vordergrund. Die Weide dient dem Pferd häufig vor allem als Auslauf zur Befriedigung des grundlegenden Bewegungsbedürfnisses. Mit Blick auf das Tierwohl werden Weiden in der Praxis häufig überansprucht, was in Narbendegradierung und Zunahme unerwünschter Kräuter resultieren kann. Andererseits lassen extensiv genutzte Pferdeweiden mit vergleichsweise hoher Artenvielfalt auch auf ein Potential zum funktionalen Erhalt artenreichen Grünlands schließen.

Material und Methoden

Auf 70 Betrieben in Norddeutschland und den Mittelgebirgen wurden Daten zur Betriebsstruktur und zum Flächenmanagement erhoben, sowie auf je 4 Flächen pro Betrieb floristische Kartierungen und Bodennährstoffanalysen durchgeführt. Die Betriebe wurden kategorisiert nach ihrem räumlichen Abstand zur nächsten Großstadt (<100.000 Einwohner) und nach ihrer Besatzstärke (Pferde-GV/haGrünland/Betrieb). Mittels Kovarianzanalysen (AnCova) wurden diese Kategorien auf Unterschiede hinsichtlich Ertragsanteilen funktionaler Gruppen (Gräser, Kräuter, Leguminosen) und Ertragsanteilen typischer Störungszeiger auf Pferdeweiden (*Bellis perenne*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cerastium glomerata*, *Cirsium arvense*, *Plantago major*, *Ranunculus acris*, *Ranunculus repens*, *Rumex obtusifolius*, *Poa annua*) untersucht. Ebenso wurden Unterschiede hinsichtlich Artenanzahl und Anzahl beobachteter Indikatorarten artenreichen Grünlands (Matzdorf, 2010) geprüft. Als Kovariablen wurden die Geographische Länge und Breite in Dezimalgrad verwendet um den aus der großräumigen Verteilung der untersuchten Betriebe hervorgehenden räumlichen Effekt auf die Vegetationskomposition zu kontrollieren. Im Falle von Varianzheterogenität wurden signifikante Ergebnisse mit nichtparametrischem Test (Kruskall-Wallis, Friedman's ANOVA) überprüft. Die statistische Auswertung der Vegetationskomposition erfolgte anhand der Canonical Constrained Ordination (CCA) um signifikante Einflussfaktoren zu ermitteln. Management- und Umweltfaktoren wurden per Monte-Carlo Permutationstest (499 Permutationen) auf Signifikanz geprüft. Univariate Statistik erfolgte in Statistica10, multivariate Statistik in Canoco4.5.

Ergebnisse und Diskussion

Die 70 untersuchten Betriebe umfassen eine Bandbreite von guter Flächenausstattung und sehr extensiver Besatzstärke bis hin zu sehr hoher Besatzstärke (Tabelle1).

Tabelle 1: Übersicht Flächenausstattung der Betriebe (N=70)

	Mittel	Stabw. Mittel	Median	Min.	Max.
Grünland für Pferdehaltung (ha)	35,7	54,7	21,1	3	400
Pferde-GV Betrieb	39,7	32,3	33,8	3	209
Besatzstärke (Pferde-GV/ha/Betrieb)	1,79	2,57	1,12	0,21	20

Auffällig sind die jeweils sehr hohen Standardabweichungen der Mittelwerte. Sie spiegeln die ausgeprägte Variabilität der Pferdebetriebe in Betriebsstruktur und Flächenausstattung wider.

Doch knapp 80 % der Betriebe verfügen über eine sehr gute bis angepasste Flächenausstattung und Besatzstärke (<0,5 – 2 GV/ha). Die Nebenerwerbs- und Hobbybetriebe zeigen im Mittel zwar geringere Flächenausstattung, aber auch geringere Besatzstärke als Haupterwerbsbetriebe und können die Flächen extensiver bewirtschaften. Dies spiegelt sich auch in einer geringeren Stickstoffdüngung ($p = 0.002$) und Weidepflegeintensität in Nebenerwerbsbetrieben.

Reitvereine und ballungsraumnah gelegene Pensionsställe weisen im Mittel eine höhere Besatzstärke auf als landwirtschaftlich geführte Pensionsställe und Zuchtbetriebe.

Betriebe im direkten Einzugsgebiet von Großstädten (<10km Entfernung zum Stadtrand) zeigen eine tendenziell ($p = 0,07$) geringere Flächengröße einzelner Weiden und eine signifikant ($p = 0,01$) höhere Besatzstärke (Abb.1).

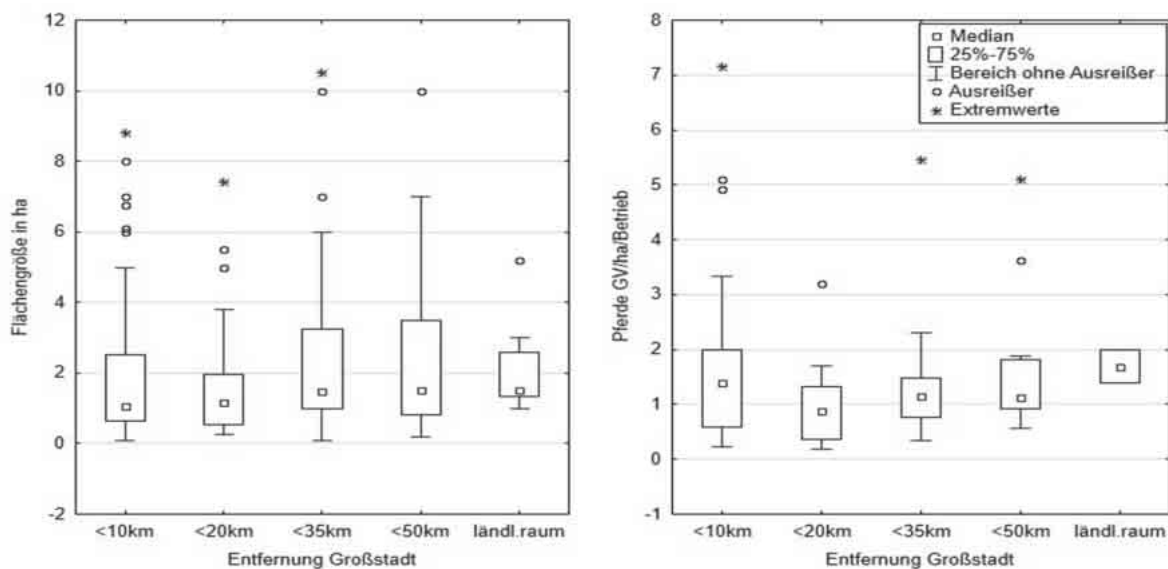


Abbildung 1: Box-Plots der Flächengröße der einzelnen Weiden und Wiesen, sowie der Besatzstärke, kategorisiert nach der Entfernung zur nächstgelegenen Großstadt (<100.000 Einwohner).

Insgesamt wurden auf den Flächen 242 Pflanzenarten des Grünlands gefunden. Lediglich 132 dieser Arten kamen auf mehr als 4 Flächen vor, was zuerst dem breiten räumlichen Gradienten von den Niederungen bis in die hohen Mittelgebirge geschuldet ist. Aus der CCA (Abb.2) gehen deutlich die Effekte von Standort und Nutzungsintensität hervor. Insbesondere der pH-Wert erklärt einen großen Teil der Varianz im Artenraum ($p = 0.002$). Ebenfalls signifikanten Einfluss auf die Komposition haben die Standortfaktoren Höhe über Normalnull und die Nährstoffverfügbarkeit (hier repräsentiert durch K_2O_5 , das in den multivariaten Analysen den größten Effekt auf die Vegetationskomposition zeigte). Insbesondere erklärt jedoch der Besatzstärke die Varianz in der Vegetationskomposition ($p = 0.002$). Eng mit dem Gradienten korreliert sind Störungszeiger wie *Bellis perennis*, *Plantago major*, *Poa annua* oder nit-

rophile Arten wie *Rumex obtusifolius*. Diese Arten finden bei hohem Besatz ihr Optimum, während *Agrostis capillaris*, *Festuca rubra* und *Trifolium pratense* vermehrt unter geringerer Flächennutzungsintensität auftreten.

Die Kovarianzanalysen zeigen bei höherer Besatzstärke signifikant geringere Ertragsanteile an Gräsern aber höhere Ertragsanteile der Leguminosen ($p = 0.01$). Dies ist durch den selektiven Frass und die Nährstoffumverteilung durch weidende Pferde zu erklären (ARCHER, 1973; FLEURANCE et al, 2010, SCHMITZ UND ISSELSTEIN, 2013). Besonders auf wiederholt befressenen Bereichen mit Nährstoffentzug gewinnt *Trifolium repens* Konkurrenzskraft.

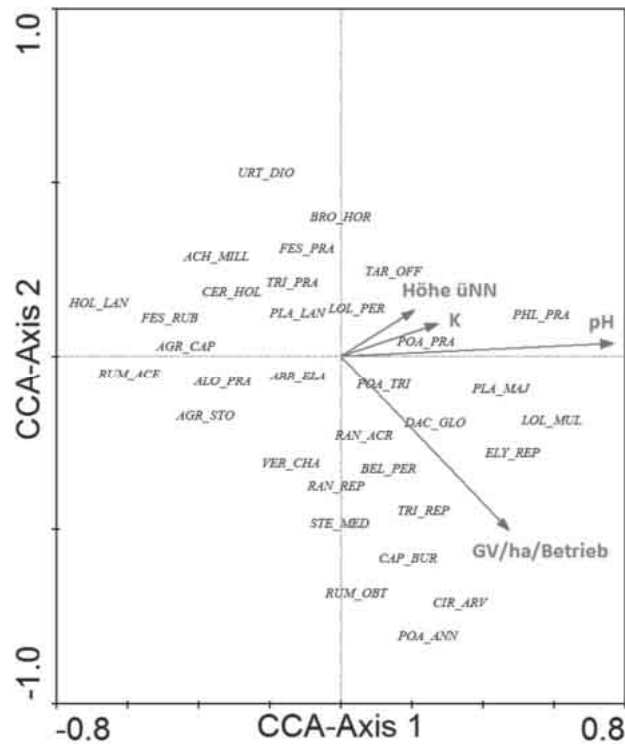


Abbildung 2: Partieller CCA – Biplot der Vegetation der 280 Flächen samples und signifikanten Umweltvariablen [Höhe üNN Höhe über Normalnull, K K₂O₅, pH Bodenreaktion] und dem Flächenbesatz [GV/ha/Betrieb] als Variable der Nutzungsintensität auf Betriebsebene. Vegetationsdaten wurden wurzeltransformiert, seltene Arten heruntergewichtet (downweighting of rare species). Dargestellt sind die 33 best-fitting Arten im von Umweltvariablen aufgespannten Ordinationsraum.

Bei geringer Flächenausstattung und hoher Besatzstärke zeigt sich bei den untersuchten Betrieben eine geringere Artenanzahl als unter extensivem und angepasstem Besatz. Jedoch spielen hier auch andere Faktoren eine Rolle, worauf die erheblichen Unterschiede in der Streuung deuten (Abb.3).

Mitunter basiert eine erhöhte Artenanzahl auch auf ruderalen, unerwünschten Arten. In Hinblick auf die Ertragsanteile von typischer Störungszeiger auf Pferdeweiden (s.o.) können hier hochsignifikante Unterschiede ($p = 0.001$) zwischen den Kategorien der Besatzstärke festgestellt werden. Auf Flächen intensiv wirtschaftender Betriebe finden sich höhere Ertragsanteile von Störungszeigern ($p = 0.001$). Hingegen sind auf Flächen extensiver wirtschaftender Betriebe signifikant höhere Abundanzen von HNV-Kennarten (Matzdorf et al, 2010) zu verzeichnen.

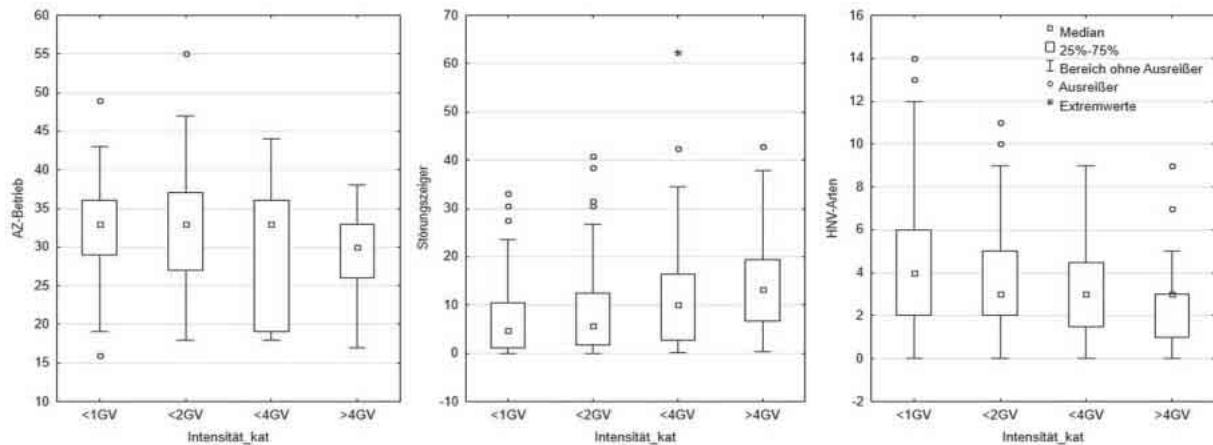


Abbildung 3: Box-Plots der Vegetationsresponsevariablen Gammadiversität auf Betriebsebene (AZ-Betrieb), Ertragsanteile Störungszeiger je Fläche (Störungszeiger) und Anzahl High-Nature-Value-Kennarten nach MATZDORF et al. 2010 (HNW-Arten) der einzelnen Weiden und Wiesen, kategorisiert nach dem Flächenbesatz auf Betriebsebene (Pferde-GV/ha).

Schlussfolgerungen

Unsere Ergebnisse erhärten die Praxisbeobachtungen hinsichtlich der Bedeutung der Nutzungsintensität für die Vegetationskomposition auf Pferdeweiden. Besonders intensiv wirtschaftende Betriebe im direkten Umland der Großstädte und Ballungsräume bedürfen eines intensiven Pflegemanagements zum Erhalt einer funktionalen Grasnarbe. Insbesondere aber im weiteren Umland kann Pferdehaltung bei einer extensiven bis angepassten Beweidung, - immer in Abhängigkeit vom Standort und den betriebsindividuellen Bedingungen, ein nicht zu vernachlässigendes Potential für den Erhalt von artenreichem Grünland darstellen.

Es bleibt zu diskutieren, inwiefern der vorgestellte Datensatz den deutschen Pferdebestand in seiner räumlichen Verteilung und Inanspruchnahme von Grünland repräsentiert. Deutlich wird jedoch die erhebliche Variation der Ausstattung der Betriebe, die eine allgemeine Ansprache *typischer* Pferdebetriebe erschwert. Soll zukünftig eine Aussage zur quantitativen und qualitativen Bedeutung der Pferdehaltung für die Grünlandnutzung getroffen werden, bedarf es weiterer umfassender, flächendeckender Untersuchungen.

Danksagung

Die Daten wurden im Zuge des Moduls Weidemanagement im wissenschaftlichen Masterstudiengang Pferdewissenschaften an der Universität Göttingen erhoben. Wir danken allen Studierenden und den Betrieben für die Bereitstellung ihrer Weiden.

Wir danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die Förderung von Anja Schmitz im Rahmen des Promotionsstipendienprogrammes.

Literatur

- ARCHER, M. (1973): The species preferences of grazing horses. *Journal of British Grassland Society* 28, 123-128.
- FLEURANCE, G. ET AL. (2010): How does stocking rate influence biodiversity in a hill-range pasture continuously grazed by horses? *Grassland Science in Europe* 15, 1043-1045.
- FN- DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG (2014): Zahlen und Fakten im Pferdesport. Onlinequelle: <http://www.pferd-aktuell.de/fn/zahlen-fakten/zahlen-fakten> (Abrufdatum 1.6.2014)
- MATZDORF, B. (2010): Bewertung der Ökosystemdienstleistungen von HNV-Grünland (High Nature Value Grassland). Abschlussbericht.
- SCHMITZ, A. und ISSELSTEIN, J. (2013): Effects of management on vegetation structure in horse pastures. *Grassland Science in Europe*. 18, 394-396.

Einfluss der Beweidungsintensität auf die saisonale Dynamik der Grasnarbenstruktur einer Rinderstandweide

B. Tonn, D. Ebeling und J. Isselstein

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

btonn@uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Weidetiere tragen durch Verbiss, Tritt und Nährstoffrückführung in Exkrementen zur Heterogenität von Grünlandflächen auf unterschiedlichen räumlichen Skalen bei (ADLER *et al.*, 2003). Auf Standweiden mit geringer Beweidungsintensität führt selektive Beweidung häufig zu einer mosaikartigen Struktur aus niedrigen und hohen Grasnarbenbereichen. Diese kann darauf zurückgeführt werden, dass Weidetiere bei geringem Fraßdruck bereits beweidete Teilflächen bevorzugt erneut verbeißen, da sich diese in einem jüngeren Aufwuchsstadium befinden und eine höhere Verdaulichkeit aufweisen (ADLER *et al.*, 2003). Dieser auch als „Patch-Grazing“ bezeichnete Prozess führt zu räumlichen Mustern, die auch langfristig eine hohe Stabilität haben können (DUMONT *et al.*, 2012, TONN *et al.*, 2013). Die beiden funktionellen Bereiche (niedrig, häufig verbissen und hoch, selten verbissen) können sich in solchen Fällen auch hinsichtlich ihrer botanischen Zusammensetzung, ihrer Produktivität und ihres Nährstoffhaushaltes differenzieren (CORELL *et al.*, 2003; SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2008; WRAGE *et al.*, 2012; TONN *et al.*, 2013, EBELING *et al.*, 2014). Für das Verständnis der Prozesse und für die Bewertung der agronomischen und ökologischen Leistungen extensiver Weideflächen ist es daher wichtig, das Vorhandensein dieser funktionellen Teilbereiche explizit zu berücksichtigen.

Vor diesem Hintergrund wurde in der vorliegenden Studie der Einfluss von Beweidungsintensität und saisonaler Dynamik auf die Anteile „niedriger“ und „hoher“ Narbenbereiche in einem langjährigen Rinderstandweide-Versuch mit drei Beweidungsintensitäten untersucht. Eine objektive Unterscheidung „hoher“ und „niedriger“ Narbenbereiche im Feld ist allerdings nicht trivial, da sich de facto die Narbenhöhen dieser beiden funktionell unterschiedlichen Bereiche überlappen können (DU TOIT *et al.*, 2007). In der vorliegenden Studie wurde daher der Ansatz gewählt, eine mittlere Narbenhöhenklasse einzuführen, die diesen Bereich abdeckt und funktionell nicht eindeutig zugeordnet werden kann. Der Tatsache, dass die Narbenhöhen auch innerhalb der einzelnen Narbenhöhenklassen saisonalen Schwankungen unterliegen, wurde durch saisonale Variabilität der festgelegten Klassengrenzen Rechnung getragen. Es wurde erwartet, dass der Anteil niedriger und hoher Narbenbereiche durch die Beweidungsintensität beeinflusst wird, aber innerhalb jeder Beweidungsintensität im Jahresverlauf relativ konstant ist.

Material und Methoden

Der als Standweide geführte Versuch befindet sich auf dem Versuchsgut Relliehausen, Niedersachsen (51° 46' 56" N, 9° 42' 10" E, 180–230 m NN, 8.2 °C Jahresmitteltemperatur, 880 mm mittlerer Jahresniederschlag) und wird durch Fleckvieh-Mutterkühe ohne Kälber beweidet. Der Pflanzenbestand entspricht einem mäßig artenreichen *Lolio-Cynosuretum*. Seit Versuchsbeginn wurden weder Herbizide und Düngemittel ausgebracht noch Maßnahmen der Weidepflege durchgeführt.

Die Versuchsanlage erfolgte im Jahr 2002 als randomisierter Blockversuch mit drei Beweidungsvarianten und drei Wiederholungen. Jede der neun Parzellen hat eine Größe von 1 ha.

Seit 2005 wurden drei Beweidungsintensitäten verglichen, die über eine festgelegte Zielnarbenhöhe definiert sind:

- moderate Beweidung (Zielnarbenhöhe 6 cm)
- extensive Beweidung (Zielnarbenhöhe 12 cm)
- sehr extensive Beweidung (Zielnarbenhöhe 18 cm)

Zur Einstellung der Zielnarbenhöhe wurde auf Grundlage regelmäßiger Narbenhöhenmessungen der Tierbesatz durch Auf- oder Abtrieb von Tieren angepasst.

Im Jahr 2013 wurden von Mitte April bis Ende September an insgesamt 13 Terminen die komprimierten Narbenhöhen aller Parzellen mittels Rising-Plate-Meter (Durchmesser 30 cm; CASTLE, 1976) bestimmt. Je Parzelle wurden 50 Messungen durchgeführt. Jeder Messpunkt wurde als eine von drei Narbenhöhenklassen (niedrig, mittel und hoch) klassifiziert. Die Klassengrenzen wurden für jeden Messtermin auf Grundlage der 33,3 %- und 66,7 %-Quantile der insgesamt 450 Narbenhöhenmessungen des Termins folgendermaßen festgelegt:

- Narbenhöhe Messpunkt \leq 33,3 %-Quantil \rightarrow „niedrig“
- 33,3 %-Quantil $<$ Narbenhöhe Messpunkt $<$ 66,7 %-Quantil \rightarrow „mittel“
- Narbenhöhe Messpunkt \geq 66,7 %-Quantil \rightarrow „hoch“

Der Einfluss der Beweidungsintensität und des Messzeitpunktes auf die Anteile der einzelnen Narbenhöhenklassen wurden mittels gemischter Modelle geprüft. Feste Effekte waren Beweidungsintensität, Messzeitpunkt, deren Interaktion sowie der Blockeffekt; die Versuchsparzelle wurde als zufälliger Effekt aufgenommen. Zum Erzielen von Varianzhomogenität wurde die Varianzstruktur separat für jede Beweidungsintensität angepasst. Die Analyse wurde mit dem Package „nlme“ (PINHEIRO *et al.*, 2012) der Software R (R CORE TEAM, 2013) durchgeführt. Für die Durchführung paarweiser Mittelwertvergleiche auf Basis der Least Significant Difference wurde das Package „lsmeans“ (LENTH, 2013) derselben Software genutzt. Um die Dynamik der Besatzdichten zu quantifizieren, wurde für jeden Zeitraum zwischen zwei Messterminen die mittlere Tierzahl je ha berechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Beweidung begann am 30. April (moderat) bzw. am 23. Mai (extensiv, sehr extensiv) und musste aufgrund trockener Witterung bereits Mitte Juli beendet werden. Lediglich in der moderaten Beweidung konnten die Tiere in der zweiten Septemberhälfte erneut aufgetrieben werden (Abb. 1). Insgesamt lag die Besatzleistung unter moderater Beweidung bei 269, unter extensiver Beweidung bei 151 und unter der sehr extensiven Beweidung bei 82 Tierweidetagen je ha.

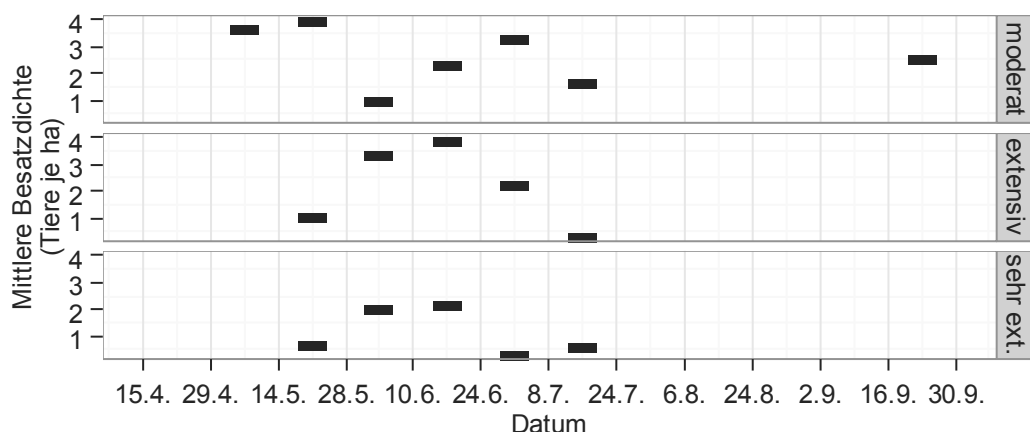


Abbildung 1: Mittlere Besatzdichte in den Perioden zwischen zwei Messterminen der Narbenhöhen in Abhängigkeit von der Beweidungsintensität (moderate, extensive und sehr extensive Beweidung).

Sowohl die Klassengrenze zwischen niedrigen und mittleren Narbenbereichen als auch diejenige zwischen mittleren und hohen Narbenbereichen war innerhalb des Jahresverlaufs variabel (Abb. 2). Die untere Klassengrenze stieg von 5 cm zu Vegetationsbeginn bis Ende Mai auf 8.5 cm an. Von Anfang August bis Ende September lag sie, trotz fehlenden Tierbesatzes, relativ konstant bei 5 cm. Die obere Klassengrenze nahm ebenfalls im Frühjahr bis Ende Mai von 7 auf 19,5 cm zu; ab Ende Juli bewegte sie sich, mit einer Ausnahme, zwischen 11 und 13 cm. Die größte Differenzierung der Grasnarbenstruktur, gemessen am Abstand zwischen beiden Klassengrenzen, lag Ende Mai/Anfang Juni vor.

Für jede der drei Narbenhöhenklassen lag eine signifikante Interaktion zwischen Beweidungsintensität und Messtermin vor (Tab. 1). Den stärksten Einfluss auf die Häufigkeit niedriger und hoher Narbenbereiche hatte jedoch die Beweidungsintensität. Der Anteil hoher Narbenbereiche war bei moderater Beweidung mit 3-27 % an 12 von 13 Messterminen signifikant geringer als bei sehr extensiver Beweidung mit 54-70 % (Abb. 3). Im Gegensatz dazu war der unter moderater Beweidung der Anteil niedriger Narbenbereiche (52-80 %) an 11 von 13 Terminen signifikant höher als unter sehr extensiver Beweidung (9-24 %). Im Vergleich dazu war die zeitliche Dynamik weniger ausgeprägt; je Narbenhöhenklasse und Beweidungsintensität wiesen maximal zwei Termine Werte auf, die sich von denen einer oder mehrerer anderer Termine unterschieden. Beim Anteil mittlerer Narbenbereiche schließlich zeigten sich nur an einem Messtermin Unterschiede zwischen den Beweidungsintensitäten.

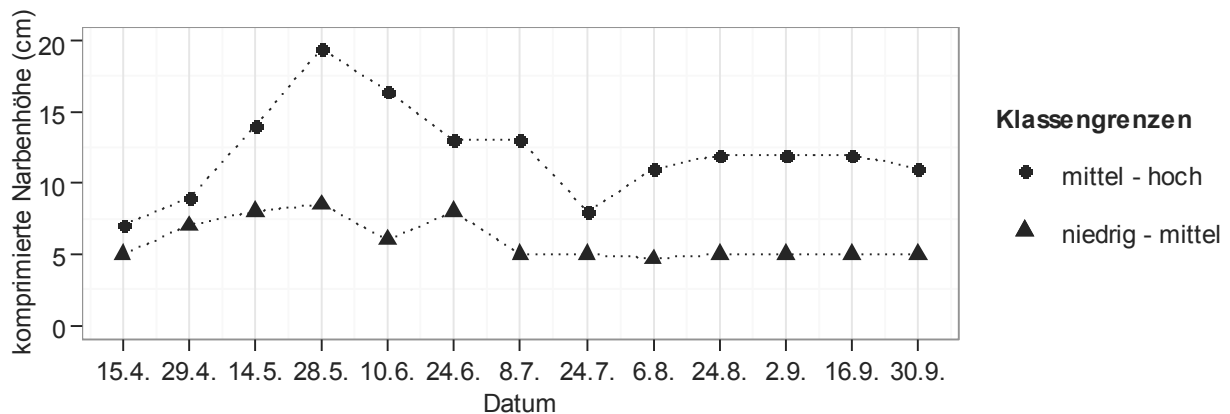


Abbildung 2: Zeitliche Entwicklung der Klassengrenzen zwischen „niedrigen“ und „mittleren“ bzw. „mittleren“ und „hohen“ Narbenbereichen.

Tabelle 1: Einfluss von Beweidungsintensität und Messtermin auf die Häufigkeit der drei Narbenhöhenklassen "niedrig", "mittel" und "hoch" in den einzelnen Versuchspartellen.

Effekt	Narbenhöhenklasse					
	niedrig		mittel		hoch	
	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Beweidungsintensität (B)	8,71	0,0348	0,09	0,9172	53,17	0,0013
Messtermin (T)	2,69	0,0048	5,54	< 0,0001	2,92	0,0024
BxT	2,71	0,0006	2,47	0,0017	1,89	0,0207

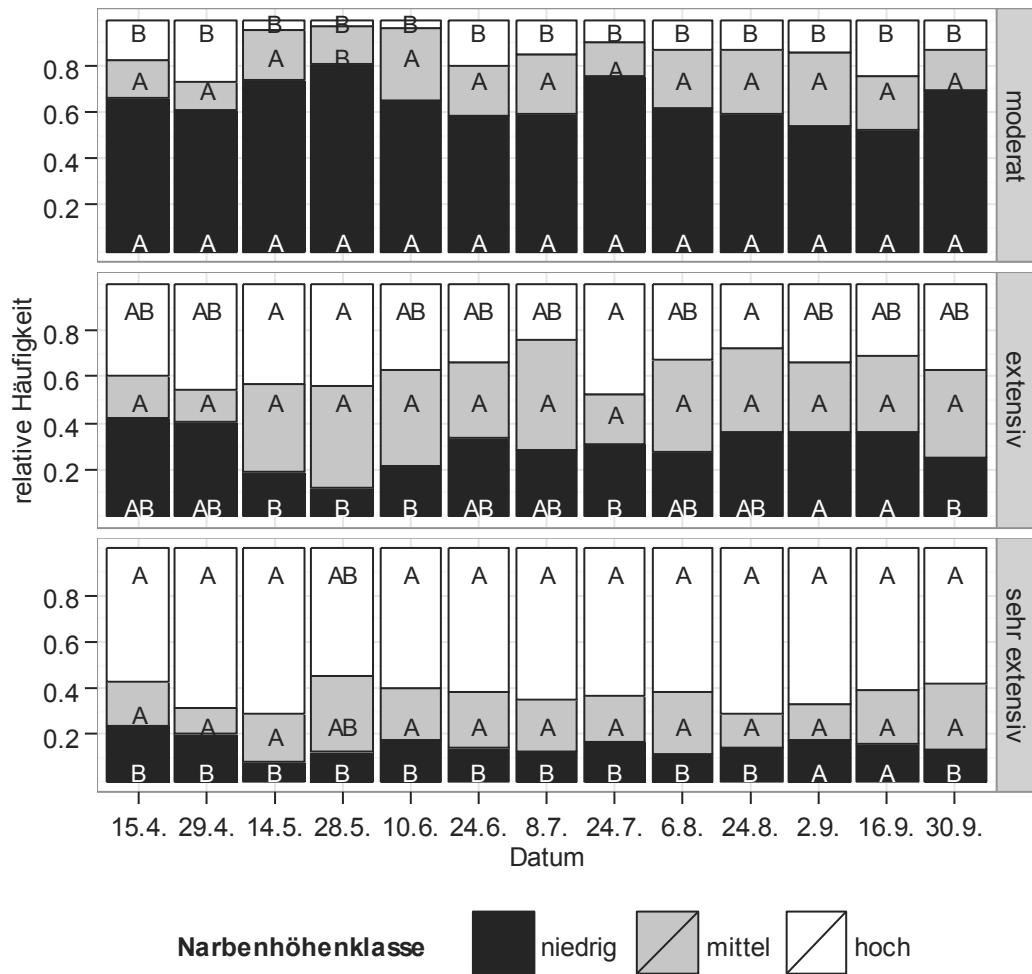


Abbildung 3: Häufigkeit dreier Narbenhöhenklassen (niedrig, mittel, hoch) unter drei Beweidungsintensitäten (moderat, extensiv, sehr extensiv) im Jahresverlauf. Unterschiedliche Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede ($P < 0,05$) zwischen Beweidungsintensitäten innerhalb eines Termins und einer Narbenhöhenklasse hin.

Schlussfolgerungen

Die objektive Abgrenzung niedriger, häufig entblätterter, und hoher, selten entblätterter Narbenbereiche auf extensiv beweideten Standweiden ist Voraussetzung für die Untersuchung der in diesen beiden funktionellen Bereichen stattfindenden Prozesse. Die Verwendung variabler Klassengrenzen und die Einführung einer mittleren, funktionell nicht zweifelsfrei zuzuordnenden Narbenhöhenklasse stellen einen pragmatischen Ansatz dar, der als Basis weiterer Erhebungen dienen kann.

Die Ergebnisse bestätigten die Hypothese, dass die Beweidungsintensität die Häufigkeit niedriger und hoher Narbenbereiche maßgeblich beeinflusst, während die zeitliche Dynamik eine geringere Rolle spielt. In Kombination mit Untersuchungen zum Effekt der Beweidungsintensität auf Ebene der einzelnen Narbenhöhenklassen (EBELING *et al.*, 2014) erlauben Sie, den Einfluss unterschiedlicher Beweidungsintensitäten auf agronomische und ökologische Parameter auf Parzellenebene unter Berücksichtigung der räumlichen Heterogenität zu quantifizieren.

Danksagung

Die Untersuchungen wurden durch das DFG-Graduiertenkolleg 1397 gefördert. Unser Dank gilt Barbara Hohmann für die langjährige Betreuung des Versuchs und die Datenerfassung im Feld, sowie den Mitarbeitern des Versuchsgutes Relliehausen.

Literatur

- ADLER, P.B., RAFF, D.A. & LAUENROTH, W.K. (2001): The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128, 465-479.
- CASTLE, M.E. (1976): A simple disc instrument for estimating herbage yield. *Journal of the British Grassland Society* 31, 37-40.
- DU TOIT, J.C.O., DANCKWERTS, J.E. & ZACHARIAS, P.J.K. (2007): Method for discriminating objectively between patches and non-patches in a semiarid environment. *Grassland Science* 53, 61-67.
- DUMONT, B., ROSSIGNOL, N., LOUCOUGARAY, G., CARRÈRE, P., CHADOEUF, J., FLEURANCE, G., BONIS, A., FARRUGGIA, A., GAUCHERAND, S., GINANE, C., LOUAULT, F., MARION, B., MESLÉARD, F. & YAVERCOVSKI, N. (2012): When does grazing generate stable vegetation patterns in temperate pastures? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 153, 50-56.
- EBELING, D., TONN, B. & ISSELSTEIN, J. (2014): Produktivität verschiedener Grasnarbenhöhenbereiche (Patches) auf extensiven Rinderstandweiden unter dem Einfluss von unterschiedlichen Beweidungsintensitäten. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, dieser Band.
- LENTH, R.V. (2013): *lsmmeans: Least-squares means*. R package version 1.10-01. <http://CRAN.R-project.org/package=lsmmeans>.
- PINHEIRO, J., BATES, D., DEBROY, S., SARKAR, D. & THE R DEVELOPMENT CORE TEAM (2012): *nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models*. R package version 3,1-103.
- R CORE TEAM (2013): *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>.
- SAHIN DEMIRBAG, N., RÖVER, K.-U., WRAGE, N., HOFMANN, M. & ISSELSTEIN, J. (2008): Herbage growth rates on heterogeneous swards as influenced by sward height classes. *Grass and Forage Science*, 64, 12–18.
- TONN, B., WIRSIG, A., KAYSER, M., WRAGE-MÖNNIG, N. & ISSELSTEIN, J. (2013): Patch-differentiation of vegetation and nutrient cycling in an extensive pasture system. *Proceedings of the 22nd International Grassland Congress, 15.-19. September 2013, Sydney*, S. 921-924.
- WRAGE, N., SAHIN DEMIRBAG, N., HOFMANN, N. & ISSELSTEIN, J. (2012): Vegetation height of patch more important for phytodiversity than that of paddock. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 155, 111-116.

Untersuchungen zum Einfluss modifizierter Standraumbemessung auf Parameter des Saatgutertrages verschiedener Kulturgräser der Gattung *Lolium*

M. Dau, S. Schulze, L. Dittmann und J. Müller

Universität Rostock, Arbeitsgruppe Grünland und Futterbauwissenschaften,
Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock
juergen.mueller3@uni-rostock.de

Einleitung und Problemstellung

Aufgrund der geringen Wettbewerbsfähigkeit der einheimischen Grassamenvermehrung im Vergleich zu anderen Marktfruchtarten ist nur über eine Ertragssteigerung deren Wirtschaftlichkeit zu verbessern und dem korrespondierenden Flächenrückgang Einhalt zu gebieten (HESZ & SCHAERFF, 2008). Für die Ertragsbildung der zu vermehrenden Gräser spielt die Belichtung der Triebbasis eine entscheidende Rolle, das trifft auch auf die Weidelgräser zu (RICHTER, 2002). Mittels herkömmlicher Drilltechnik ist eine Veränderung der räumlichen Anordnung der einzelnen Pflanzen nur über die Abänderung der Reihenabstände oder Saatstärken möglich. Bisherige Untersuchungen zum Einfluss der räumlichen Bestandesstruktur auf den Samenertrag von Gräsern beschränkten sich daher auch auf die Variation der Drillreihenabstände bzw. Aussaatmengen. Obwohl von diesen Faktoren offenbar nur geringe Wirkungen auf den Saatgutertrag ausgehen (DELEURAN *et al.*, 2009), sind von Einzelpflanzenanlagen der Zuchtgärten durchaus deutliche Effekte der Standraumbemessung auf den Samenertrag bekannt. Vor diesem Hintergrund wurde eine Untersuchung durchgeführt, die den Einfluss einer mittels Punktkornablagen variierten Bestandesdichte auf den Saatgutertrag und dessen Komponenten zum Inhalt hatte.

Material und Methoden

Zur Beantwortung der Frage nach dem Einfluß von Standraumeffekten auf Merkmale des Saatgutertrages verschiedener Gräser der Gattung *Lolium* wurden zweiortige und zweijährige Versuchsanlagen der Saatzucht Steinach GmbH ausgewertet (siehe Tab. 1).

Tabelle 1: Versuchsanlage (für jede der geprüften Art/Varietät gültiges Versuchsdesign; konkrete Saatmengen innerhalb des Faktors B variieren je nach Art und TKG, Details siehe Poster)

Faktoren	Stufen	Charakteristik
A - Standraumbemessung	A 1 – Drill	Referenz Drillsaat
	A 2 – eng	Enge Saatstellengruppierung
	A 3 – mittel	Mittlere Saatstellengruppierung
	A 4 – weit	Weite Saatstellengruppierung
B – Umwelt	B 1 – ST 08	Steinach, Versuchsjahr 2008
	B 2 – ST 09	Steinach, Versuchsjahr 2009
	B 3 – BS 08	Bocksee, Versuchsjahr 2008
	B 4 – BS 09	Bocksee, Versuchsjahr 2009
	B 5 – BS 10	Bocksee, Versuchsjahr 2010

Für jede Weidelgras-Varietät wurde eine eigenständige, randomisierte Blockanlage mit 3 Feldwiederholungen bei einer Parzellengröße von 12 m² angelegt. Die Versuche wurden über einen Prüfzeitraum von 2 Samennutzungsjahren geführt. Geprüft wurden: *Lolium perenne* – Futtertypen, diploid und tetraploid (WD_2n bzw. WD_4n), ein diploider Rasentyp der gleichen Art (WD_R), ein diploider sowie ein tetraploider Futtertyp des Bastardweidelgrases (WB_2n bzw. WB_4n) und je ein 2n-Typ des Welschen bzw. des Einjährigen Weidelgrases (WV bzw. WEI).

Die Stufen des Faktors A wurden mit Hilfe einer Einzelkornsämaschine (Typ: Gaspardo Orietta) realisiert, welche punktförmige Ablagen des jeweiligen Saatgutes mit definierten Abständen ermöglicht. Pro Ablagepunkt wurden ca. 3-6 Einzelkörner abgelegt, aus denen sich die jeweiligen Initialhorste entwickelten. Der Standraum für diese punktförmigen Saatstellen wurde sowohl über den Ablageabstand in der Reihe als auch den Reihenabstand variiert.

Unmittelbar vor dem Drusch des Bestandes wurde je 1 m² einer jeden Parzelle per Hand beerntet. Anhand dieser Teilmenge ist die Anzahl ährentragender Halme je Flächeneinheit ermittelt worden. Die Handbeprobungsflächen dienten darüber hinaus der Bestimmung der Rohwarenerträge (Handernte) und nach Aufreinigung der Saatwarenerträge (Handernte). Dann wurden die Parzellen mit einem Parzellenmähdrescher des Typs „Nurserymaster Elite“ (Fa. Wintersteiger) beerntet.

Die statistische Auswertung der Effekte variiertes Standraumbemessung auf den Saatgutertrag erfolgte mittels zweifaktorieller Varianzanalyse inklusive der Wechselwirkung (GLM, F-Test) für jede Varietät getrennt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Varianzanalyse zeigen, dass die variierte Standraumbemessung im ersten Samennutzungsjahr beim überwiegenden Teil der Prüfglieder einen signifikanten Einfluss auf den Saatwarenertrag ausübte (siehe Tab. 2). Ausnahmen bildeten das tetraploide Deutsches Weidelgras (WD_4n) und der Rasentyp (WD_R). Im zweiten Nutzungsjahr manifestierte sich dieser Effekt bei allen geprüften Varietäten mit Ausnahme des Welschen Weidelgrases (WV). Auch die Umwelt beeinflusste den Saatwarenertrag signifikant, wobei im ersten Samennutzungsjahr für die Prüfglieder WB_2n und WV sowie im zweiten Nutzungsjahr für die Varietät WB_4n, kein signifikanter Einfluss auszumachen war.

Im ersten Samennutzungsjahr wiesen alle Prüfglieder bis auf die Varietäten WD_4n und WD_R eine nachweisliche Standraum - Umwelt - Interaktion auf. Eine über beide Samennutzungsjahre anhaltende Wechselwirkung „Standraum x Umwelt“ beschränkt sich auf das tetraploide Bastardweidelgras (WB_4n). Das bedeutet, dass die Effekte der Standraumbemessung auf den Saatwarenertrag besonders im ersten Erntejahr nicht unabhängig von der Umwelt zu beurteilen sind.

Am Standort Bocksee wiesen alle geprüften Varietäten im ersten Samennutzungsjahr im Saatverfahren der Drillsaat die niedrigsten Erträge auf (Abb. 1). Der Höchstertrag aller Prüfglieder wurde bei der Multikornsaat mit enger Platzierung (entspricht 13 bis 22 Ablagestellen pro m²) erreicht. Die größten Ertragsunterschiede zwischen Drillsaat und Multikornablage waren beim diploiden Bastardweidelgras (WB_2n) zu verzeichnen.

Die mittleren Saatwarenerträge der Prüfglieder am Versuchsstandort Steinach reagierten in geringerem Ausmaß auf differenzierte Standraumbemessungen als am Standort Bocksee. Das kann mit den ungleich besseren Sorptions- und Wasserverhältnissen dieses Standortes erklärt werden, so dass es auch bei größerer Wurzelkonkurrenz in den dichteren Beständen offenbar zu keiner überproportionalen Reduzierung generativer Triebe kam. Dies lässt andererseits auch darauf schließen, dass sich bei herkömmlicher Drillsaat das Licht nicht bzw. nicht zwangsläufig limitierend auf die ertragsbildenden Komponenten eines Weidelgras-Vermehrungsbestandes auswirkt.

Im zweiten Nutzungsjahr fiel die Reaktion der Prüfglieder auf differenzierte Standweiten am Standort Steinach deutlich geringer aus als im ersten Nutzungsjahr, was allerdings nicht an der Anzahl ährentragender Halme als der Hauptertragskomponente festgemacht werden konnte (siehe Tab. 3).

Tabelle 2: Einfluss einer variierten Standraumbemessung auf den Saatwareertrag unterschiedlicher Weidelgras-Varietäten im ersten und zweiten Samennutzungsjahr (SNJ) in unterschiedlichen Umwelten (Ergebnisse der Varianzanalysen, p -Werte u. Signifikanzniveaus). ($p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0,001^{***}$, n.s. – nicht signifikant, k.o.D. - kein orthogonaler Datensatz)

Varianzursache	Standraum		Umwelt		Interaktion Standraum x Umwelt	
	1. SNJ	2. SNJ	1. SNJ	2. SNJ	1. SNJ	2. SNJ
WD_2n	0,007 **	0,003 **	0,000 ***	0,000 ***	0,009 **	0,141 n.s.
WD_4n	0,065 n.s.	0,011 *	0,000 ***	0,001 **	0,444 n.s.	0,732 n.s.
WD_R	0,296 n.s.	0,000 ***	0,001 **	0,000 ***	0,573 n.s.	0,050 n.s.
WB_2n	0,000 ***	0,040 *	0,266 n.s.	k.o.D.	0,002 **	k.o.D.
WB_4n	0,000 ***	0,000 ***	0,000 ***	0,271 n.s.	0,029 *	0,004 **
WV	0,000 ***	0,307 n.s.	0,061 n.s.	0,000 ***	0,000 ***	0,085 n.s.
WEI	0,000 ***	k.o.D.	0,000 ***	k.o.D.	0,000 ***	k.o.D.

Tabelle 3: Anzahl ährentragender Halme pro m² der Prüfglieder in Abhängigkeit von Samennutzungsjahr und Standraum (über die Umwelten gemittelt, unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Mittelwertunterschiede an, SNK-Test, $\alpha = 0,05$)

Parameter	Ährentragende Halme pro m ²							
	SNJ 1				SNJ 2			
Standraum	Drill	Eng	Mittel	Weit	Drill	Eng	Mittel	Weit
WB_2n	736 a	1279 a	1051 a	773 a	960 b	899 b	697 a	546 a
WB_4n	732 a	1533 a	1387 a	965 a	896 ab	1189 b	910 ab	596 a
WD_2n	1292 ab	1791 c	1508 bc	1123 a	844 a	1448 c	1222 b	880 a
WD_4n	950 a	1951 c	1472 b	1108 ab	1098 a	1074 c	1410 b	906 a
WD_R	2605 a	6170 b	3299 a	2462 a	1572 a	4130 c	2469 b	2085 ab
WV	478 a	1439 b	1241 b	890 ab	425 a	685 b	662 b	515 a
WEI	792 a	1843 a	1437 a	1980 a				

DELEURAN *et al.* (2009) vermochten in ihren Untersuchungen keinen gerichteten Einfluss variierten Reihenabstände auf den Saatgutertrag verschiedener Genotypen von *Lolium perenne* bei gleicher Saatstärke auszumachen. Im Gegensatz zur vorliegenden Untersuchung wurde allerdings die Gesamtpflanzenanzahl nicht variiert, so dass lichtere Reihen mit stärkerer Konkurrenz innerhalb der Reihen einher gingen. Auch dort erklärte die Anzahl ährentragender Halme den Saatgutertrag nicht immer hinreichend, was die Autoren auf das besondere Verhalten des tetraploiden Weidelgrases im Hinblick auf die Ertragskomponenten zurück führten.

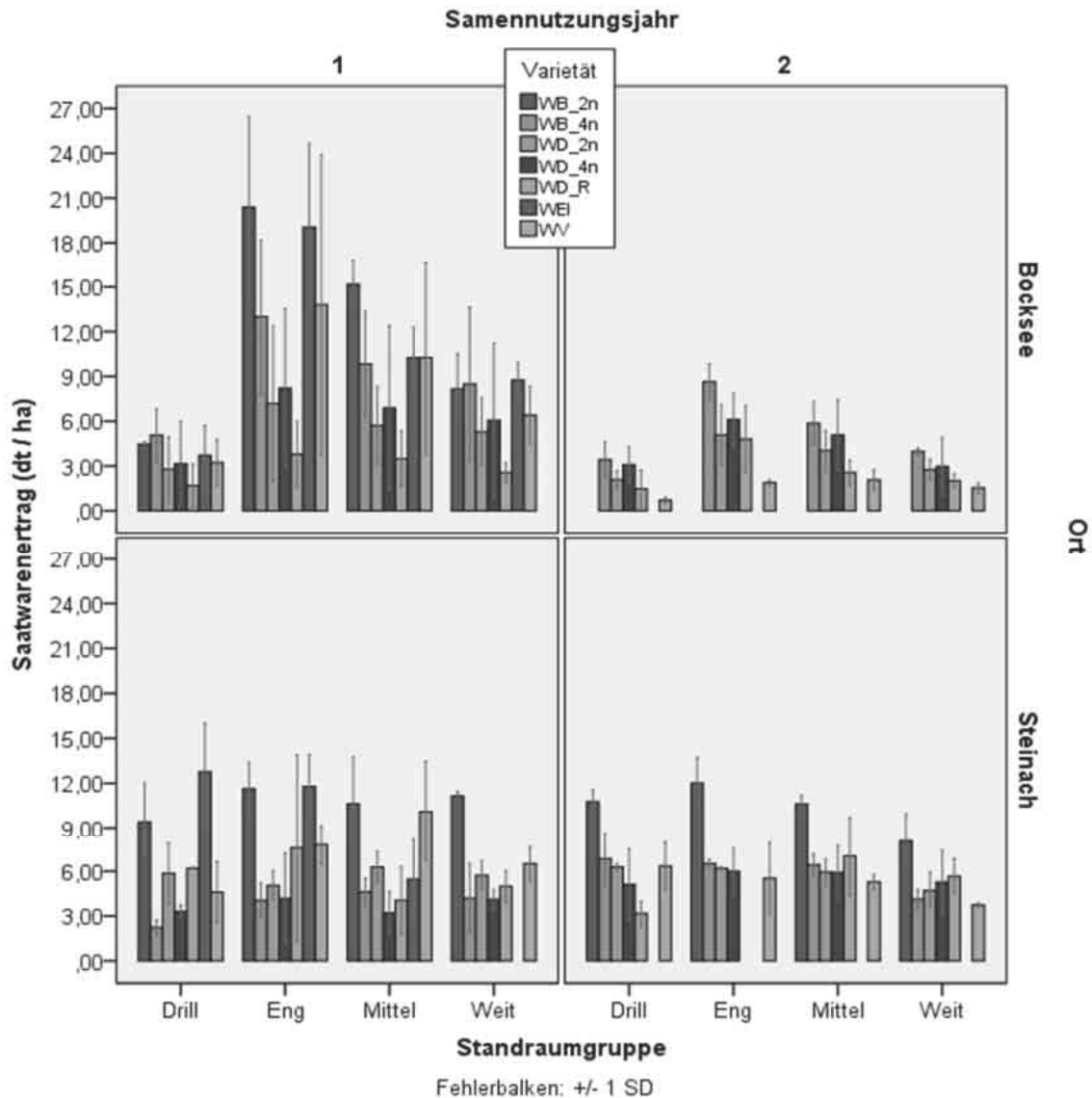


Abbildung 1: Mittlere Saatwarenerträge (dt/ha) in Abhängigkeit von der Standraumbemessung (Abszisse), dem Standort (unten: Steinach, oben: Bocksee) und dem Samennutzungsjahr (1. Jahr links, 2. Jahr rechts)

Schlussfolgerungen

Die Untersuchung zeigt insbesondere, dass sich eine großzügigere Standraumbemessung auf sorptionsschwächeren Vermehrungsstandorten eher positiv auf den Saatgutertrag auswirken vermag. Darüber hinaus muss mit sortenspezifischen Reaktionen auf die Standraumzuteilung gerechnet werden, welche eine generelle Prognose der Standraumeffekte auf die Ertragskomponenten und schließlich den Saatgutertrag erschwert. Es ergaben sich wenig Hinweise darauf, dass wirklich die verbesserten Belichtungsverhältnisse an der Triebbasis ursächlich für diverse Effekte auf den Saatgutertrag wären, wie es von verschiedenen Autoren immer wieder proklamiert wird (CANODE, 1968). Die ausgeprägten Standort x Umwelt - Wechselwirkungen im Falle der kurzlebigen Weidelgräser werden als Indiz für die große Bedeutung der konkreten Etablierungserfolge für den Saatgutertrag angesehen, die sich hinter dem Faktor Umwelt verbergen.

Literatur

- CANODE, C.L. (1968): Influence of row distance and nitrogen fertilization on grass seed production. *Agronomy Journal* (60), 263-267.
- DELEURAN, L.C., GISLUM, R. & BOELT, B. (2009): Cultivar and row distance interactions in perennial ryegrass. In: *Acta Agriculturae Scandinavia, Section B - Plant & Soil Science* (59) 335–341.
- HESZ, M. & SCHAERFF, A. (2008): Wettbewerbsfähigkeit der Gräser- und Getreidevermehrung in Sachsen unter veränderten Rahmenbedingungen. In: Wettbewerbsstellung der Saatgutvermehrung in Sachsen - *Schriftreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft*, Heft 6 (2008) 1–120.
- RICHTER, R. (2002): Hinweise zur Vermehrung von Gräsern. In: Erbe, G. (Hrsg.): *Handbuch der Saatgutvermehrung*, Bergen/Dumme. p. 75–96.

Satelliten-gestützte Erfassung von Schnittterminen im Wirtschaftsgrünland

K. Grant¹, R. Siegmund², T. Vorwalter², M. Baron² und S. Hartmann¹

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Am Gereuth 4, 85354 Freising

² GAF AG, Arnulfstraße 199, 80634 München

Kerstin.Grant@lfl.bayern.de

Einleitung und Problemstellung

Die Erntemenge von Grünland in Bayern (wie in anderen Bundesländern) wird im Gegensatz zu anderen landwirtschaftlichen Produkten aufgrund der geringen Datendichte und einer Vielzahl von Einflussgrößen nur grob an Hand weniger Versuchsergebnisse und in Fortschreibung älterer Erhebungen und Expertenwissens abgeschätzt (DIEPOLDER et al. 2013, HARTMANN et al. 2011). Hinweise zu Ertragshöhe liefern die Zahl der Schnitttermine der Grünlandaufwüchse in Verbindung mit Witterungsdaten und der Kenntnis der regionalen Bestandestypen.

Ziel unserer Studie ist eine automatisierte Erfassung von Schnittterminen auf Basis von frei verfügbaren Sentinel-1 SAR Aufnahmen (ab 2015) als Grundlage für eine personaleffiziente, exakte und regionalisierte Ertragsschätzung von Grünland und Feldfutterbaubeständen.

Wir zeigen die Ergebnisse einer Voruntersuchung, wie durch die Oberflächenänderung nach Schnitt auf Grünland und Feldfutterbauflächen die satellitengestützte Feststellung der Schnitte (Zahl pro Jahr, Zeitpunkte der Maßnahmen) auf landwirtschaftlichen Flächen mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit realisiert werden kann.

Material und Methoden

Daten

Als Datengrundlage dieser Arbeit dienen Synthetic Aperture Radar (SAR) Aufnahmen des COSMO-SkyMed Systems innerhalb eines Testgebietes östlich von München zwischen Osterseeon und Rosenheim. Für die Voruntersuchungen werden Archivaufnahmen aus dem Frühjahr 2013 (18. und 25. Mai 2013) verwendet. Alle COSMO-SkyMed Daten sind HH polarisierte X-Band SAR Bilddaten und liegen im Produktlevel 1A, also in Form von Single Look Complex (SLC) Daten, vor. Aufgenommen wurden die Radarszene im Himage Modus, was dem Standard Streifen- oder Stripmap Modus gängiger Radarsysteme entspricht. Die SLC Daten liegen als komplexwertige Datenmatrizen in Schrägsicht (slant range) Geometrie vor, deren Werte die Intensität und Phase der Radarrückstreuung enthalten.

Datenprozessierung

Die Prozessierung der aufgenommenen und oben beschriebenen SAR-Daten besteht in erster Linie in der Georeferenzierung. Die Eingangsdaten liegen in der, für Radarsysteme typischen, Schrägsicht oder Slant Range Geometrie vor. Deren Dimensionen beschreiben die Vorwärtsbewegung der Radarantenne (Azimuth) und die Laufzeit der Pulse (Range). Für die Datenanalyse sowie alle Vergleiche mit weiteren Geodaten müssen die Radardaten in dem gleichen Abbildungskoordinatensystem gegeben sein. Die Georeferenzierung von Radardaten benötigt im Allgemeinen digitale Geländemodelle (DGM), um die Koordinatentransformation eindeutig durchzuführen. Dazu verwendet man den gängigen Range-Doppler Ansatz, der die bekannten Größen wie das Verhältnis zwischen Sensor, jeder Radarrückstrahlung und dessen Geschwindigkeit auswertet.

Die Georeferenzierung der COSMO-SkyMed Daten wurde in der Bildverarbeitung der GAF AG mit Hilfe des Paketes Sarscape (Software: ENVI) durchgeführt. Als Referenz DGM wurde vorerst das frei verfügbare Höhenmodell der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) verwendet. Die Lagegenauigkeit der prozessierten Daten liegt infolge der geringen SRTM Genauigkeit in diesem Fall bei ca. 5 m. Für bessere geometrische Lagegenauigkeiten werden zukünftig genauere Höhendaten (z.B. amtliches LIDAR DGM) verwendet und in den Workflow integriert, abhängig von deren Verfügbarkeit. Dies stellt sicher, dass die Bilder mit hoher Präzision übereinander zu liegen kommen (also eine hohe relative Genauigkeit der Daten).

Die Amplitudenwerte wurden systemkalibriert, d.h. hier wurden nur Effekte korrigiert, die durch das Aufnahmesystem bedingt sind. Die entsprechenden Werte hierfür sind durch das Aufnahmesystem gegeben. Die Amplitudenwerte der SAR-Daten selbst wurden von der 1-Look (single look) Auflösung (ca. 2 m bis 2,8 m) in Schrägsicht auf 3 m resampled. Die Werte wurden schließlich in logarithmischer Skalierung in Dezibel angegeben.

Ergebnisse und Diskussion

Als Ergebnis wurde die Bildgeometrie aller COSMO-SkyMed Daten in dasselbe Referenzsystem transformiert. Der Einfachheit halber und da in der Vorstudie noch keine Flächenmessungen angedacht sind, wurden Geographische Koordinaten bezogen auf WGS84 erzeugt. Bei Bedarf können sämtliche geeignete Referenzsysteme verwendet werden.

Die Orthobilder erstrecken sich über eine Fläche von ca. 50 km x 50 km (Abb. 1).

Zum Bildvergleich der beiden Zeitpunkte wurde ein multitemporaler Datensatz aus den beiden Aufnahmen erzeugt. Aktuell wurden nur die Amplituden berücksichtigt. Hierzu liegen in dem erzeugten 3-Kanalbild die Aufnahmen vom 18. Mai und 25. Mai 2013 übereinander. Im dritten Kanal wurde das Amplitudenverhältnis zwischen dem 18. und dem 25. - als Maß für die inkohärente Veränderung zwischen den beiden Aufnahmezeitpunkten - eingefügt.

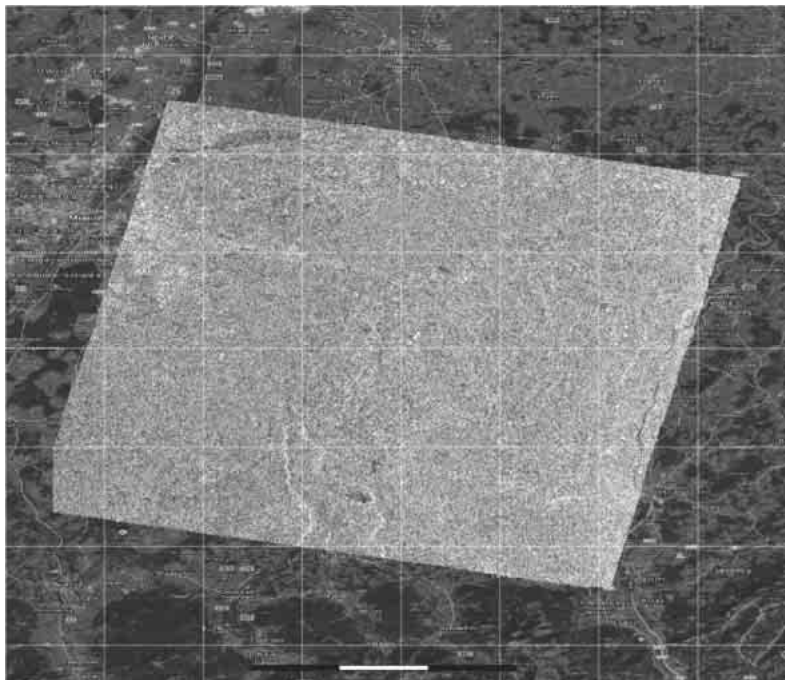


Abbildung 1: Georeferenzierte Cosmo Skymed Aufnahme vom 18. Mai 2013.

Grünlandschnitt im Parzellenversuch Osterseeon

Am 23.5.2013 wurde die Parzellen der mittleren Erntegruppe im LfL Sortenversuch „Deutsches Weidelgras WD413“ in Osterseeon geschnitten. Abbildung 2 zeigt die Anlage des Sortenversuches im Ausschnitt der Cosmo Skymed Aufnahmen vor und nach dem Schnitt sowie im multitemporalen Bild (Stack). Eine Veränderung in der Signalstärke (verdeutlicht durch Grautonänderung im Bild) und damit auch im Bewuchs ist nur in einzelnen Parzellenblöcken zu sehen. Dies weist auf die Grenzen der Bildauflösung hin, da die Parzellenblöcke des Sortenversuches nur eine Größe von 6 m x 15 m haben.

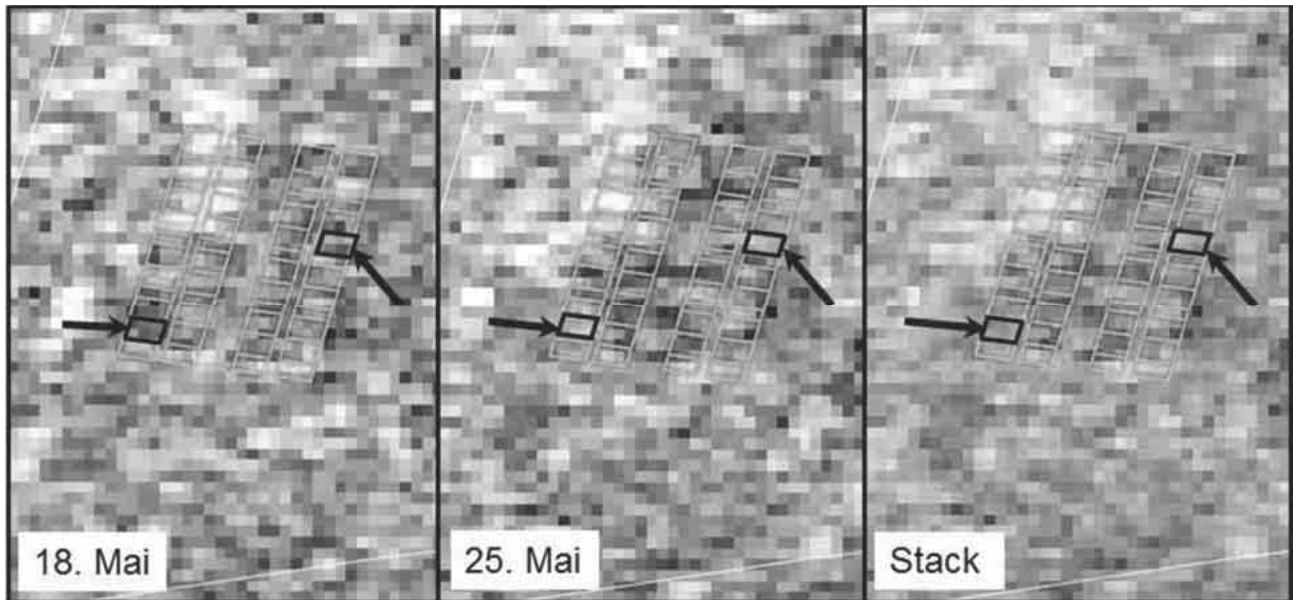


Abbildung 2: Ausschnitte der Cosmo Skymed Aufnahmen des Parzellenversuchs in Osterseeon vom 18. und 25. Mai 2013 sowie das daraus erzeugte multitemporale Bild (Stack). Pfeile markieren Parzellenblöcke mit deutlichen Veränderungen im Bestand

Grünlandzuwachs in Grub

Auf größeren Grünlandflächen wie beispielsweise in Grub mit einer Fläche von 5 bis 12 ha zeigen sich in denselben Cosmo Skymed Bildern deutlichere Unterschiede und Veränderungen im Bewuchs. Abbildung 3 verdeutlicht den Biomassezuwachs innerhalb einer Woche. Erkennbar ist auch die Homogenität des Bewuchses. Auf Fläche 1 (12 ha) und Fläche 2 (9 ha) verzeichnet sich ein Biomassezuwachs, erkennbar durch die Veränderung von hell- zu dunkelgrau vom 18. auf 25. Mai und im Amplitudenverhältnis zwischen den beiden Aufnahmezeitpunkten. Fläche 3 zeigt keine Veränderung innerhalb des getesteten Zeitraumes. Grund hier für könnte der noch sehr junge Bewuchs sein, da erst am 15.4.2013 die Fläche neu eingesät wurde.

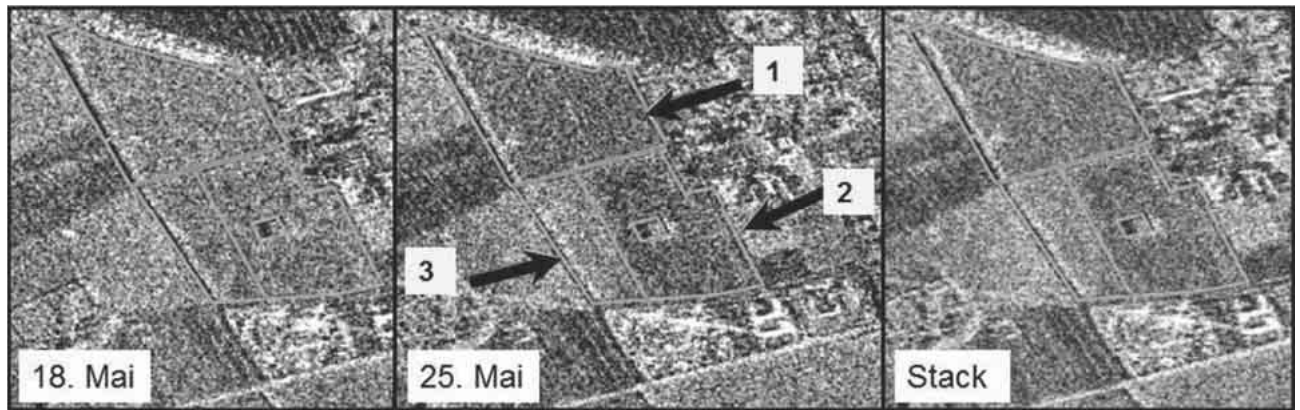


Abbildung 3: Wiesenflächen in Grub in den Ausschnitten der Cosmo Skymed Aufnahmen der vom 18. und 25. Mai 2013 sowie im daraus erzeugten multitemporalen Bild (Stack). Auf den Flächen 1 und 2 verzeichnet sich ein Biomassezuwachs (Veränderung von hellgrau zu dunkelgrau vom 18. auf 25. Mai), Fläche 3 zeigt keine Veränderung innerhalb einer Woche

Ausblick- kohärente Änderungsdetektion

Im Rahmen der Forschungs- und Entwicklungsvorhaben wird geplant auch die interferometrischen Möglichkeiten der Aufnahmen zu untersuchen. Da die Datenaufnahmen oft unter der gleichen Blickgeometrie erfolgt, kann die Kohärenz der beiden Aufnahmen errechnet werden. Diese gilt als äußerst sensibles Maß für die Veränderlichkeit und Stabilität der beleuchteten Oberfläche. Hierzu werden Multi Temporal Coherent (MTC) Produkte erzeugt. Die Daten beinhalten neben zwei Amplitudendaten die Kohärenz beider Aufnahmen. Es entsteht ein drei-kanaliger Datensatz, der eine Falschfarbenkombination in den RGB Kanälen ergibt. Im roten und grünen Bildkanal befinden sind die Amplituden beider Aufnahmezeitpunkte, und im blauen Bildkanal befindet sich die Kohärenz beider Amplitudendaten.

Schlussfolgerung

Diese Voruntersuchung zeigt, dass SAR Bilddaten zur Detektion von Oberflächenänderung im Grünland und Feldfutterbauflächen verwendet werden können. Limitierend für diese Methode ist jedoch die Flächengröße. Auf Flächen unter 100 m² waren Vegetationsveränderungen nur mit geringer Genauigkeit festzustellen. Jedoch scheint die Methode für Grünlandflächen mit landwirtschaftlich bedeutsamer Größe vielversprechend für die satellitengestützte Feststellung der Schnitte.

Literatur

- DIEPOLDER, M., RASCHBACHER, S., HEINZ, S., KUHN, G. (2013): Rohproteinergehalte und -gehalte bayerischer Grünlandflächen In: Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau Potenziale, Chancen und Risiken, Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 6/2013
- HARTMANN, S., DIEPOLDER, M., LICHTI, F. (2011): Grünland für die Biogasanlage, Biogas Forum Bayern Nr. I-12/2011

Abschätzung des Grünlandertrages in Sachsen

S. Kesting und G. Riehl

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie,
Referat Pflanzenbau, AG Grünland und Feldfutter, Christgrün 13, 08543 Pöhl

stefan.kesting@smul.sachsen.de

Einleitung und Problemstellung

Eine fundierte Kenntnis über die Grünlanderträge ist nicht nur auf Betriebsebene, sondern auch auf regionaler Ebene von Bedeutung. Fachpolitische Regelungen und Instrumente wie die Düngeverordnung, die Ausgestaltung von Agrarumweltmaßnahmen (AUM), Konzepte im Zusammenhang mit der Landschaftsentwicklung, aber auch beratende Instrumente benötigen konkrete Aussagen zu aktuellen Grünlanderträgen sowie zu den vorhandenen Potenzialen auf verschiedener räumlicher Skalenebene. Flächendeckend gibt es dazu jedoch keine ausreichend gesicherten Daten. Daher werden Abschätzungen aufgrund von Durchschnittserträgen, der Grundfutterbilanz (WÜRFL und HALAMA 2008) oder mit Hilfe von GIS-Modellen (SCHAUMBERGER 2005) vorgenommen. Im Folgenden werden die Ergebnisse einer Abschätzung des mittleren Grünlandertrages basierend auf dem Rohfasersaldo (nach STEINHÖFEL 2003) vorgestellt.

Material und Methoden

Als Rohfasersaldo wird die Differenz zwischen Rohfaserangebot (RFaA) aus Grünland und Feldfutter (inkl. Mais) sowie dem Rohfaserbedarf (RFaB) der Raufutter verwertenden Tiere (RGV) und Biogasanlagen bezeichnet. Für die Untersuchungsregion Sachsen wird ein ausgeglichener Rohfasersaldo angenommen, d. h. das Rohfaserangebot entspricht dem Rohfaserbedarf. Rohfaserbedarf sowie Rohfaserangebot aus Feldfutter werden aus agrarstatistischen Daten gewonnen. Das Rohfaserangebot aus Grünland wird entsprechend folgender Formel berechnet:

$$RFaA \text{ Grünland} = RFaB \text{ RGV} + RFaB \text{ Biogasanlagen} - RFaA \text{ Feldfutter.}$$

Tabelle 1: Flächenumfang¹, Ertrag² und Rohfasergehalte³ des sächsischen Grünland und Feldfutterbaus im Jahr 2011. Quellen: (1) Antragsdaten Agrarförderung Stand 07/2011, (2) Statistisches Landesamt 2000-2008, (3) Sächsisches Grundfutterqualitätsprogramm, (4) 42 % Ertragsrückgang bei Teilnahme an Agrarumweltmaßnahmen, eigene Ermittlungen, (5) 35 % TS.

	Fläche [ha]	Ertrag [dt/ha]	RFa-Gehalt [%]	Werbungs-/ Silierverlust [%]
Grünland	186.121		26	10/10
Grünland ohne AUM	128.060	G	26	10/10
Grünland mit AUM	58.061	0,58 ⁽⁴⁾ * G	26	10/10
Mais	81.156	397 ⁽⁵⁾	20	3/10
Klee/-gras/Luzerne	19.301	82	25	10/10
Ackergras	24.546	76	25	10/10

In Tabelle sind die in der Kalkulation verwendeten Daten zum Grünland und Feldfutter dargestellt. Die Bestände an Raufutter verwertenden Tieren betragen im Jahr 2011 in Sachsen 449.387 GV, davon 224.572 GV Milchkühe (Antragsdaten Agrarförderung Stand 07/2011). Der Rohfaserbedarf der Milchkühe wurde mit 2 kg pro GV und Tag, der der sonstigen RGV mit 2,5 kg pro Tag kalkuliert. Für die 217 sächsischen Biogasanlagen (Stand 12/2011) wurde

ein täglicher Einsatz von 20 dt Grassilage und 70 dt Maissilage angenommen (BRÜCKNER, persönliche Mitteilung).

Ergebnisse und Diskussion

Der Rohfaserbedarf durch Raufutter verwertende Tiere und Biogasanlagen beträgt in Sachsen 4,22 Mio dt. Dem steht ein Angebot an Rohfaser in Höhe von 1,97 Mio dt durch Mais sowie 0,7 Mio dt durch Feldfutter gegenüber (Tabelle). Der restliche Bedarf in Höhe von 1,55 Mio dt RFA muss durch das Grünland gedeckt werden. Dies entspricht einem Bruttoertrag (inkl. Verluste durch Werbung und Silierung) von 1,92 Mio dt RFA bzw. 7,38 Mio dt Trockenmasse. Auf die gesamte Grünlandfläche bezogen würde dies einen mittleren Trockenmasseertrag (brutto) von 39,6 dt/ha bedeuten. Berücksichtigt man die Teilnahme an Agrarumweltmaßnahmen, ergibt sich für diese extensiv bewirtschafteten Flächen ein mittlerer TM-Ertrag von 26,4 dt/ha und für das ohne Einschränkungen bewirtschaftete Grünland ein mittlerer TM-Ertrag von 45,6 dt/ha.

Tabelle 2: Rohfaserangebot und Rohfaserbedarf in Sachsen 2011,.

	Rohfaserbedarf [dt pro Jahr]	Rohfaserangebot (netto) [dt pro Jahr]
Raufutter verwertende Tiere	3.690.816	-
Biogasanlagen	532.258	-
Mais	-	1.968.962
Klee, -gras, Luzerne	-	322.107
Ackergras	-	378.377
Grünland (kalkulatorisch)	-	1.553.628
Summe	4.223.074	4.223.074

Der kalkulatorische mittlere TM-Ertrag von 45,6 dt/ha für nicht AUM-Grünland bzw. 26,4 dt/ha für AUM-Grünland ist deutlich geringer als die bisherige, v. a. auf Versuchsdaten basierende Ertragsangabe für produktives Grünland von 69 dt/ha. Auch das statistische Landesamt nennt mittlere TM-Erträge von 60 dt/ha für (produktive) Wiesen und 66 dt/ha für Mähweiden (Statistisches Landesamt, 1991-2013). Diese Unterschiede deuten darauf hin, dass auch von dem ohne AUM genutzten Grünland ein großer Teil extensiv bzw. unwirtschaftlich und deutlich unterhalb des Ertragspotenzials genutzt wird. Für Thüringen wird ebenfalls angenommen, dass ca. 50 % des sog. produktiven Grünlandes suboptimal bewirtschaftet werden (TMLFUN 2013).

Aufgrund der naturräumlichen Gliederung gibt es deutliche Unterschiede in Bezug auf die Grünlandnutzung innerhalb Sachsens. So reicht der Grünlandanteil (durchschnittlich 20 %) in den sächsischen Vergleichsgebieten von 8 % (Sächsische Tieflandsbucht) bis 49 % in der Region Erzgebirgskamm. Das Vergleichsgebiet mit den meisten Milchkühen (absolut) ist die Mittelsächsische Platte mit einem Grünlandanteil von 11 %, gefolgt vom Erzgebirgskamm (49 %). Die höchste Dichte an Raufutter verwertenden Tieren bezogen auf die landwirtschaftliche Fläche findet man in den Regionen Lausitzer Platte, Zittauer Becken & Oberlausitzer Bergland sowie Erzgebirgskamm mit 1,05 bzw. 1,00 RGV/ha LF. Die regionalen Unterschiede im Rohfaserangebot und -bedarf spiegeln sich in dem kalkulatorischen Grünlandertrag wider (Abb. 1). Die höchsten kalkulatorischen Erträge mit über 60 dt/ha liegen in der Vorgebirgsregion sowie der nördlichen Erzgebirgsabdachung. Die geringsten Erträge von unter 20 dt/ha wurden für die Regionen Lausitzer Heide- und Teichgebiet sowie die Leipziger Tieflandsbucht ermittelt.

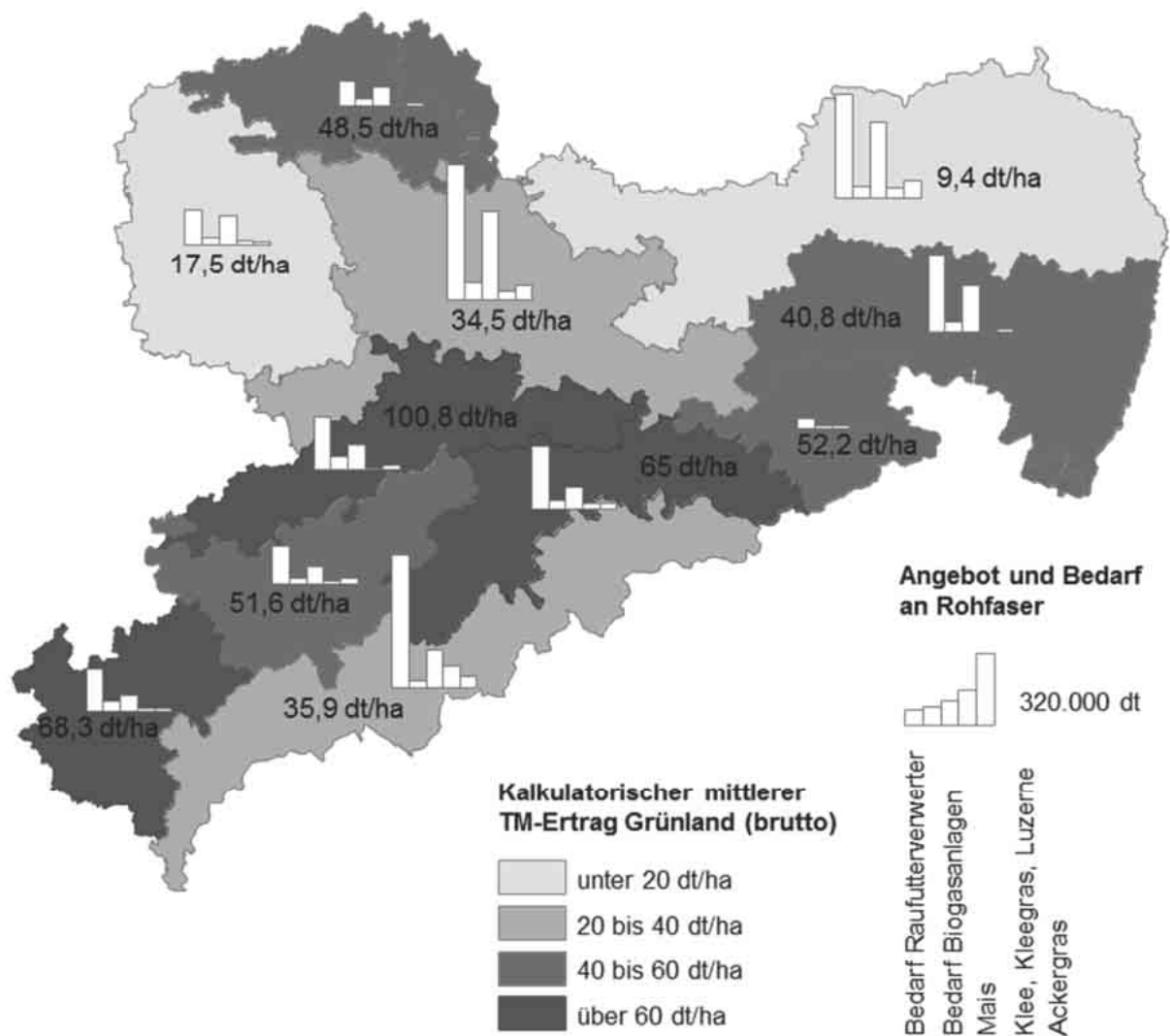


Abbildung 1: Kalkulatorischer mittlerer TM-Ertrag Grünland (brutto) sowie Angebot und Bedarf an Rohfaser in den sächsischen Vergleichsgebieten 2011.

Schlussfolgerungen

Ein großer Teil des sächsischen Grünlandes wird nach den Vorgaben von AUM sowie anderweitig extensiv oder suboptimal, d. h. deutlich unterhalb des Ertragspotenzials genutzt wird. Hier sehen die Autoren eine große Chance für eine nachhaltige Intensivierung des Grünlandes im Sinne der Forschungsstrategie der DAFA (2013). Das bisher mit AUM bewirtschaftete Grünland (ca. 30 %) sollte weiterhin primär für Ziele des Naturschutzes zur Verfügung stehen. Dagegen sollte auf dem restlichen Grünland die Futterproduktion stärker an Bedeutung gewinnen. Die regionale Differenzierung deutet auf eine unterschiedliche Vorzüglichkeit des Grünlandes innerhalb Sachsens hin und zeigt Handlungsfelder für die Umsetzung einer zukünftigen Grünlandstrategie an.

Literatur

- DAFA (2013): Fachforum Grünland, Forschungsstrategie der DAFA. Entwurf vom 01.08.2013, http://www.dafa.de/fileadmin/dam_uploads/images/Veranstaltungen/FF_Gruenland/FFG-2013-08-01-Strategieentwurf.pdf
- SCHAUMBERGER, A. (2005): Ertragsanalyse im österreichischen Grünland mittels GIS unter besonderer Berücksichtigung klimatischer Veränderungen. Veröffentlichungen Heft 42, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irnding

- STEINHÖFEL, O. (2003): Modellierung verschiedener Szenarien der Grünlandnutzung bei sinkenden Tierbeständen im Freistaat Sachsen. Abschlussbericht (unveröffentlicht), Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden.
- THÜRINGER MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, FORSTEN, UMWELT UND NATURSCHUTZ (TMLFUN) (2013): Strategie zur Erhaltung und Nutzung des Dauergrünlandes in Thüringen bis 2020. www.thueringen.de/tmlfun
- WÜRFL, P. und HALAMA, M. (2008): Grünlandstudie Bayern, Teil 1 Analyse und Prognose der Tierhaltung und des Futterbaus. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 9, Freising-Weihenstephan.

Plant-soil feedback of an endophytic grass on a legume-*Rhizobium* symbiosis

P.G. Parisi¹, A.A. Grimoldi¹, M. Druille², F.A. Lattanzi³ und M. Omacini²

¹ Universidad de Buenos Aires, Cátedra de Forrajicultura and ² Cátedra de Ecología, Facultad de Agronomía, IFEVA-CONICET, (C1417DSE) Buenos Aires

³ Technische Universität München, Lehrstuhl für Grünlandlehre, 85350 Freising

lattanzi@wzw.tum.de

Introduction and definition of the problem

Plants have been shown to condition soils in a way such that the growth of the next generation can be either promoted or inhibited. These so-called plant-soil feedbacks –referred to as ‘direct’ or ‘indirect’ depending on whether the same or a different species is affected– are thought to be mediated by plant-induced changes in belowground biotic and abiotic conditions.

Fungal endophytes living in the leaves of C3 grasses (*Neotyphodium*, Clavicipitaceae) are symbionts that can alter chemical and biological soil properties, either by changing the quantity or quality of the biomass that enters the soil, or by allelopathic effects of root exudates. For instance, several studies have shown changes in species composition due to the presence of endophytes, mediated through changes in soil characteristics, or in the activity of soil pathogens (reviewed by OMACINI ET AL. 2012).

The aim of this study was to assess the existence of an indirect plant-soil feedback of endophyte-grass and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF)-grass symbioses on the next generation of a legume-*Rhizobia* symbiosis. Specifically, we hypothesize that (i) the presence of the endophyte in a grass reduces the availability of AMF spores, that (ii) this negatively affects the establishment and growth of the, and that (iii) the response differs for legume plants with different levels of nitrogen (N) fixing bacteria. Therefore, we expect that (iv) the interaction of these three symbionts between generations has consequences for the primary productivity and source of N acquisition of the ecosystem.

Materials and Methods

Soil conditioning

For six months, between Jun and Dec/2012, *Lolium multiflorum* L. (annual ryegrass) plants were grown in a greenhouse on 1.5 L pots filled with a 1:1 soil:sand mixture (4 plants/pot). Half the pots were endophyte-free (HE-), and half endophyte-infected (HE+). To produce endophyte-free seeds, ryegrass seeds with 95 % of endophytic individuals were treated with triadimenol (0.5 g ap/100 g seed), resulting in seeds with 0 % of endophyte (microscopic observation of 30 seeds). Further, half the HE- and HE+ pots received 25 g of a AMF inoculum (HM+): a mixture of hyphae and spores of *Glomus mosseae*, *G. hoi* and *G. intraradices*, obtained from multiplication in *Plantago lanceolata*, *Lotus tenuis* and *Bromus unioloides* plants grown on a perlite/vermiculite mixture. The other half received no AMF inoculum (HM-). The resultant four treatments “HE+ HM+”, “HE+ HM-“, “HE- HM+”, and “HE- HM-“ were repeated six times. Once ryegrass plants senesced and died towards the end of Dec, aboveground tissues removed, and the soil sieved to remove coarse plant parts. The number of AMF spores/g of dry soil (healthy morphotypes by observation under stereomicroscope) was determined on 50 g of air-dried soil.

Plant response

For three months, between Jan and Mar/2013, *Trifolium repens* L. (white clover) plants were grown in 180 ml pots filled with each of the four differently conditioned soils (1 plant/pot). Clover plants were either inoculated with a commercial inoculum of the strain *R. leguminosarum* bv. *trifolii* ($>10^6$ bacteria/ml), or not inoculated. Thus, high (R+) and low (R-) levels of *Rhizobium* infection were obtained. Clover plants grew in a growth chamber, at 20 °C, with a 16:8 h photoperiod, and a photosynthetic photon flux density of 200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Pots were watered regularly. After three months, surviving plants were counted and harvested. The shoot of each plant was cut, and roots washed. The number of active nodules (pink colour) was recorded. All samples were dried at 70 °C for 48 h, and their dry weight recorded.

Atmospheric N fixation and soil N uptake

The contribution to clover N acquisition of soil N uptake vs. fixation of atmospheric N were estimated with the ^{15}N natural abundance technique. This is based on the fact that N isotopic composition [$\delta^{15}\text{N}$ (‰) = $((^{15}\text{N}/^{14}\text{N}_{\text{sample}})/(^{15}\text{N}/^{14}\text{N}_{\text{standard}}) - 1) \times 1000$] of atmospheric N differs from that of soil N (Högberg 1997). The percentage of N derived from fixation of atmospheric N ($\%N_{\text{fix}}$) was estimated as $\%N_{\text{fix}} = (\delta^{15}\text{N}_{\text{plant ref}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{plant fix}}) / (\delta^{15}\text{N}_{\text{plant ref}} - B)$, where $\delta^{15}\text{N}_{\text{plant fix}}$ is the $\delta^{15}\text{N}$ of the sample, B is the $\delta^{15}\text{N}$ of a plant whose N supply depends completely on atmospheric N fixation, and $\delta^{15}\text{N}_{\text{plant ref}}$ is the $\delta^{15}\text{N}$ of a non-nodulated plant.

B and $\delta^{15}\text{N}_{\text{plant ref}}$ were measured on additional sets of six clover plants either inoculated with *Rhizobium* and grown on a perlite/vermiculite substrate watered with a modified Hoagland solution containing no N (B), or non-nodulated and grown on the sand:soil substrate ($\delta^{15}\text{N}_{\text{plant ref}}$). B values were 2.1 ± 0.49 ‰ (mean \pm SEM) in mycorrhizal plants and 2.7 ± 0.68 ‰ in non-mycorrhizal plants. $\delta^{15}\text{N}_{\text{plant ref}}$ values were 13.3 ± 0.73 ‰ in mycorrhizal plants and 15.3 ± 0.84 ‰ in non-mycorrhizal plants.

N concentration (% of d.wt.) and isotopic composition ($\delta^{15}\text{N}$) were determined on 0.7 mg d.wt. samples of aboveground plant biomass using an elemental analyser (NA1500, Carlo Erba Strumentazione, Milan) interfaced to a continuous flow isotope mass ratio spectrometer (Deltaplus, Finnigan MAT, Bremen, Germany). A laboratory standard (wheat flour) was run after every tenth sample (0.14 ‰ SD).

Total N acquisition by plant was then calculated as N concentration times aboveground biomass. The contribution of atmospheric N fixation to total N acquisition was estimated as N acquisition times $\%N_{\text{fix}}$. Soil N uptake was estimated as total N acquisition times $(100 - \%N_{\text{fix}})$.

Experimental design and statistical analysis

The experimental design was a hierarchical factorial experiment, with the four conditioning treatments as the main plot, and the *Rhizobium* treatments as the sub-plot. Statistical analyses were performed with mixed effect models. AMF spores number was analyzed including HE and HM as fixed factors. For all other variables, models included conditioning treatments (HM and HE), and *Rhizobium* treatments as fixed effect, and the hierarchical plot/sub-plot organization as random effect. Normal distribution of the residuals and homogeneity of variance was analytically evaluated (Shapiro Test and Levenne Test, respectively). Non-normally distributed response variables –survival and nodulation– were analyzed with models that included the specification of the family of the data (nodulation: poisson distribution, survival: binomial distribution).

Results

After six months of grass growth, soils without endophyte-history had 33 % more AMF spores than soils with endophyte-history (42 ± 4 vs. 33 ± 3 spores/g soil: $F_{1,10}=7.29$, $P=0.02$). Endophyte-history also decreased survival of clover seedlings (83 ± 8 vs. 56 ± 10 %), while AMF-history increased it (58 ± 10 vs. 83 ± 8 %), and *Rhizobium* level had no effect (LRT, M: $\chi^2_1=3.54$, $P=0.05$; E: $\chi^2_1=4.27$; $P=0.03$). Thus, indirect plant-soil feedbacks were observed for both endophyte- and AMF-history, but no interactions between them, nor with *Rhizobium* level, were detected.

Rhizobium inoculation increased 100 % the number of nodules per plant (6 ± 2 vs. 12 ± 2 nodules/plant; LRT, R: $\chi^2_1=25.7$; $P<0.01$). AMF-history also increased nodulation, 60 % (7 ± 1 vs. 11 ± 2 nodules/plant; LRT, R: $\chi^2_1=3.7$; $P=0.05$). Conversely, endophyte-history did not affect nodulation in this study.

Aboveground productivity (of surviving plants) was increased by *Rhizobium*, and also by endophyte-history, but only in the R- treatment. As a result, R- and R+ plants growing in HE+ soils had similar shoot mass. AMF-history had no effect on growth. Root growth was not affected by any treatment.

Soil N uptake was similar in all treatments. Atmospheric N fixation was increased by *Rhizobium* level. Notably, atmospheric N fixation was also increased by endophyte-history in R- plants, but not in R+ plants. As a result, total N acquisition was increased by *Rhizobium* inoculation only in HE- soils. AMF-history showed no effect on N acquisition from either atmospheric N fixation or soil N uptake.

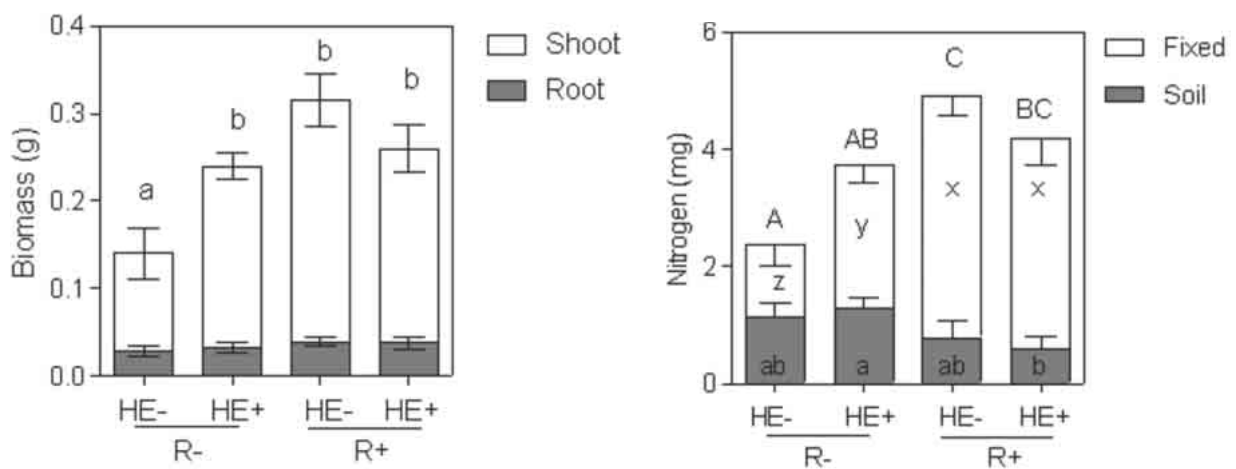


Figure 1: (A) Shoot and root biomass (g d.wt./plant) and (B) N acquired (mg N/plant) by atmospheric N fixation or from soil N uptake of clover plants. Plants grew with low (R-) or high levels of *Rhizobium* (R+), in soils previously conditioned by endophyte-free (HE-) or endophyte-infected ryegrass (HE+). Different letters mean significant differences among treatments. In (B), “A, B, C” refer to total N acquisition, “x, y, z” refer to atmospheric N fixation, and “a, b, c” refer to soil N uptake (in all cases: Tukey test, $P < 0.05$).

Discussion and Conclusions

Three main results were observed. First, AMF spores were negatively affected by the endophyte-history of the grass. Since AMF increased survival and nodulation of the next generation of clover plants, the possibility exists for an indirect grass/clover plant-soil feedback mediated by effects of the endophyte on one of clover symbionts: AMF. However, in this study the effect was not large enough so as to compromise clover survival in the HE+ HM+ treatment. Second, soil conditioning by the grass-endophyte reduced the survival of next generation clover plants, but, third, it simultaneously enhanced the growth of surviving plants with low *Rhizobium*. These three effects are consistent with the presumed action of endophyte-derived alkaloids: these are known to reduce the viability of AMF spores, the establishment of seedlings, and the load of soil pathogens (CHU-CHOU ET AL., 1992; RUDGERS & ORR, 2009). The later effect would explain the better growth of clover plants with a low level of *Rhizobia*. The interaction of these three symbionts between grass/clover generations had clear consequences for the function (primary productivity) and nutrients dynamics (source of N acquisition) of the mesocosms.

Literature

- CHU-CHOU, M., GUO, B., AN, Z.-Q., HENDRIX, J.W., FERRISS, R.S., SIEGEL, M.R., DOUGHERTY, C.T. & BURRUS, P.B. (1992): Suppression of mycorrhizal fungi in fescue by the *Acremonium coenophialum* endophyte. *Soil Biology and Biochemistry* 24(7), 633–637.
- OMACINI, M., SEMMARTIN, M., PEREZ, L. I., & GUNDEL, P. E. (2012): Grass-endophyte symbiosis: A neglected aboveground interaction with multiple belowground consequences. *Applied Soil Ecology* 61, 273–279.
- RUDGERS, J.A. & ORR, S. (2009): Non-native grass alters growth of native tree species via leaf and soil microbes. *Journal of Ecology* 97(2), 247–255.

Ist die Saatgutqualität der Gattung *Lolium* über die Standraumbemessung von Vermehrungsbeständen steuerbar?

S. Schulze, M. Dau, L. Dittmann und J. Müller

Universität Rostock, Arbeitsgruppe Grünland und Futterbauwissenschaften,
Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

juergen.mueller3@uni-rostock.de

Einleitung und Problemstellung

Die Qualitätsanforderungen an Gräser Saatgut sind im Saatgutverkehrsgesetz festgeschrieben und bestimmen die Vermarktbarkeit von erzeugter Saatware (Anonymus, 2004). Die Qualität der Rohware wiederum beeinflusst maßgeblich die Wirtschaftlichkeit der gesamten Saatguterzeugung (Hebblethwaite, 1980), da es für nicht als Saatgut nutzbare Ernteware bei den Gräsern, im Gegensatz zu den Getreidearten, keine alternativen Verwertungsoptionen gibt. Neben dem Verhältnis von Rohware zur Saatware sind auch die für die Lagerwirtschaft bedeutsamen Hektolitergewichte sowie die Tausendkorngewichte (TKG) der erzeugten Saatware ökonomisch relevant. Höhere TKG's werden innerhalb einer Art und Typengruppe zudem mit höheren Keimfähigkeiten (McWilliam *et al.*, 1970) und tendenziell höheren Auflaufraten unter Stressbedingungen (Greipsson & Davy, 1995) in Verbindung gebracht. In Anbetracht dieser hohen Bedeutung der Saatgutqualität erscheint es durchaus denkbar, in gewissen Grenzen auch trade-off's mit dem Saatgutertrag einzugehen. Von einer Variation der Standraumverhältnisse könnten derart konträre Reaktionen erwartet werden. Es wird daher im Folgenden die Hypothese geprüft, ob eine großzügigere Standraumbemessung verschiedener Kulturgräser der Gattung *Lolium* in Vermehrungsbeständen zu höheren Saatgutqualitäten führt.

Material und Methoden

Zur Beantwortung der Frage nach dem Einfluß von Standraumeffekten auf Merkmale der Saatgutqualität verschiedener Gräser der Gattung *Lolium* wurden von der Saatzucht Steinach GmbH zweiartig mehrere zweijährige Versuchsanlagen angelegt. Das Versuchsdesign ist im Beitrag Dau *et al.* 2014 (in diesem Heft) beschrieben.

Tabelle 1: Prüfmerkmale der Saatgutqualität und angewandte Methoden

Prüfmerkmal	Methode	Erläuterungen
Tausendkorngewicht (TKG)	gem. ISTAF (2004)	Zählung und Wägung
Saatwarenanteil in %	Labor-Saatgutaufbereiter Petkus-Wutha	Sieb- und Sichertertechnik
Hektolitergewicht (HL)	in Anlehnung an Egger (1989)	Wägung von 80 ml Volumina eines randvollen zylindrischen Laborbecherglases

Die Versuche wurden über einen Prüfzeitraum von 2 Samennutzungsjahren in verschiedenen Umwelten durchgeführt. Geprüft wurden: *Lolium perenne* – Futtertypen, diploid und tetraploid (WD_2n bzw. WD_4n), ein diploider Rasentyp der gleichen Art (WD_R), ein diploider sowie ein tetraploider Futtertyp des Bastardweidelgrases (WB_2n bzw. WD_4n) und je ein 2n-Typ des Welschen bzw. des Einjährigen Weidelgrases (WV bzw. WEI).

Unmittelbar vor dem Drusch des Bestandes wurde je 1 m² einer jeden Parzelle per Hand beerntet. Dann wurden die Parzellen mit einem Parzellenmähdrescher (Wintersteiger) beerntet.

tet. Auf der Beprobungsfläche ist die Anzahl ährentragender Halme je Flächeneinheit ermittelt worden. Die Handbeprobungsflächen dienten darüber hinaus der Bestimmung der Rohwarenerträge (Handernte) und nach Aufreinigung der Saatwarenerträge (Handernte). Die Methoden zur Bestimmung des Saatwarenanteils, des Tausendkorn- sowie des Hektolitergewichtes finden sich in Tab. 1. Die statistische Auswertung der Effekte variiertes Standraumbemessung auf die Saatgutqualität erfolgte mittels zweifaktorieller Varianzanalyse inklusive der Wechselwirkung (GLM, F-Test) für jede Varietät getrennt.

Ergebnisse und Diskussion

Die variierte Standraumbemessung nahm vor allem im ersten Samennutzungsjahr Einfluss auf das Prüfmerkmal Tausendkorngewicht (Tab. 2). Für die TKG's der Varietäten WD_4n, WB_2n und WEI konnte im ersten Nutzungsjahr allerdings kein Standraumeffekt nachgewiesen werden. Im zweiten Samennutzungsjahr zeigte sich ausschließlich bei den Prüfgliedern WD_4n und WD_R ein signifikanter Effekt des Standraums auf das Tausendkorngewicht. Die Umwelt beeinflusste das TKG in noch stärkerem Maße, als es der Standraum vermochte. Mit Ausnahme des diploiden Deutschen Weidelgrases (WD_2n) hielt diese Umweltprägung auch im zweiten Samennutzungsjahr an. Wechselwirkungen zwischen der Standraumbemessung und der Umwelt hinsichtlich der Ausprägung des Tausendkorngewichtes waren nur bei den tetraploiden Prüfgliedern auszumachen.

Tabelle 2: Einfluss einer variierten Standraumbemessung auf das Tausendkorngewicht unterschiedlicher Weidelgras-Varietäten im ersten und zweiten Samennutzungsjahr (SNJ) in unterschiedlichen Umwelten (Ergebnisse der Varianzanalysen, p -Werte u. Signifikanzniveaus). ($p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$, $p < 0.001^{***}$, n.s. – nicht signifikant, k.o.D. - kein orthogonaler Datensatz verfügbar)

Varianz- ursache	Standraum		Umwelt		Interaktion Standraum x Umwelt	
	1. SNJ	2. SNJ	1. SNJ	2. SNJ	1. SNJ	2. SNJ
WD_2n	0,000 ***	0,463 n.s.	0,001 **	0,665 n.s.	0,308 n.s.	0,330 n.s.
WD_4n	0,330 n.s.	0,001 **	0,000 ***	0,000 ***	0,001 **	0,000 ***
WD_R	0,001 **	0,015 *	0,000 ***	0,000 ***	0,085 n.s.	0,300 n.s.
WB_2n	0,605 n.s.	0,187 n.s.	0,005 **	k.o.D.	0,896 n.s.	k.o.D.
WB_4n	0,001 **	0,096 n.s.	0,000 ***	0,000 ***	0,000 ***	0,824 n.s.
WV	0,000 ***	0,086 n.s.	0,000 ***	0,000 ***	0,216 n.s.	0,293 n.s.
WEI	0,096 n.s.	k.o.D.	0,000 ***	k.o.D.	0,088 n.s.	k.o.D.

Das Ausmaß der TKG-Beeinflussung der einzelnen *Lolium*-Arten/Varietäten durch die Standraummanipulation in unterschiedlichen Umwelten wird in Abb. 1 ersichtlich. Die aufgrund negativer Korrelationen zwischen der Triebzahl und dem TKG bei *Lolium perenne* (Bugge, 1987) zu erwartende Zunahme der TKG mit zunehmendem Standraum konnte nicht für alle Prüfglieder der Gattung *Lolium* bestätigt werden. Sortenbedingte Unterschiede in der TKG-Ausprägung als Reaktion auf variierte Reihenweiten stellten auch Deleuran *et al.* (2009) fest. Insbesondere die Prüfglieder der Art *Lolium multiflorum* (WEI, WV), aber auch das Bastardweidelgras tendierten zu abweichenden TKG's ohne unmittelbaren Bezug zu den Prüffaktoren. Im Falle des tetraploiden Deutschen Weidelgrases sticht auf dem sorptionsstarken Standort Steinach das abweichende Verhalten der TKG-Ausprägung in den Drillreihen heraus. Eine Erklärung dafür liefert die auffallend geringe Anzahl ährentragender Halme innerhalb dieser Drillvariante (hier nicht dargestellt), die zu überproportional guter Ausbildung des Endosperms und somit zu den sehr hohen TKG's führte.

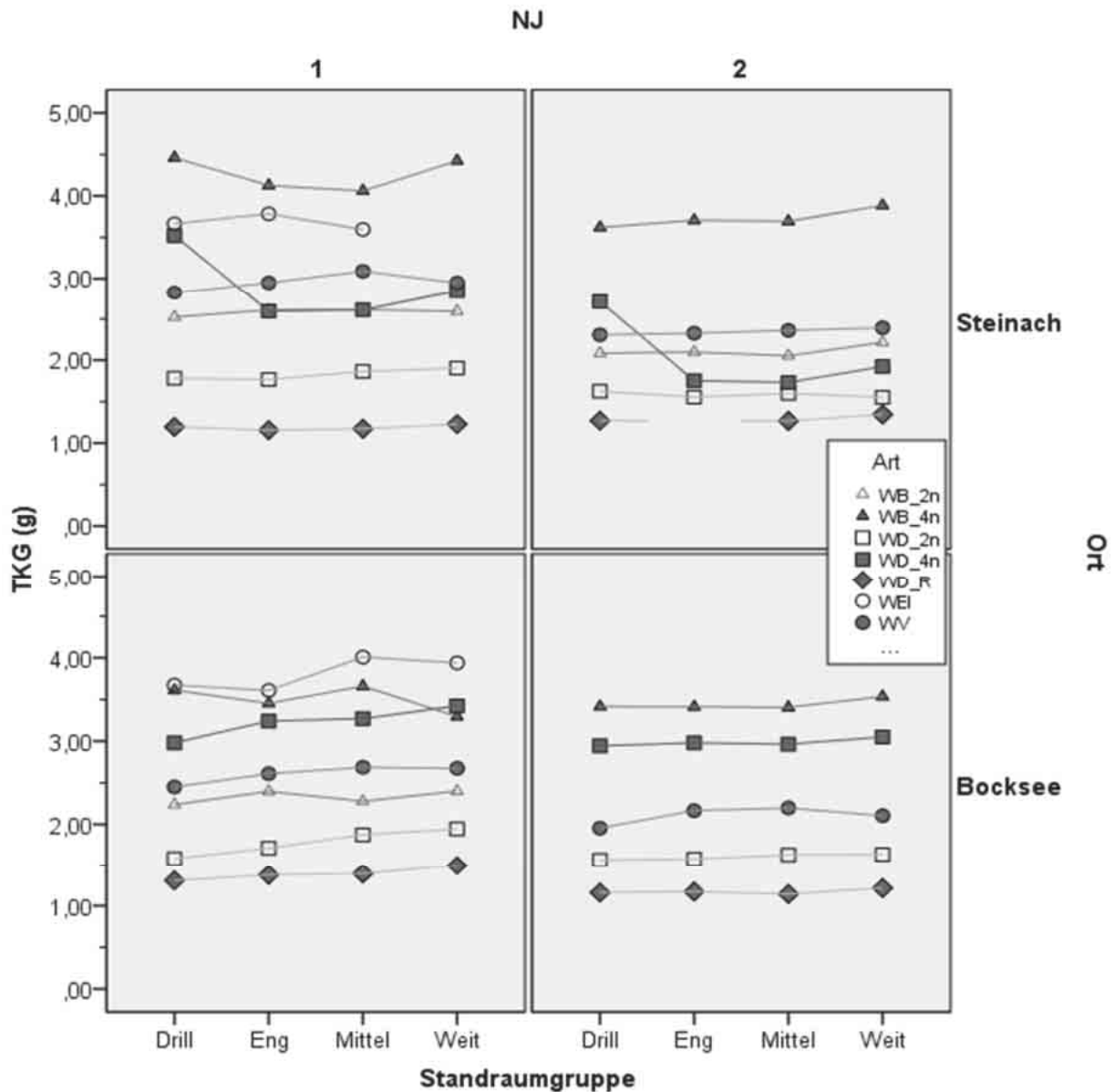


Abbildung 1: Tausendkorngewichte (in g) in Abhängigkeit von der Standraumbemessung (Abszisse), der Art (siehe Legende) und dem Samennutzungsjahr (1. Jahr links, 2. Jahr rechts)

Die erwartete quasilineare Erhöhung der TKG's mit zunehmendem Standraum, wie sie insbesondere die diploiden Weidelgräser aufweisen, ist nicht sonderlich stark ausgeprägt. Dies kann mit der hohen genetischen Prädetermination des Merkmals TKG (MARSHALL, 1985) erklärt werden.

Weitere Merkmale der Saatgutqualität neben dem TKG sind der Saatwarenanteil und das Hektolitergewicht. Wie der Abb. 2 zu entnehmen ist, ist der Saatwarenanteil starken Schwankungen unterworfen, die nur teilweise auf die Prüffaktoren zurück zu führen sind. Von der erhofften Verbesserung des Saatwarenanteils als einer wichtigen ökonomischen Komponente der Saatguterzeugung bei großzügigerer Standraumbemessung kann daher realistischer Weise nicht ausgegangen werden. Im Falle des Hektolitergewichts, dessen Untersuchung sich auf die Saatwaren des Standorts Bocksee beschränkte, ergaben sich tendenziell höhere Werte bei Drill- und Engsaat. Diese Varianten ermöglichen demnach höhere Schüttdichten der Saatware.

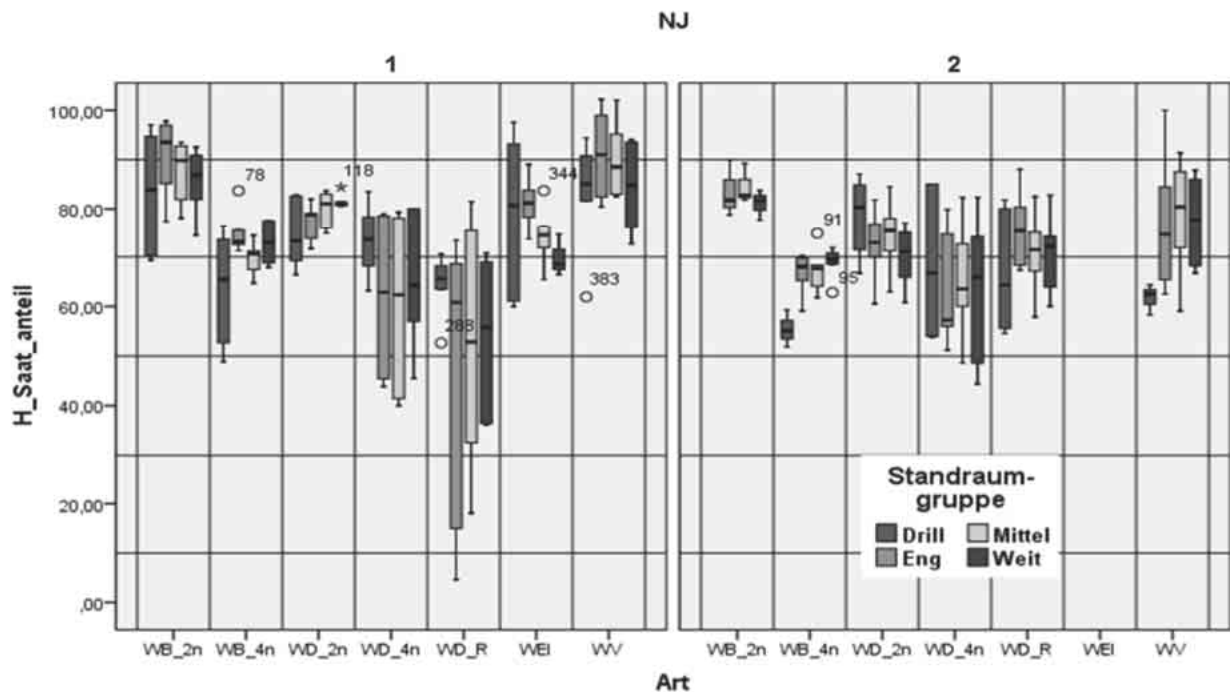


Abbildung 2: Anteil der Saatware an der Rohware in % (Ordinate) unterschiedlicher Arten/Varietäten (Abszisse) in Abhängigkeit von Samennutzungsjahr (links: 1. Nutzungsjahr; rechts: 2. Nutzungsjahr) und Standraum (siehe Legende). Boxplots: Spannweite = Tukey's Angelpunkte, Median = Linie in der Box, Boxlänge = Interquartilsabstand)

Schlussfolgerungen

Die Untersuchung zeigt, dass sich eine großzügigere Standraumbemessung tendenziell positiv auf das TKG insbesondere diploider ausdauernder Weidelgräser auswirkt, dieser Effekt aber im Falle der kurzlebigen Weidelgräser weit weniger konsistent ist und darüber hinaus in seinem Ausmaß genetisch bedingten Grenzen unterliegt. Aus diesem Grund und angesichts der Befunde, dass die ökonomisch relevanten Prüfmerkmale des Saatwarenanteils und des Hektolitergewichts sich nicht in gleicher Weise positiv beeinflussen ließen, sollte die Standraumbemessung nicht als eine primäre Maßnahme zur Verbesserung der technischen Saatgutqualität angesehen werden. Allerdings ist nicht auszuschließen, dass in der vorliegenden Versuchsserie nicht untersuchte biologische Parameter, wie beispielsweise die Triebkraft, weitere Argumente für eine verbesserte Saatguteignung unter optimierten Standraumverhältnissen liefern. Dies festzustellen wird weiteren Untersuchungen vorbehalten sein.

Literatur

- ANONYMUS (2004): Saatgutverkehrsgesetz (SaatG) vom 16. Juli 2004 (BGBl. I S. 1673), zuletzt geändert durch Artikel 192 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407)
- BUGGE, G. (1987): Selection for seed yield in *Lolium perenne* L.. *Plant Breeding* (98) 149-155.
- DELEURAN, L.C., GISLUM, R. & BOELT, B. (2009): Cultivar and row distance interactions in perennial ryegrass. In: *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science* (59) 335-341.
- GREIPSSON, S. & DAVY, A. J. (1995): Seed mass and germination behaviour in populations of the dune-building grass *Leymus arenarius*. *Annals of Botany* (76) 493-501
- HEBBLETHWAITE, P.D. (1980): Seed Production. *Butterworths*, London-Boston, 694 pp.
- MARSHALL, C. (1985): Developmental and physiological aspects of seed production in grasses. *Journal of Applied Seed Production* (3) 43-49.
- MCWILLIAM, J.R., CLEMENTS, R.J. & DOWLING, P.M. (1970): Some factors influencing the germination and early seedling development of pasture plants. *Australian Journal of Agricultural Research* (21) 19-32.

Pflege der Pfeifengras-Streuwiesen im Voralpenraum

E. Hochberg¹ und S. Hartmann²

¹ Deutscher Grünlandverband e.V., Waplitzer Str. 33, 12621 Berlin

² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Am Gereuth 4, 85354 Freising

Einleitung und Problemstellung

Die Pfeifengras-Streuwiesen (*Molinion caeruleae* W. KOCH 1926) sind ungedüngte, spät und nur einmal im Jahr genutzte Wiesen auf wechsellassen oder ganzjährig mehr oder weniger gleichmäßig nassen, nährstoffarmen Standorten. Die Mahd erfolgt im Frühherbst, wenn die Flächen befahrbar und die Halme des Pfeifengrases strohig sind (SCHUBERT, HILBIG, KLOTZ, 1995). Dieser Wiesentyp ist nur noch selten, kleinflächig vorhanden und stark gefährdet. Der dramatische Rückgang ist auf Entwässerungs-/ Wasserregulierungsmaßnahmen und nachfolgender Düngung sowie damit verbundenem zeitigem wie auch häufigerem Schnitt zurückzuführen. Diese Pfeifengras-Streuwiesen gehören zu den artenreichsten Grünlandtypen. Die Artenvielfalt wie auch die konkrete Ausstattung mit Magerkeitszeigern ist an die Aufrechterhaltung einer Mindestnutzung gebunden.

Mit einem Langzeitversuch soll der Einfluss des Nutzungszeitpunktes und der -häufigkeit auf die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes untersucht werden.

Material und Methoden

Der Versuch befindet sich in einer ganzjährig mehr oder weniger wasserdurchdrängten Tal-lage im bayerischen Alpenvorland nahe Immenstadt. Es handelt sich um einen gründigen Anmoorstandort auf dem das Bodenwasser ganzjährig bis an die Bodenoberfläche tritt. Der bodensaure Standort (pH 4,6) ist arm an Phosphat (3,5 mg P/ 100 g Boden) und sehr hoch mit K und Mg versorgt (28,4 und 29,8 mg/ 100 g Boden). Die Anlage des Versuches erfolgte 2008 als randomisierte Spaltanlage mit vier Wiederholungen. Folgende vier Varianten werden geprüft (Tab. 1).

Tabelle 1: Prüfglieder des Versuches

Variante	Nutzungssystem
1	Mahd jährlich, Mitte August
2	Mahd jährlich, Mitte September
3	Mahd jährlich, Juli und September
4	Mahd aller 2 Jahre, Mitte September

Die Vegetationsaufnahme erfolgt jährlich, indem eine komplette Artenliste erstellt und die Ertragsanteilschätzung nach KLAPP-STÄHLIN auf jeder Parzelle vorgenommen wird.

Für die Bewertung der Pflanzenbestandsentwicklung werden als Indikatoren die Veränderungen der Ertragsanteile der Artengruppen - Gräser, Kräuter, Leguminosen, und die Gesamtartenzahl im Verlauf der bisher sechsjährigen Versuchsperiode herangezogen.

Die Struktur eines Dauergrünlandbestandes wird anhand der Ausprägung der Etagen des Bestandes (Schichtung nach Obergräser/ -kräuter, Mittelgräser/ -kräuter, Untergräser/ -kräuter) beurteilt. Dieser Indikator bildet stellvertretend die Habitatqualität des Bestandes für verschiedene Tierartengruppen ab (HOCHBERG *et al.*, 2008). Die Schichtung eines Pflanzenbestandes wird mit einem Index beschrieben. Hierzu werden die vorgefundenen Arten mit ihrem Ertragsanteil einer der drei Kategorien - Ober-, Mittel- oder Unterschicht - zugeordnet. Der Schichtungsindex ergibt sich aus dem Mittelwert der beiden Schichten mit den geringsten Ertragsanteilen, multipliziert mit drei. Dieser Schichtungsindex erreicht somit Werte zwi-

schen 0 und 100. Hohe Werte stehen für Bestände mit starker Schichtung, niedrige Werte kennzeichnen Bestände mit Tendenz zur Einschichtigkeit. Dabei kann es sich bei Beständen mit einem hohen Index sowohl um solche mit mosaikartiger Struktur handeln, als auch um Bestände mit einer lückigen Oberschicht, die die Herausbildung einer kompakten Mittel- wie auch Unterschicht ermöglicht (HOCHBERG *et al.*, 2008).

Ergebnisse und Diskussion

Die Veränderungen in der Bestandeszusammensetzung sind in Tab. 2 mit dem Ertragsanteil der Artengruppen Gräser, Kräuter und Leguminosen dargestellt.

Tabelle 2: Veränderungen der Bestandeszusammensetzung einer Pfeifengras-Streuweise in Abhängigkeit vom Nutzungssystem

Variante Mahd	Artengruppe	Ertragsanteil (%)					
		2008	2009	2010	2011	2012	2013
1 jährlich Mitte Aug.	Gräser	51	49	51	55	56	56
	Kräuter	45	47	43	40	39	38
	Leguminosen	4	5	7	6	5	6
2 jährlich Mitte Sept.	Gräser	55	46	50	56	52	53
	Kräuter	41	48	44	39	41	41
	Leguminosen	4	6	6	6	7	6
3 jährlich Juli u. Sept.	Gräser	54	46	53	57	61	66
	Kräuter	41	49	41	36	34	31
	Leguminosen	5	6	6	7	5	3
4 aller 2 Jahre Mitte Sept.	Gräser	54	43	49	50	51	50
	Kräuter	42	52	46	45	44	45
	Leguminosen	4	6	5	5	6	5

Die jährliche Mahd Mitte August (Variante 1) hat zur Erhöhung des Ertragsanteils der Gräser und tendenziell auch des der Leguminosen zulasten der Kräuterfraktion geführt. Sumpfschachtelhalme, Flatterbinse, Ruchgras und Rotschwengel haben deutlich und Blaues Pfeifengras tendenziell zugenommen, während Wolliges Honiggras, Kleiner Klappertopf und Mädesüß zurückgedrängt worden sind. Fleischrotes Knabenkraut ist in seinem Anteil erhalten geblieben.

Bei jährlicher Mahd Mitte September (Variante 2) sind kaum nennenswerte Veränderungen im Ertragsanteil der Artengruppen im Verlauf der bisherigen Versuchsperiode zu verzeichnen. Allerdings haben sich bei einzelnen Arten spezifische Entwicklungen ergeben. Blaues Pfeifengras, Sumpfschachtelhalme und Flatterbinse nehmen deutlich zu, Moorabbiss und Blutwurz halten einen bemerkenswerten Anteil, während Sumpfschachtelhalme, Kleiner Klappertopf und Großer Wiesenknopf auffällig zurückgedrängt werden.

Die jährlich zweimalige Mahd - Mitte Juli und Mitte September (Variante 3) hat eine deutliche Zunahme der Gräser zulasten vor allem der Kräuter aber auch der Leguminosen zur Folge. In dem von Sumpfschachtelhalme, Sumpfschachtelhalme und Großem Wiesenknopf geprägtem Bestand haben sich Blaues Pfeifengras und Ruchgras am stärksten ausgebreitet sowie die Flatterbinse aber auch Gliederbinse und Blauegrüne Binse sowie Fleischrotes Knabenkraut eine Ausdehnung erfahren. Dem gegenüber sind Wolliges Honiggras und Mädesüß deutlich sowie Rotstraußgras, Moorabbiss Blutwurz, Kleiner Klappertopf und Großer Wiesenknopf in bemerkenswertem Ausmaß zurückgedrängt worden. Der Anteil Binsen, Seggen und Blaues Pfeifengras liegt deutlich über dem der Variante 2 (jährliche Mahd im September).

Bei Mahd Mitte September aller zwei Jahre (Variante 4) sind nur jahresbedingte Schwankungen im Ertragsanteil der drei Artengruppen zu verzeichnen. Es hat sich im Verlauf der Versuchsperiode allerdings ein vom Mädesüß überprägter Bestand herausgebildet. Dabei sind vor allem Igel- und Sumpfschachtelhalme, Kleiner Klappertopf, aber auch Sumpfschachtelhalme zurückgedrängt worden. Blaues Pfeifengras, Moorabbiss, Fleischrotes Knabenkraut sind im

Anteil weitgehend erhalten geblieben, während sich Wolliges Honiggras, Waldengelwurz und Sumpfhornklee ausgebreitet haben.
Diese bodensaure Pfeifengras-Streuwiese gehört zu den artenärmeren Pfeifengras-Streuwiesen (Tab. 3).

Tabelle 3: Entwicklung der Gesamtartenzahl einer bodensauren Pfeifengras-Streuwiese in Abhängigkeit vom Nutzungssystem (↗ tendenzielle Verbesserung (> 2), ↑ deutliche Verbesserung (>6))

Jahr	Artenzahl			
	Variante/ Nutzungssystem			
	1	2	3	4
2008	45	40	40	40
2009	47	40	41	42
2010	47	41	42	43
2011	48	42	44	44
2012	49	44	44	45
2013	49	46	46	47
Tendenz	↗	↑	↑	↑

Die Gesamtartenzahl hat sich mit zunehmender Dauer der Versuchsperiode in allen Varianten kontinuierlich deutlich erhöht.
Diese Pfeifengras-Streuwiese ist durch eine mosaikartige Struktur und eine gute Schichtung des Bestandes gekennzeichnet (Tab. 4).

Tabelle 4: Veränderungen in der Struktur des Pflanzenbestandes einer bodensauren Pfeifengras-Streuwiese in Abhängigkeit vom Nutzungssystem (~ weitgehend gleichbleibend, ↘ tendenzielle Verschlechterung)

Jahr	Schichtungsindex			
	Variante/ Nutzungssystem			
	1	2	3	4
2008	60	62	65	61
2009	55	59	63	56
2010	60	63	63	53
Tendenz	~	~	~	↘

Die Ergebnisse zeigen, dass sich bei Mahd aller zwei Jahre (Variante 4) bereits in der ersten Hälfte der Versuchsperiode eine tendenzielle Verschlechterung der Habitatqualität andeutet. Der gezielte Eingriff in das Nutzungssystem löst charakteristische Änderungen in der Bestandeszusammensetzung einer Streuwiese aus. Ein guter Erhaltungszustand einer Pfeifengras-Streuwiese ist mit alljährlicher Herbstmahd zu erreichen. Der sehr späte Schnitt hat zur Folge, dass zahlreiche Pflanzenarten die Samenreife erreichen und Reservekohlenhydrate in das Wurzelsystem einlagern können. Dadurch wird die Konkurrenzfähigkeit einzelner Arten beeinflusst. Vor allem naturschutzfachlich wertvolle Arten haben sich infolge dessen ausbreiten können.

Die zweischürige Nutzung mit der Mahd des ersten Aufwuchses im Juli greift in die Reservestoffeinlagerung ein und es erfolgt eine Schwächung der Konkurrenzkraft einzelner Arten. Blaues Pfeifengras scheint offensichtlich davon nicht betroffen zu sein. Es hat sich deutlich ausgebreitet. Nach KNAUER (1981) speichert Pfeifengras die Reservestoffe für den Wiederaustrieb in den am Stängelgrund zusammengedrängten Halmknoten. Ein früher Schnitt würde die Einlagerung der Reservestoffe in diese Speicherorgane verhindern und die Konkurrenzkraft beeinträchtigen.

Die Mahd aller zwei Jahre führt bereits zur Verkrautung durch Mädesüß wie sie von OBERDORFER (1993) bei Auflassung der Nutzung beschrieben wird. Mahd aller zwei Jahre, wie von BRIEMLE, EICKHOFF und WOLF (1991) vorgeschlagen, war nicht zielführend.

Schlussfolgerung

Die bodensaure Pfeifengras-Streuwiese im Voralpenraum mit ihrer standortspezifischen Artenausstattung muss jährlich, möglichst im Herbst, gemäht und das Erntegut abgeräumt werden. Bei Befahrtheit der Fläche hat auch ein früherer Schnitt keinen nachteiligen Einfluss auf den Erhaltungszustand der Pflanzengesellschaft.

Literatur

- BRIEMLE, G., D. EICKHOFF und R. WOLF (1991): Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht. Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 60 (1-160). Karlsruhe. 161 S.
- HOCHBERG, H., D. ZOPF, U. MAIER, M. SCHWABE, E. HOCHBERG (2008): Ex post-Evaluierung Entwicklungsplan für den ländlichen Raum Thüringen 2000-2006. TLL. 467 S.
- KNAUER, N (1981): Vegetationskunde und Landschaftsökologie. - Heidelberg: Quelle und Meyer. 315 S.
- OBERDORFER, E. (1993): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil III. Gustav Fischer Verlag. Jena, Stuttgart, New York. 455 S.
- SCHUBERT, R., W. HILBIG, S. KLOTZ (1995): Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands. Gustav Fischer Verlag Jena; Stuttgart. 403 S.

Einführung und Anwendung der „Hohenheim-Gülzower Serienauswertung“ bei der Sortenprüfung für Futterpflanzen der Ländergruppe „Mitte-Süd“

S.Hartmann¹, B. Greiner², H. Hochberg³, H. Hegner³, G. Riehl⁴ und W. Wurth⁵

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Züchtungsforschung bei Futterpflanzen, Pflanzenbausysteme bei Grünland und Feldfutterbau, Am Gereuth 4, 85354 Freising

² Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Lindenstr.18, 39606 Iden

³ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Straße 98, 07743 Jena

⁴ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Christgrün 13, 08543 Pöhl

⁵ Landwirtschaftliches Zentrum, Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf

stephan.hartmann@lfl.bayern.de

Einleitung und Problemstellung

Ein funktionierendes Feldversuchswesen ist die Basis jeder wissenschaftlich abgesicherten Erkenntnisgewinnung im Pflanzenbau. Auf dem Fundament seiner Exaktversuche bauen letztlich alle Beratungsaussagen oder Stellungnahmen auf. Daher ist die Sicherung der notwendigen Funktionalität dieses Bereichs der angewandten Forschung von besonderem Interesse. Dies wurde auch im Rahmen der Agrarministerkonferenz am 7. Oktober 2004 auf der Burg Warberg erkannt und Entscheidungen zur Weiterentwicklung des Sortenversuchswesens getroffen. 2006 wurden darauf aufbauend eine trilaterale Vereinbarung (triV) zwischen Länderdienststellen (LDS), Bundessortenamt (BSA) und Züchtern (26.06.2007) und deren Anhang 1, eine bilaterale Vereinbarung (biV) zwischen LDS und BSA (27.09.2006), von den beteiligten Vertretern unterzeichnet.

Zuletzt bestätigten der bayerische Landtag mit dem Beschluss vom 16.05.2013 (Saatgut – Vielfalt erhalten) und der thüringische StM Reinholz in einem Schreiben an die TLL vom 05.04.2012 diese Entscheidung.

Material und Methoden

Als wichtigste daraus abgeleitete allgemeine fruchtartenspezifische Grundsätze für das Sortenprüfwesen in Deutschland lassen sich festhalten:

- Die Länderdienststellen koordinieren in gemeinsamen Anbaugebieten die Landessortenversuche hinsichtlich Sortimentsplanung, Versuchsdurchführung, und -auswertung. Für die regionale Sortenberatung ist jede Länderdienststelle eigenverantwortlich (triV § 3).
- Grundlagen für die Entscheidung, welche Sorten in welchem Umfang in den Landessortenversuchen weitergeprüft werden, sind die Ergebnisse der Wertprüfung und Ergebnisse aus zusätzlichen Versuchen (triV § 5).
- Es kommt ein Verrechnungsmodell (Hohenheimer Methode) zum Einsatz, das in die Auswertung der definierten Anbaugebiete auch Versuchsergebnisse aus Nachbargebieten einbezieht (triV § 6).
- Organisierte Ergänzung der Datenbasis der Landessortenversuche (LSV) durch Ergebnisse der Wertprüfung (WP) für die Sortenberatung der Länder (triV § 6).
- Nach Möglichkeit Integration von LSV und WP an WP-Standorten (biV 2).

- Reduktion der Umfänge bei den Landessortenversuchen auf das für die Beratung der Länder unabdingbare Mindestmaß, unter Beachtung von Absprachen auf Bundesebene zwischen den Länderdienststellen (LDS) und dem Bundessortenamt (BSA) (biV 4).

Fruchtartspezifische Umsetzung der allgemeinen Grundsätze im Bereich der Futtergräser und kleinkörnigen Leguminosen durch die Ländergruppe „Mitte-Süd“

Seit 2006 werden die LSV's bei Futterpflanzen der Bundesländer Baden Württemberg, Bayern, Sachsen, Sachsen Anhalt und Thüringen in einem länderübergreifenden Konzept nur mehr in den geraden Kalenderjahren angelegt.

Die Ergänzung der Datenbasis der Landessortenversuche durch WP-Ergebnisse für die regionale Sortenberatung der Länder ist auf Grund der geringen Zahl an WP-Datensätzen (10 Versuche im gesamten Bundesgebiet) nur in Einzelfällen möglich. Der Nutzen dieser Daten liegt daher eher im Bereich einer möglichen Vorauswahl für die Anbauplanung

Der erste in diesem Rahmen koordinierte Anbau der LSV's bei Futterpflanzen durch die Arbeitsgruppe „Mitte-Süd“ erfolgte zur Saat 2006. Bereits zu diesem Zeitpunkt kam ein vernetzter Versuchsansatz zu Anwendung.

Die Beschränkung der LSV-Umfänge bei mehrjährigen Futterpflanzen auf das für die Beratung der Länder unabdingbare Mindestmaß ist besonders bei der Sortimentsfindung bei Deutschen Weidelgras von Bedeutung. Bei den bekannt knappen Ressourcen ist es für die langfristige sichere Organisation von LSV's bei Deutschem Weidelgras unabdingbar, früh eine klare Begrenzung auf diesen Umfang zu finden. Das, sowie die hierzu notwendige Regionalisierung der Ergebnisse, unterscheidet die Versuchsplanung der LSV'e der Länderdienststellen von der Anlageplanung der WP'en des Bundessortenamtes. Das Vorgehen ist bei HARTMANN und HOCHBERG 2007 sowie HARTMANN 2010 beschrieben.

Das hierzu notwendige System fruchtartspezifischer Anbauggebiete, die alle auf einem fruchtartunspezifischen Boden-Klima-Raum-System (BKR) aufbauen, 2008 verabschiedet und veröffentlicht (GRAF ET AL. 2009) werden. Diese Karten sind im Internet unter: <http://geoportal.jki.bund.de/bodenklima.htm> abrufbar.

Ergebnisse und Diskussion

Erfahrungsgemäß sind mindestens vier Ergebnisse pro Anbaugbiet für die statistische Absicherung im Sortenversuchswesen notwendig. Folglich sind pro Anbaugbiet mindestens fünf Versuche anzulegen. Der Vorteil der oben genannten Methode gründet auf der Einbeziehung der Versuchsorte aus den Nachbargebieten in die Verrechnung entsprechend ihrer „genetischen Ähnlichkeit“. Die „genetische Ähnlichkeit“ ergibt sich aus der Ähnlichkeit der Sortenreihenungen der aktuellen, wie der vorausgegangener Versuche, an den einbezogenen Standorten. Es wird angestrebt, in der Summe der Gewichte mindestens 4 Versuche je Zielgebiet zu erreichen. Damit kann bei dem bestehenden sehr dünnen Netz an Versuchsstandorten eine deutliche Verbesserung der Absicherung der Ergebnisse möglich werden bzw. ermöglicht eine regionale Auswertung erst.

Während bei Getreide und Raps die Verrechnung nach der „Hohenheim-Gülzower Serienauswertung“ bereits seit mehreren Jahren im Bundesgebiet Standard ist, erfolgte die Umsetzung bei Futterpflanzen bislang nur in der Länder-Arbeitsgruppe „Mitte-Süd“.

Dies lag den fruchtartspezifischen Besonderheiten, wie der mehrjährigen Nutzung, der durch die unterschiedlichen Anlagerhythmen von WP's und LSV's hochgradig unbalancierten Datensätzen. Hierdurch gestellte sich die Verrechnung erheblich aufwändiger.

Erst durch eine Erweiterung „Hohenheim-Gülzower Serienauswertung“ finanziert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) löste dieses grundsätzliche Problem. Die Erweiterung wurde unter ECKL und PIEPHO 2013 und PIEPHO und ECKL 2013 veröffentlicht. Die Methode selbst wurde als allgemeine Erweiterung für PIAF allen LDS zugänglich gemacht.

Je nach der Zahl verfügbaren oder eben zu geringen Anzahl der Versuchsstandorte mussten die Anbauggebiete für einzelne Arten weiter aggregiert werden.

Tabelle 1: Futterpflanzenarten und die im Raum der Ländergruppe „Mitte-Süd“ ausgewiesenen Zahl an Anbaugebieten

Art	Ausgewiesene Anbaugebiete	Aggregiert aus den Anbaugebieten								
		2	6	7	8	9	10	11		
Deutsches Weidelgras	7	X	X	X	X	X	X	X	X	
Welsches Weidelgras	2		X					X		
Rotklee	2		X					X		
Bastardweidelgras	1					X				
Knautgras	1					X				
Wiesenrispe	1					X				
Luzerne	1					X				

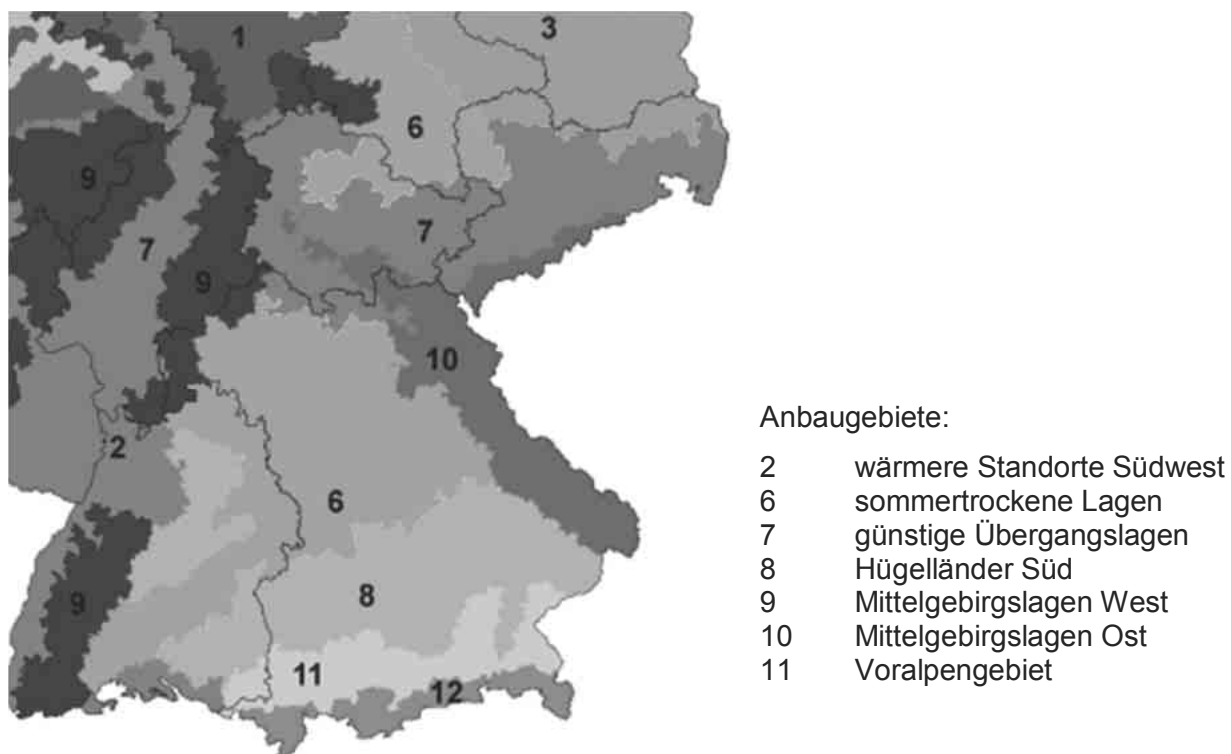


Abbildung 1: Bearbeitete Anbaugebiete für Futterpflanzen der Ländergruppe „Mitte-Süd“

Während bei Deutschem Weidelgras die Anbaugebiete noch abgedeckt werden können und bei Welschem Weidelgras und Rotklee noch zwischen frischeren und trockeneren Lagen differenziert werden kann, ist für Bastardweidelgras, Knautgras, Wiesenrispe und Luzerne nur noch eine Auswertung für das Gesamtgebiet der Ländergruppe „Mitte-Süd“ sinnvoll. Für alle nicht tabellierten Arten wie z. B. Einjähriges Weidelgras, Wiesenschwingel, Wiesenslieschgras, Glatthafer, Rotschwingel, Goldhafer, Wiesenfuchsschwanz oder Weißklee und Hornklee liegen so wenige Daten vor, dass auf die Beschreibenden Sortenliste des BSA also die gesamtdeutsche Datenbasis zurückgegriffen werden muss.

Die Ergebnisse der Auswertungen der länderübergreifenden LSV's finden Sie z.B. unter: <http://www.lfl.bayern.de/ipz/gruenland/021755/index.php>. Gehostet werden die Berichte unter: <http://www.isip.de/coremedia/generator/isip/Versuchsberichte/Versuchsberichte.html>.

Schlussfolgerungen

Mit der auf Futterpflanzen erweiterten „Hohenheim-Güzlzower Serienauswertung“ erreicht die Auswertung bei Futterpflanzen die bei den übrigen Ackerkulturen gewohnte Verrechnungstiefe.

Die geringe Zahl an Versuchen und Versuchsorten bei Futterpflanzen erlaubt bei den meisten dieser Arten jedoch kurzfristig nur eine eingeschränkte Feinregionalisierung der Sortenberatung.

Bei Arten mit weitem Prüfrhythmus und geringer Sortenzahl kann dieser Mangel durch intelligente Verteilung der Prüforte über die Zeitachse langfristig verbessert werden.

Für eine bessere Regionalisierung der Sortenberatung müsste der Prüfumfang bei Futterpflanzen erhöht werden.

Für eine intensive Unterstützung der Deutschen/Bayerischen Eiweißinitiative oder der Energiewende ist jedoch zumindest ein Erhalt der bisherigen Versuchskapazitäten eine wichtige Voraussetzung.

Literatur

ECKL, T. und PIEPHO, H.P. (2013): Analysis of series of variety trials with perennial grasses for subdivided target regions (Crop Science - Revision Request for Manuscript ID CROP-2014-04-0327-ORA)

Graf, R., Michel, V., Roßberg D. und Neukampf R. (2009): Definition pflanzenartspezifischer Anbaugebiete für ein regionalisiertes Versuchswesen im Pflanzenbau; *Journal für Kulturpflanzen*, 61 (7); S. 247-253, ISSN 0027-7479 Verlag Eugen Ulmer

HARTMANN, S., (2009): Die Reformen der Sortenprüfung bei Futterpflanzen in Deutschland 2006 – Wirkung und Umsetzung am Beispiel der Ländergruppe „Mitte Süd“. *DLG Arbeitsunterlagen*, 50. Fachtagung des DLG-Ausschusses „Gräser, Klee und Zwischenfrüchte“, 41-53

HARTMANN, S., (2010): A system to optimize forage crop variety trials for regionalized Recommended Lists in Germany. *EGF - GRASSLAND SCIENCE IN EUROPE Grassland in a changing world*, 15, 317-319

HARTMANN, ST., HOCHBERG, H., (2007): A new system of forage crop variety trials in Germany; *Proceedings of the International Symposium*, 08. - 10. Oktober, Stuttgart-Hohenheim, 52-55

PIEPHO, H.P. und ECKL, T. (2013): Analysis of series of variety trials with perennial grasses. *Grass and Forage Science*, doi: 10.1111/gfs.12054.

Ergänzung zum Tagungsband

POSTERBEITRÄGE

Sektion Freie Themen

Erfassung der genetischen Diversität für das Merkmal "Trockenstresstoleranz" bei Deutschem Weidelgras

Westermeier, P.¹, Wosnitza, A.¹, Hartmann, S.¹, Feuerstein, U.², Luesink, W.³,
Schulze, S.⁴, Schum, A.⁵, und E. Willner⁶

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und
Pflanzenzüchtung, Am Gereuth 4, 85354 Freising

² Deutsche Saatveredelung, Steimker Weg 7, 27330 Asendorf

³ Norddeutsche Pflanzenzucht H.-G. Lembke KG, Inselstr. 15, 23999 Malchow/Poel

⁴ Saatzucht Steinach GmbH & Co KG, Station Bornhof,
Klockower Straße 11, 17219 Bocksee

⁵ JKI – Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz,
Rudolf-Schick-Platz 4, 18190 Groß Lüsewitz

⁶ IPK Gatersleben, Inselstr. 9, 23999 Malchow/Poel

peter.westermeier@lfl.bayern.de

Einleitung und Problemstellung

Trockenheit zählt auch in Mitteleuropa zu den am meisten limitierenden Umweltfaktoren in der Pflanzenproduktion, so auch in der Grünlandwirtschaft. Neben einem Ansteigen der Durchschnittstemperaturen werden im Zuge der globalen Klimaerwärmung vor allem Änderungen in der Niederschlagsverteilung, sowie eine Häufung von Wetterextremen wie Starkniederschläge, aber auch Dürreperioden erwartet. Für Bayern für die Niederschlagsverteilung im Sommerhalbjahr im Mittel keine gravierenden Änderungen erwartet, jedoch soll regional die Zahl der Trockentage zwischen April bis August zunehmen. Weiterhin geht durch die Temperaturerhöhung im Winterhalbjahr die Zwischenspeicherung von Niederschlag in Form von Schnee zurück, mit entsprechenden Rückkopplungen für den Wasserhaushalt im Frühjahr. Es ist daher notwendig, den immer deutlicher werdenden Auswirkungen des Klimawandels mit einer züchterischen Anpassung der Gräserarten zu begegnen. Grünlandstandorte befinden sich häufig in sogenannten Grenzlagen, die sich durch suboptimale Wachstumsbedingungen auszeichnen, darunter auch durch Trockenheit gekennzeichnete Gebiete. Darüber hinaus werden die Grasarten überwiegend mehrjährig genutzt und durchlaufen damit potentiell mehrere Vegetationsperioden mit unterschiedlichsten Stressbedingungen. Im Rahmen des aktuellen Projektes sollen daher die züchterische Bearbeitung des Merkmals Trockenstresstoleranz bearbeitet werden. Da das Merkmal „Ertrag unter Trockenstress“ stark von Umweltbedingungen beeinflusst ist und selbst nur eine geringe Erbllichkeit besitzt, sollen im Rahmen dieses Projektes sog. sekundäre Selektionsmerkmale identifiziert werden, die eine höhere Erbllichkeit besitzen, andererseits aber mit dem Zielmerkmal eng korreliert sind, um auf diese Weise den Zuchtfortschritt zu beschleunigen. Die für das Deutsche Weidelgras im Rahmen dieses Projektes erarbeiteten Ergebnisse besitzen dabei Modellcharakter für die Trockentoleranzzüchtung bei anderen Gräserarten.

Material und Methoden

Die Feldprüfungen im Rahmen dieses Projektes gliedern sich in drei verschiedene Arbeitspakete, in denen die Trockentoleranz verschiedener Lolium-Akzessionen auf unterschiedlichen Skalenebenen untersucht wird. Begonnen wurde das Projekt im Jahr Sommer 2011 mit einem mehrortigen Beobachtungsanbau von 200 Akzessionen an den potentiell trockengefährdeten Standorten Malchow und Kaltenhof – Insel Poel, Bocksee, Les Rosiers (Frankreich) sowie Triesdorf/Mittelfranken (Arbeitspaket 1). In diesem Sortiment sind 186 Akzessionen und Sorten von Deutschem Weidelgras, zehn Festulolium- und je zwei Rohr- und Wiesenschwingelsorten enthalten. Die untersuchten Akzessionen aus der deutschen Genbank umfassen dabei historisches Sortenmaterial, sowie Wildsammlungen aus Deutschland, Frankreich, Irland, Bulgarien, Kroatien, Ungarn, der Türkei und dem Iran. Ein Teil dieser Ursprungsländer ist dabei gekennzeichnet durch geringe Jahresniederschläge oder ausgeprägte Sommertrockenheit. Basierend auf den im Versuchsjahr 2012 erhobenen Daten der Trockenstressbonitur wurde ein überlappendes Sortiment von 20 bzw. 50 möglichst diversen Genotypen selektiert, die seit Oktober 2012 im Rahmen einer mehrortigen Leistungsprüfung auf ihre agronomischen Eigenschaften (Arbeitspaket 2) an den Standorten Malchow – Insel Poel, Bocksee, Les Rosiers (Frankreich) und Triesdorf/Mittelfranken, bzw. auf ihr Verhalten unter definierten Trockenstressbedingungen im Rain-out Shelter an den Standorten Freising/Pulling und Kaltenhof/Insel Poel (Arbeitspaket 3) untersucht werden. Neben Ertragsparametern wurden hauptsächlich visuelle Bonituren der Trockenstressreaktion, der Massenbildung und des Gesundheitszustandes der Pflanzen erhoben.

Ergebnisse und Diskussion

In Arbeitspaket 1 wurden im Jahr 2013, neben visuellen Bonituren des Massenaufwuchses und Ertragsbestimmungen am Standort Triesdorf u.a. die Bonitur der Trockenstresssymptome aus dem Jahr 2012 wiederholt und nach verschiedenen Gesichtspunkten (u.a. Ploidiestufen, Einfluss des Blühzeitpunktes) ausgewertet (Abbildung 1). Dabei konnte festgestellt werden, dass in der mehrortigen Auswertung kein eindeutiger Einfluss der Ploidie und des Blühzeitpunktes auf die Trockentoleranz nachgewiesen werden konnte, d.h. sowohl im diploiden als auch im tetraploiden Genpool ist in ähnlichem Umfang Variation für das Merkmal Trockentoleranz vorhanden, gleichwohl im früh- und spätblühenden Sortiment.

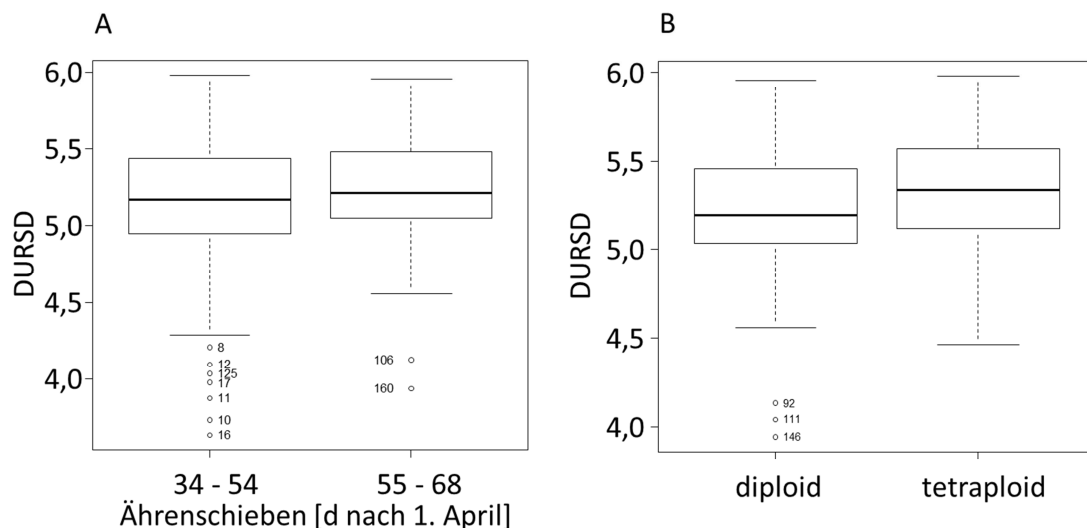


Abbildung 1: Visuell bonitierte Trockentoleranz DURSD im Versuchsjahr 2013 (Verrechnung über drei Standorte); A: Vergleich früh- (F – Ährenschieben kleiner 54 Tage) und spätblühender (S – Ährenschieben größer 54 Tage) Genotypen; B: Vergleich di- (D) und tetraploider (T) Genotypen.

In Arbeitspaket 2 konnten für 20 selektierte Akzessionen im Rahmen von Leistungsprüfungen Ertragsdaten gewonnen werden. Abbildung 2 zeigt beispielhaft die am Versuchsstandort Triesdorf ermittelten Erträge für die 20 Akzessionen. Es bestanden signifikante Unterschiede in den Trockenmasseerträgen, was ein weiterer Hinweis darauf ist, dass mit der auf den Versuchsdaten 2012 durchgeführten Selektion eine breite Diversität erfasst werden konnte.

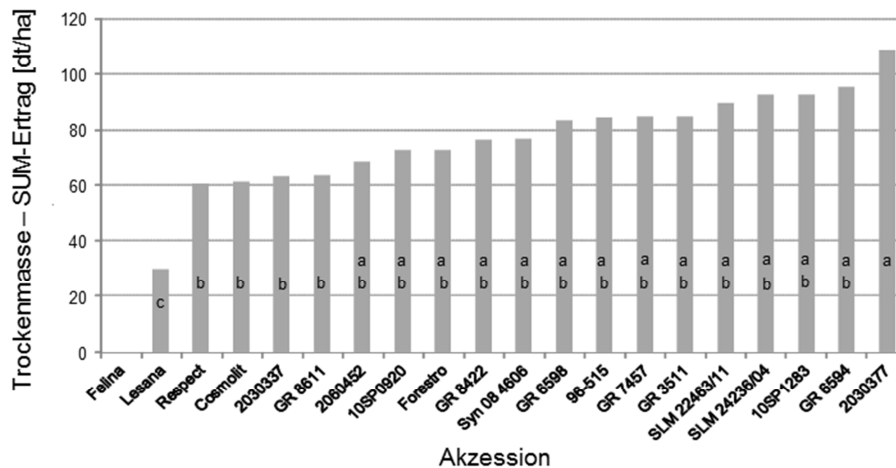


Abbildung 2: Summe der Trockenmasseerträge aus Schnitt 2 und 4 der Leistungsprüfung (Arbeitspaket 2) am Standort Triesdorf in 2013 (SAS; adjustierte Mittelwerte, Prozedur GLM, SNK-Test, $\alpha = 0,05$).

In Arbeitspaket 3 konnten die 50 selektierten Akzessionen erstmals unter definierten Trockenstressbedingungen im Rain-out Shelter getestet werden. Es wurden zwei Trockenstressphasen simuliert, die erste Ende April (vor Schnitttermin 2) und die zweite Mitte Juli (vor Schnitttermin 4). Diese sollen sowohl die in Franken häufige und in den letzten Jahren auch in anderen Gebieten Bayerns (und Deutschland) verstärkt auftretende Frühjahrtrockenheit als auch die häufiger besonders in den Gebieten Ostdeutschlands zu verzeichnende Frühsommertrockenheit simulieren. Interessant in dieser Fragestellung sind daher die Massenbildungsbonituren, sowie die erhobenen Ertragsdaten zu den genannten Terminen. Bei der Verrechnung über beide Rain-out Shelter Standorte konnten durchwegs hohe Heritabilitäten für alle Merkmale im Versuchsjahr 2013 ermittelt werden. Um ein Höchstmaß an Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden von den 50 selektierten Akzessionen jeweils 40 Pflanzen verklont und jeweils in definierter Reihenfolge in den Rain-out Shelters ausgepflanzt. Daher konnten die visuellen Bonituren an Einzelpflanzen erfolgen und zwischen den beiden Standorten verglichen werden. Auf diese Weise ist es auch möglich, resistente Einzelklone zu selektieren. Abbildung 3 zeigt beispielhaft anhand des Merkmals Massenbildung zu den Schnittterminen 1 – 6 jeweils zwei als resistent und zwei als anfällig identifizierte Klone.

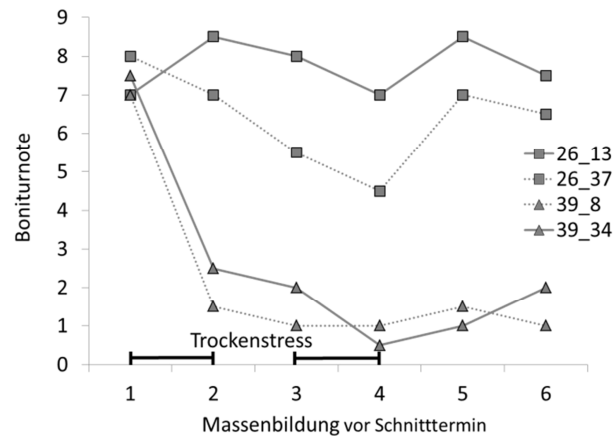


Abbildung 3: Massenbildung von 4 verschiedenen Klonen zu jeweils 6 Schnittterminen über das Jahr 2013 verteilt. viereckige Symbole: potentiell trocken-tolerante Genotypen; dreieckige Symbole: potentiell trockenstressanfällige Genotypen

Deutlich erkennbar ist die Reaktion der anfälligen Klone auf die erste Trockenstressphase, von der sich die Pflanzen nur wenig wieder erholen, während die als tolerant identifizierten Klone mit einem geringeren Rückgang der Massenbildung reagieren und sich schneller wieder erholen können.

Schlussfolgerungen

Nach zwei Versuchsjahren in Arbeitspaket 1 und einem Versuchsjahr in den Arbeitspaketen 2 und 3 kann festgestellt werden, dass es viele Hinweise darauf gibt, in der Art *Lolium perenne* L. genetische Variation für das Merkmal Trockentoleranz zu finden. Darüber hinaus konnten im Rahmen dieses Projekts geeignete Merkmale identifiziert werden, mit denen auf Trockentoleranz selektiert werden kann. Parallel durchgeführte Untersuchungen im Gewächshaus zeigten, dass insbesondere auch das Wurzelbildungsvermögen in Abhängigkeit vom Genotyp stark variiert. Es erscheint daher aussichtsreich, das Merkmal Trockentoleranz züchterisch zu bearbeiten und damit optimierte Weidelgrassorten zur Verfügung zu stellen. Die Ergebnisse dieses Projekts bilden die Grundlage für die Entwicklung molekularer und physiologischer Marker, mit denen der Zuchtfortschritt beim Merkmal Trockentoleranz in *Lolium* und anderen Gräserarten weiter erhöht werden kann.

Erschienen als Beiheft zur Schriftenreihe
„Landwirtschaft und Landschaftspflege in Thüringen“.

Impressum

Herausgeber: Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Naumburger Str. 98, 07743 Jena
Tel.: 03641 683-0, Fax: 03641 683-390
Mail: pressestelle@tll.thueringen.de

August 2014

ISSN 0944 - 0348

Schutzgebühr: 20,00 €

Die Autoren sind für ihre Artikel eigenverantwortlich.

Copyright:
Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt.
Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen und der
fotomechanischen Wiedergabe, sind dem Herausgeber vorbehalten.