



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

Leistungen von Gras und Klee-Gras auf Acker und Grünland

62. Jahrestagung der AGGF in Kiel

30. August - 01. September 2018



Dank an unsere Partner und Förderer



Gesellschaft für Energie und
Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH



funded by  European
Commission



funded by  European
Commission



Landwirtschafts-
kammer
Schleswig-Holstein



funded by  European
Commission

Impressum

Herausgeber

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



Bezug über

Herausgeber

ISBN

978-3-00-060516-1

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

Leistungen von Gras und Klee-Gras auf Acker und Grünland

Tagungsband

Vorträge und Posterbeiträge der 62. Jahrestagung der AGGF in Kiel

30. August - 01. September 2018

Geleitwort

Die Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau versteht sich in allererster Linie als Sachwalter des Dauergrünlands. Die norddeutschen Küstenregionen insbesondere Schleswig-Holsteins und Mecklenburg-Vorpommerns sind jedoch historisch auch durch den mehrjährigen intensiven Anbau von Gras- und Kleeergrasgemengen auf dem Acker geprägt. Koppelwirtschaft und Feldgraswirtschaftssysteme haben sich seit dem 18. Jahrhundert über mehr als 150 Jahre entwickelt, bevor sie mit der Spezialisierung der Betriebe in den letzten 50 Jahren zunehmend verdrängt wurden, nun aber vor einer Renaissance stehen. Einer Renaissance deshalb, weil die Zuchtfortschritte dies erlauben ebenso wie die nicht marktfähigen bereitgestellten Ökosystemdienstleistungen in Form von Humusmehrung, Schutz vor Nährstoffausträgen und Steigerung der Biodiversität in der Agrarlandschaft.

Vor diesem Hintergrund wurde seitens der Kieler Gastgeber in Abstimmung mit der Vorsitzenden der AGGF das Generalthema der Tagung gewählt: ‚Leistungsfähigkeit von Gras und Kleeergras auf Acker und Grünland‘. Kombiniert mit der wieder vorgeschalteten internationalen Weidetagung mit dem Generalthema ‚Leistungen der Weide‘ bieten beide Tagungen ein abgestimmtes Programm, das den Bogen spannt von der angewandten Grundlagenforschung bis hin zur Umsetzung von Konzepten auf landwirtschaftlichen Betrieben. Mehr als 100 Delegierte aus Deutschland und dem benachbarten Ausland sind angemeldet, 15 Beiträge beleuchten Aspekte der Weidelerleistungen und des optimierten Managements auf der Internationalen Weidetagung am 29. und 30. August, 44 Beiträge in Form von Vorträgen und Postern widmen sich auf der AGGF-Tagung vom 30. August bis 1. September Fragen der Resilienz von Anbausystemen, Methodenentwicklungen in den Bereichen Futterqualität, Bewertung von Ökosystemdienstleistungen und drohnenbasierter Fernerkundung, um nur einige Stichworte zu nennen.

Die schriftlichen Fassungen der Beiträge sind in dem vorliegenden Tagungsband zusammengestellt, der somit einen guten Eindruck über den gegenwärtigen Stand der landwirtschaftlichen Grünland- und Futterbauforschung in Mitteleuropa vermittelt.

Die Vorbereitung und Durchführung einer Tagung ist immer ein großes Gemeinschaftswerk. Besonderer Dank gilt allen Beteiligten im Organisationsteam, allen voran Sigmone Hoffmann, weiterhin Christof Kluß und Tammo Peters. Aber auch den landwirtschaftlichen Betriebsleitern, die uns in großer Gastfreundlichkeit die Besuche ihrer Betriebe ermöglichen sei ebenso gedankt wie den Grünland- und Futterbaukollegen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein bzw. der Fachhochschule Kiel, Fachbereich Landbau, die an der Organisation mitgewirkt haben.

Schließlich sei auf die großzügige Unterstützung der Tagung seitens der Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH (EKSH) außerordentlich dankend hingewiesen.

Kiel, im August 2018



Nicole Wrage Mönning
Vorsitzende der AGGF



Friedhelm Taube
Institut für Pflanzenbau und züchtung
Universität Kiel



Gesellschaft für Energie und
Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH

Liebe Tagungsteilnehmer

Die Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH (EKSH) ist eine gemeinnützige GmbH, getragen vom Land Schleswig-Holstein, der Hansewerk AG und einer Gesellschaft der Hochschulen Europa-Universität Flensburg, Hochschule Flensburg, Fachhochschule Kiel, Universität zu Lübeck, Fachhochschule Lübeck, Fachhochschule Westküste und auch der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Die EKSH wurde 2011 gegründet und hat ihren Sitz im Wissenschaftspark Kiel, in direkter Nachbarschaft zur Kieler Universität.

Die EKSH fokussiert ihre Aktivitäten auf ausgewählte inhaltliche Schwerpunkte, insbesondere Klimaschutz durch Energieeinsparung und -effizienz, Erneuerbare Energien, eine nachhaltige und wirtschaftliche Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Verwendung von Energie. Der Schwerpunkt der Fördertätigkeit liegt derzeit im Bereich der Erneuerbaren Energien, hier insbesondere der Vernetzung von Erzeugern und Verbrauchern, um die Verwertung erneuerbaren Stroms und damit die Ressourceneffizienz in der Region zu erhöhen. Auch nachhaltige Mobilität wird gefördert, z. B. durch ein Zuschussprogramm zur Verbesserung der Ladeinfrastruktur für Elektroautos in Schleswig-Holstein oder aktuell eine Delphistudie zur Verkehrswende.

In der Diskussion um Klimaschutz spielen natürlich auch Themen wie Tierzucht, Düngung, Bodenbewirtschaftung (in Schleswig-Holstein auch Moore) oder Ernährung eine wichtige Rolle. Die Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität führt in den Instituten für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Tierzucht und Tierhaltung sowie Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik spannende Projekte mit Energiebezug durch, die die EKSH und auch zuvor die Innovationsstiftung Schleswig-Holstein gern mit Fördermitteln unterstützt haben. Aktuell gibt es außerdem ein Förderprojekt, das am Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde durchgeführt wird, und das sich mit Lachgasemissionen beschäftigt.

Wege zur klimafreundlichen Ernährung werden auch außerhalb der Agrarfakultät der Kieler Uni beforscht. Seit letztem Jahr wird an der WiSo-Fakultät gemeinsam mit dem Institut für Weltwirtschaft und in Kooperation mit dem Studentenwerk ein interdisziplinäres Forschungsprojekt zum Potenzial verhaltensökonomischer Instrumente zur Senkung des Fleischverzehr und des damit verbundenen Ausstoßes von Treibhausgasen durchgeführt - gefördert von der EKSH.

Die EKSH hat im Frühjahr in dritter Auflage die Broschüre „Energieforschung in Schleswig-Holstein“ herausgegeben. In diesen Tagen erscheint die englische Version. Rund 90 Energieforscherinnen und Energieforscher präsentieren sich darin in Kurzprofilen, darunter auch Professoren der Agrarfakultät der Christian-Albrechts-Universität. Die Broschüre kann bei der EKSH kostenfrei bezogen werden.

Ich freue mich, dass die Ergebnisse von Projekten, die wir gefördert haben, auf der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau vorgestellt werden, und wünsche der Veranstaltung einen guten Verlauf!



Stefan Sievers
Geschäftsführer

**Gesellschaft für Energie und Klimaschutz
Schleswig-Holstein GmbH (EKSH)**

Boschstraße 1
24118 Kiel

Tel.: 0431 9805-800

info@eksh.org

www.eksh.org

Geschäftsführer:

Stefan Sievers (hauptamtlich)

Stefan Brumm (nebenamtlich)

Einleitende Vorträge

Beiträge des Futterbaus zu resilienten Agrarsystemen F. TAUBE.....	17
Performance of ley systems-experience from Belgium D. REHEUL AND M. COUGNON	23
THG-Emissionen im Futterbau und in der Milchproduktion T. REINSCH, C. MALISCH, H. LORENZ, M. BÖLDT, T. PETERS, A. POYDA UND F. TAUBE	27
Milch vom Acker und vom Grünland – Betriebszweigauswertungen der Rinderspezialberatung in S-H LUISE PROKOP	37
Mit Maisdirektsaat im Wechselgrünland Bodenkohlenstoff konservieren? I.J. STRUCK, C. KLUß, T. REINSCH, R. LOGES, A. HERMANN UND F. TAUBE	47

Vorträge

Ertragsleistung, Futterqualität und Mischungseignung von Rohrschwengel C. KALZENDORF, M. KOMAINDA, B. BOTHE UND M. PRIES	55
Vorhersage des Rohproteingehaltes von Grassilagen in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial und den Silierbedingungen J. PICKERT, D. BRÜNING UND G. WEISE	63
Milchharnstoffwerte als Indikator zur Reduktion der Ammoniak- emissionen in der graslandbasierten Milchproduktion? Eine statistische Analyse der Milchharnstoffwerte der Verkehrsmilchbetriebe in der Schweiz der Jahre 2012 bis 2016 M. SUTTER, C. KOPP UND B. REIDY	69
Anwendbarkeit von kostengünstigen, drohnenbasierten Fernerkundungsmethoden auf Pferdeweiden D. HOFFMEISTER, C. CURDT, B. TONN UND A. SCHMITZ	75
Vergleich verschiedener Ansaatmethoden zur Wiederherstellung oder Neuanlage von FFH-Mähwiesen K. GRANT, S. ENGEL, K. KING, M. SEITHER UND M. ELSÄßER	81
Sortenunterschiede in Blattmasseertrag bei Rotklee und Luzerne A. PACZKOWSKI, J. ISSELSTEIN UND S. HARTMANN	89
Grüne Seedeiche für den Küstenschutz A. GRAUNKE UND N. WRAGE-MÖNNIG.....	95

Was bewegt die AGGF? Ein Überblick über inhaltliche und strukturelle Entwicklungen 1998-2017 H.K. PAESEL UND J. ISSELSTEIN	101
---	-----

Posterbeiträge

Stickstoffbilanz und -effizienz von Milchproduktionssystemen auf Basis von frischem Wiesenfutter F. AKERT, H. FREY, K. DORN, M. KREUZER UND B. REIDY	109
Ertrags- und Qualitätsparameter standorttypischer Grünlandgesellschaften in Thüringen in Abhängigkeit von der Düngungs- und Nutzungsintensität T. BAUMGÄRTEL UND D. ZOPF	113
Untersuchungen zum Vegetationsbeginn im Grünland und Düngezeitpunkt verschiedener organischer Düngemittel im Frühjahr MH BOCKWOLDT UND C. WIERMANN	119
Zuwachsleistung und N-Aufnahme von Zwischenfrüchten unter norddeutschen Bedingungen: Potentiale zur Vermeidung negativer Umwelteffekte M. BÖLDT, R., LOGES, C. KLUß UND F. TAUBE	125
Weideprämie als Agrar-Umwelt-Klimamaßnahme G. CONTER, H. KOHNEN, G. VAN VLIET, M. HOFFMANN UND D. KLOECKER.....	129
Untersuchungen zur Phosphor- und Schwefelbelastung des Bodenwassers unter Acker und Grünland M. DIEPOLDER, L. HEIGL UND S. RASCHBACHER	133
Jellyfish as an organic fertilizer I . EMADODIN UND T. REINSCH	139
Einfluss der Flächenfragmentierung auf die Futterzusammensetzung und Milchleistung weidebasierter Milchproduktionssysteme F. FENGER, I.A. CASEY AND J. HUMPHREYS	143
Einfluss der Kaliumdüngung auf die Kationen – Anionen – Bilanz (DCAB) in Grünlandaufwüchsen auf mineralischen Standorten B. GREINER	149
Monitoring zur Kationen-Anionen-Bilanz (DCAB) im Erntegut von Grasaufwüchsen an unterschiedlichen Standorten B. GREINER UND T. ENGELHARD	155
Vegetationskundliche Differenzierung des Grünlandes im Naturraum Thüringer Wald H. HOCHBERG, K. REIßMANN UND S. BORNKESSEL	159
Flexible Bewirtschaftungsempfehlungen für Grünlandvegetationstypen H. HOCHBERG UND E. HOCHBERG.....	165

Teilweide mit Frischgrasfütterung im Stall – eine Alternative zur Vollweide? Drei graslandbasierte Milchproduktionssysteme im Vergleich	
P. HOFSTETTER, E. MULSER, S. INEICHEN, F. AKERT, K. DORN, S. PROBST, HJ FREY, T. HAAS, M. HÖLTSCHI UND B. REIDY.....	171
Ertragsleistung, Mischungseignung und Futterqualität von Struktur betonten Grasmischungen – dreijährige Ergebnisse von fünf Standorten in Nordwestdeutschland	
C.KALZENDORF UND M. KOMAINDA	177
Neue Ergebnisse zur Verdaulichkeit von Rohrschwengel – Verdaulichkeitsprüfungen am Hammel	
C. KALZENDORF, B. BOTHE UND M. PRIES.....	183
Der „Grünlandticker“ - Entscheidungshilfe für ein effizientes Weidemanagement mit Milchkühen	
D. KLÖCKER, J. BOONEN, G. CONTER, C. FELTEN, M. HOFFMANN, H. KOHNEN, A. MEIER, M. SANTER, G. VAN VLIET UND I. ZEIMENS.....	187
Klee gras- und Luzernegrasmischungen für Schnitt- und Weidenutzung in Öko-Betrieben	
E. LEISEN	191
Rotkleesorten unter Weidebedingungen	
E. LEISEN	197
Der Einfluss der Nutzungshäufigkeit auf die Ertragsleistung von Klee grasbeständen mit und ohne Kräuteranteil - eine 4-jährige Feldstudie	
H. LORENZ, R. LOGES, C. KLUß UND F.TAUBE	203
Einfluss der hydrologischen und geochemischen Bedingungen auf die Ionenkonzentration im Grundwasser von Niederungsgrünland	
C. MERZ. UND J. PICKERT	209
Zeitliche Veränderung der Pflanzenartendiversität im beweideten Grünland des Ökolandbaubetriebs Gladbacherhof zwischen 1990 und 2017	
K. NELKE, D. JOLITZ, P. STRÖDE, S. HARVOLK-SCHÖNING UND A. OTTE.....	213
Potentiale der Ansäuerung von Wirtschaftsdüngern zur Emissionsminderung von Ammoniak: Erste Ergebnisse aus dem EU-Projekt Baltic Slurry Acidification	
S. NEUMANN, T. REINSCH, C. KLUß, A. HERRMANN UND F. TAUBE.....	217
The potential of dairy production in sub-Saharan Africa	
J. K. NYAMEASEM, T. REINSCH, C. MALISCH UND F. TAUBE.....	223
Online-Suchdatenbank für „graue Literatur“ in der praxisnahen Grünlandforschung: GrassCOPS	
H.K. PAESEL UND J. ISSELSTEIN	229
Modellierung von Zuwachsraten auf der Weide	
T. PETERS, C. KLUß, T. REINSCH, R.LOGES UND F. TAUBE	233

Kenntnisstand und Einstellung zum Grünlandmanagement in pferdehaltenden Betrieben	
A. SCHMITZ UND J. ISSELSTEIN.....	237
Erträge, Stickstoffverluste und Stickstoffeffizienz im Grünland bei unterschiedlich gedüngter Schnittnutzung und simulierten Harnflecken	
M. SEELEN, M. KAYSER, M. BENKE UND J. ISSELSTEIN	243
Charakterisierung und Langzeitüberleben von <i>Epichloë</i> Endophyten in Genbank Material	
T. THÜNEN, E. WILLNER UND Y. BECKER	249
Räumliche Präferenzen weidender Rinder verursachen Nährstoffumverteilung auf mehreren Maßstabsebenen	
B. TONN, C. HÜPPE, N. KUNZE, C. RAAB UND J. ISSELSTEIN	253
Kälberaufzucht auf der Kurzrasenweide	
A. VERHOEVEN, S. HOPPE, S. JANßEN UND M. PRIES	259
Maßnahmen zur Leguminosenförderung und -etablierung in einer Grünlandnarbe mittels Frässaat-„Hybridsystem“	
M. WOLF UND H. LASER.....	265

Beiträge des Futterbaus zu resilienten Agrarsystemen

F. TAUBE

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

ftaube@gfo.uni-kiel.de

Begriffsbestimmung

Der Begriff der Resilienz ist in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen eingeführt und wissenschaftliche Publikationen mit diesem Term haben Hochkonjunktur (siehe Abbildung 1). ‚Resilienz‘ lateinisch ‚resilliere‘ bedeutet ursprünglich zurückspringen/ zurückprallen/ zurückholen (Alexander, 2013). In der Wissenschaft wurde der Begriff laut Vogt (2015) erstmals in der Mechanik bzw. den Materialwissenschaften in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts erwähnt, um die Eigenschaft eines Körpers/ Materials zu beschreiben, eine bestimmte Krafteinwirkung von außen zu absorbieren, bzw. darauf mit einer Verformung eines Körpers nach Einwirkung einer Kraft zu reagieren, um danach wieder in den Ausgangszustand zurückzukehren. In den 1950er Jahren wurde der Begriff in die Psychologie eingeführt und 1973 durch Holling in die Systemökologie, wobei er die Anpassungsfähigkeit pflanzlicher Organismen gegen Trockenstress in ariden Gebieten als Modell nutzte. Konkret sind es unterschiedliche Zustände, in die das System springt, um sich den Lebensbedingungen anzupassen (z.B. Keimung der Samen bei Niederschlägen, Dormanz der Samen bei Trockenheit über lange Zeiträume) und so eine hohe Resistenz gegen scheinbar lebensfeindliche Umstände zu ermöglichen. Evolutionsbiologisch interpretiert, zielt das Konzept der Resilienz auf eine Abgrenzung gegen Gleichgewichtsmodelle. Leben auf der Erde hat sich von Katastrophe zu Katastrophe entwickelt. Gäbe es einen stabilen Gleichgewichtspunkt, würde die Dynamik zur Höherentwicklung bzw. zur Sukzession fehlen (Sieferle, 1997, zitiert von Vogt, 2015). Das spricht systematisch bzw. begriffsgeschichtlich gegen eine primär konservative, auf den *Status quo* und seine Erhaltung bezogene Interpretation. Folcke et al. (2010) leiten daraus für Ökologisch-Soziale Systeme ab, dass Transformation auf niedriger Skalenebene notwendig ist, um Resilienz auf höherer Ebene zu gewährleisten.

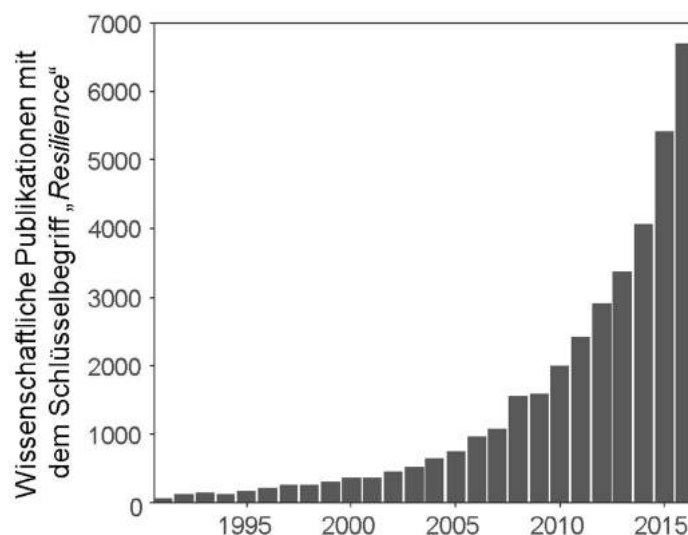


Abb. 1. Wissenschaftliche Publikationen mit dem Schlüsselbegriff „Resilience“

In der Kybernetik ist der entscheidende Begriff für die Resilienzfrage die „Rückkopplung“: Systeme mit negativer Rückkopplung können Störungen ausgleichen, kehren wieder zu ihrem stabilen Zustand zurück und pendeln um den Gleichgewichtspunkt. Systeme mit positiven Rückkopplungen verstärken Störungen und können so leicht in einen anderen

Systemzustand übergehen. Wird ein bestimmter Schwellenwert (*threshold*) überschritten, ist der Übergang zu einem anderen Ordnungsmuster nicht mehr aufzuhalten (relevant derzeit auch in der Klimaforschung: Kipppunkte ‚*tipping points*‘). Resilienz nach diesem Ansatz wird auch durch das ‚*planetary boundary concept (PBC)*‘ (Rockström *et al.*, 2009; Steffens *et al.*, 2015) umgesetzt. Auf Basis der kritischen Parameter CO₂ und Klimawandel, Nitrateinträge in die Hydro- und Atmosphäre, Biodiversität, Versauerung etc. werden Schwellen definiert, jenseits derer die Systemdynamik instabil wird. Ziel der PBC-Forschung ist die Definition eines sozioökologischen Koevolutionsraums, der auch soziale Faktoren berücksichtigt, z.B. Mindeststandards an Wasser- und Lebensmittelversorgung. Am Ende ergeben sich so Diagramme für einen ‚*safe just operating space*‘ für die Entwicklung der Gesellschaft (Vogt, 2015).

Aus insgesamt 9 Kategorien der *planetary boundaries* ist es vor allem der Komplex der Biodiversität und sind es damit Fragen der Landnutzung (einschließlich der Abholzung der Regenwälder), der biochemischen Stoffflüsse, insbesondere Nitrat und Phosphor (wegen ihrer Auswirkungen auf den Wasserhaushalt) und CO₂ (wegen seiner Klimarelevanz), die die Resilienz des modernen Zivilisationssystems in sozialökologischer Hinsicht gefährden. Demnach kommt dem Bereich Landwirtschaft und damit auch der Boden- und Wassernutzung höchste Dringlichkeit zu (Vogt, 2015).

Ökonomisch gesehen ist Resilienz in gewisser Weise ein Gegenbegriff zu Effizienz (vgl. Renn, 2014). Es geht um das Vorhalten von Reserven und Spielräumen, um im Fall von Störungen robuster reagieren zu können. Systeme, die einseitig Effizienz optimieren, werden oft störanfällig. Resilienz ist Störungstoleranz, bedeutet also implizit Vorsorge und Risikovermeidung. In jüngerer Zeit haben u.a. Darnhofer (2015) und Hess (2017) den Begriff auch im agrarwissenschaftlichen Kontext von Risikomanagement für ein langfristig adaptives Betriebsmanagement im Sinne einer ökonomischen Resilienz angewandt. Mit anderen Worten: der Begriff Resilienz ist inzwischen in der Wissenschaft ubiquitär gebräuchlich, wobei es eine dezidierte allgemein gültige bzw. allgemein anerkannte Definition nicht zu geben scheint. Zwar besteht Einigkeit darüber, dass Resilienz die drei Komponenten der Pufferfähigkeit, der Anpassungsfähigkeit und der Transformationsfähigkeit beschreibt, die Wertung und das Ziel diese einzelnen Komponenten betreffend bleibt jedoch vergleichsweise vage.

Die Abgrenzung zwischen Resilienz und Nachhaltigkeit

Das ethisch-politische Leitbild der Nachhaltigkeit ist umfassender und stärker normativ orientiert mit der Zieldefinition der globalen und intergenerationellen Gerechtigkeit (vgl. Schaffer, 2014). Resilienz ist nach Vogt (2015) ein Teilaspekt der Nachhaltigkeit. Sie geht nicht von wünschenswerten Zielen aus, sondern von der Prozessgestaltung. Die Ziele werden dabei nicht dezidiert bestimmt, sondern lediglich formal durch Selbsterhaltung, Anpassung und Wandel umschrieben. Resilienz modelliert somit komplexe Systemabläufe und folgt anderen Ansätzen als Nachhaltigkeit: Nicht wünschenswerten Zielen, sondern möglichen Gefährdungen. Statt von utopischen Versprechen einer ökologisch tragfähigen, sozial gerechten und wirtschaftlich effizienten Entwicklung auszugehen, versuchen Resilienzkonzepte Eigenschaften und Prozesse zu identifizieren, die robuste Anpassung und Entwicklung auch unter widrigen Bedingungen ermöglichen.

Grundsätzliche Überlegungen zur Anwendung des Resilienzkonzeptes für pflanzenbauliche Systeme

Auf Basis der obigen Ausführungen stellt sich die Frage, wie ein Resilienzkonzept in der landwirtschaftlichen Bodennutzung/ im Pflanzenbau Anwendung finden kann. Bei Eingabe der gemeinsamen *Keywords resilience – ecology – agriculture* bei google erscheinen in mehr als 80% der Fälle auch die Begriffe *sustainability* und *organic farming*, zumeist in Verbindung mit Autorenschaften aus Institutionen der Zivilgesellschaft; der Begriff Resilienz ist somit in den letzten 10-15 Jahren gleichermaßen populärwissenschaftlich und politisch

insbesondere seitens der NGO's synonym mit den Begriffen Ökologischer Landbau und Nachhaltigkeit verortet worden.

In der wissenschaftlichen Literatur zur ‚ökologischen Resilienzforschung‘ terrestrischer Ökosysteme kommt dem Grasland eine dominierende Rolle zu, wobei zumeist die Anpassungsfähigkeit bestimmter Pflanzengesellschaften an Witterungsextreme bzw. Klimawandel im Mittelpunkt steht und die funktionelle Diversität als Anpassungsmechanismus identifiziert wird (vgl. Hoover *et al.*, 2014). Im Gegensatz zu den oben ausgeführten grundsätzlich nicht wertenden und nicht gleichgewichts-orientierten Ansätzen einer Operationalisierung des Resilienzterms sind diese Arbeiten in der Graslandforschung, insbesondere im Falle von semi-natural grasslands/ rangelands, in aller Regel von dem Ziel geprägt, die Pufferkapazität solcher Systeme zu erfassen und die Adaptationsmechanismen im Sinne negativer Rückkopplungen hin zu einem ursprünglichen Gleichgewichtszustand zu quantifizieren. Es ist vor diesem Hintergrund kein Zufall, dass Elmqvist *et al.* (2003) für die grafische Darstellung des Resilienzprinzips von Ökosystemen u.a. Steppengrasland als Modell nutzt (Abb. 2).

Resilience and multiple states

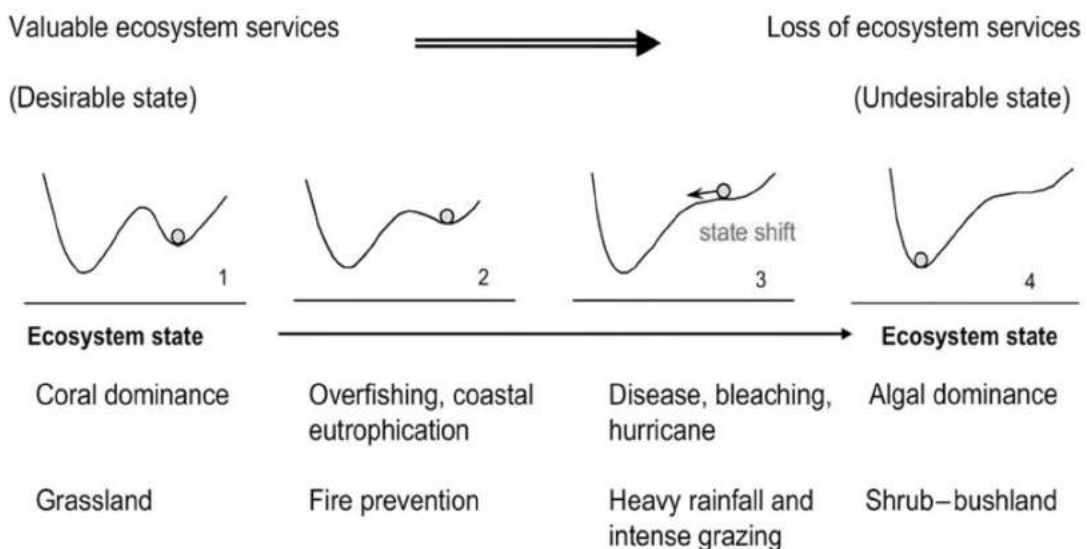


Abb. 2: Veränderungen von einem erwünschten Ökosystemstatus (1-links) zu einem unerwünschten (4-rechts) durch anthropogene Einflüsse (2-Ursachen; 3-Auslöser 'trigger') an den Beispielen Korallenriff (oben) und natürliches Grasland (unten) (Elmqvist *et al.* (2003) verändert nach Deutsch *et al.* (2003))

Die Erfassung und Bewertung funktioneller Diversität als zentrales Element der Resilienz, die funktionale Merkmale über Komplementarität, Nischenfunktionen, Evennesskoeffizienten in Graslandökosystemen zur gleichen Zeit auf der gleichen Fläche adressiert, wird in der Literatur zum Ackerbau sehr häufig über Steigerung der Kulturartendiversität im Rahmen von Fruchtfolgen adressiert (vgl. Lin, 2011) oder über Kulturartendiversität auf Landschaftsebene (Reidsma und Ewert, 2008). Allerdings geschieht dies auch hier vornehmlich unter Umweltbedingungen, die Maximalerträge aufgrund von Wassermangel oder limitierten Temperatursummen nicht zulassen. Womit die Frage nach der Resilienz ‚von was für was‘? (Carpenter *et al.*, 2001) offensichtlich wird. Die Erfassung und Bewertung der Resilienz von Anbausystemen im Pflanzenbau ist somit stets kontextgebunden und ist unter wasserlimitierten Bedingungen in Australien z.B. im Sinne von Klimaresilienz anders zu adressieren als in Hohertragsregionen des Ackerbaus in Europa.

Sind die aktuellen Pflanzenbausysteme Norddeutschlands resilient?

Einhergehend mit der zunehmenden Betriebsspezialisierung in den vergangenen drei Jahrzehnten sind auch die Pflanzenbausysteme erheblich vereinfacht worden und damit ist die (sequenzielle) funktionale Diversität in Form vielfältiger Kulturarten in der Fruchtfolge auf dem Acker eingeschränkt worden, ebenso wie die Diversität der Grünlandbewirtschaftungsverfahren einer dominierend monotonen intensiven Schnittnutzung zugeführt worden ist. Die räumliche Anordnung der Systeme wird maßgeblich davon bestimmt, ob die Boden- und Klimaverhältnisse für intensiven Ackerbau mit anspruchsvollen Hochleistungskulturen ausreichen oder nicht. Dort, wo dies der Fall ist, wurden über mehrere Jahrzehnte hinweg Wintergetreide dominierte Fruchtfolgen mit Raps hin zu Raps-Weizen-Weizen Fruchtfolgen weiterentwickelt, dort, wo dies nicht der Fall ist, dominiert in Verbindung mit der Tierhaltung der Mais auf dem Acker. In beiden Fällen darf die berechnete Frage gestellt werden, ob ausreichende Rückkopplungsmechanismen die Pufferfähigkeit dieser Systeme gegen biotischen wie abiotischen Stress sicherstellen. Mais in langjähriger Selbstfolge hat schon vor vielen Jahren Probleme mit Herbizidresistenzen (Hirschen) zur Folge gehabt inzwischen gefolgt von Fusarien und Schädlingskalamitäten und ähnliches ist derzeit mit der Ackerfuchsschwanzproblematik in Ackerbauregionen zu beobachten. Mit anderen Worten: es ist die Frage zu stellen, ob nicht im Sinne der Resilienz, und dabei vor der Pufferfähigkeit der Anbausysteme gegen abiotischen und biotischen Stress, zukünftig andere Anbausysteme zu fordern sind und das heißt in der Konsequenz zurück zu (virtuellen) Gemischtbetriebsansätzen mit Futterbau und Marktfruchtbau.

Die Ursachen, die diese Anpassung notwendig machen, sind vielfältig:

Klimawandel

Durch Klimawandel induzierte Extremwetterlagen machen die Planung und Umsetzung produktionstechnischer Maßnahmen zur Erreichung maximaler Erträge zunehmend unsicher. Unter Unsicherheit und Risiko erscheinen somit Ansätze ökonomisch superior, die stärker in Kostenminimierung und Ertragssicherheit denn in Ertragsmaximierung investieren. Klimawandel - Mitigationsziele werden aber auch dafür sorgen, dass die Intensivlandwirtschaft gewisse Landschaftsräume (Moore) räumen müssen, um die Klimaschutzziele der EU getrieben durch das Konzept der ‚planetary boundaries‘ zu erreichen (Albrecht et al., 2017).

Ökonomische Resilienz

Anhaltend niedrige Weltmarktpreise für Agrarrohstoffe legen den Schluss nahe, dass eine hoch entwickelte Nation wie Deutschland mit hohen Arbeits- und Flächenkosten auf den Welt- wie auf den EU-Märkten nur mit immer weiter veredelten Produkten langfristig bestehen können. Daraus resultiert, dass die Tierhaltung in Kombination mit dem nachgeordneten Veredelungssektor eine eher noch zunehmende Rolle spielen könnte. Da jedoch die Zentren der Tierhaltung die Kapazitätsgrenze vielfach nicht nur erreicht, sondern bereits überschritten haben (Nährstoffbericht für Niedersachsen 2016/2017), kann eine solche Ausdehnung nur in Ackerbauregionen hinein verfolgen – in Ackerbauregionen, die mit alleinigem Marktfruchtbau wie oben beschrieben ebenfalls eine Grenze der Pufferfähigkeit der Systeme erreicht haben – ökonomisch wie ökologisch.

Agrarumweltgesetzgebung der EU – Defizite N/P-Salden; Pflanzenschutz

Die Standards guter fachlicher Praxis der Düngung und des Pflanzenschutzes werden mit den gegebenen Spezialisierungen nicht umfänglich ausreichend erfüllt. Marktfruchtbau in Kombination mit Tierhaltung und Futterbau ist in der Lage deutlich erhöhte Nährstoffnutzungseffizienzen zu realisieren, weil insbesondere die Futtergräser über die hohen Mengen an Wurzelmasse und an Wurzellängendichte die Rezyklierung der Nährstoff im System Boden-Pflanze-Tier gewährleisten und Verluste in die Umwelt so minimieren (Loges et al., 2018). Zudem führen Ley-Systeme mit 2-3jährigem Gras- bzw. Leguminosen-

Grasanbau zu einer erheblichen Einsparung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes aufgrund der Unterdrückung unerwünschter Unkräuter und der Unterbrechung des Infektionszyklus verschiedenster Krankheitserreger betreffend.

Gesellschaftliche Erwartungen an Gemeinwohlleistungen der Landwirtschaft

Die oben genannten Gründe sind gleichzeitig Teil gesellschaftlicher Präferenzen, die auch die Komplexe Tierwohl und Biodiversität betreffen (Spiller et al., 2015). Vor diesem Hintergrund sind in der Milchviehhaltung auf weidefähigen Standorten ganzjährige Stallhaltungssysteme zu hinterfragen und Weidenutzungssysteme zur Milcherzeugung hinsichtlich ihrer Ökoeffizienz zu testen mit der Hypothese, dass die Maximierung der Milcherzeugung aus Gras/Kleegrass mit geringeren footprints ausgestattet ist und dass solche Daten in dem System einer Gemeinwohlprämie (Neumann et al., 2017) auch eine positive ökonomische Rückkopplung über die Agrarpolitik erfahren können.

Dieser Faktorenkomplex hat die Kieler Gruppe bewogen, das Projekt ‚Ökoeffiziente Weidemilcherzeugung Lindhof‘ zu etablieren (siehe Loges et al., im ersten Teil dieses Bandes – Internationale Weidetagung).

Im Vortrag werden die oben angeführten Charakteristika von Resilienz (Pufferung; Anpassung; Transformation) an ausgewählten Beispielen hergeleitet, Auslöser („trigger“) in Richtung Transformation identifiziert, negative wie positive Rückkopplungen verdeutlicht und Messgrößen zur Ableitung von ‚Kippunkten‘ („tipping points“) diskutiert. Schließlich wird die Resilienz ausgewählter high input - high output Anbausysteme in Deutschland im Lichte des ‚planetary boundary concepts‘ diskutiert und schließlich werden beispielhaft resiliente Anbausysteme skizziert, die gleichermaßen die Ökosystemdienstleistungen der Produktion von Gütern wie der Bereitstellung weiterer ökologischer Dienstleistungen adressieren.

Literatur

- ALEXANDER, D. E. (2013): Resilience and disaster risk reduction: an etymological journey, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 13, 2707-2716, 10.5194/nhess-13-2707-2013
- ALBRECHT, E., REINSCH, T., POYDA, A., TAUBE, F. & HENNING, C. (2017): Klimaschutz durch Wiedervernässung von Niedermoorböden: Wohlfahrtseffekte am Beispiel der Eider-Treene-Region in Schleswig-Holstein. *Berichte über Landwirtschaft*, 95 10.12767/buel.v95i3.178 (pdf)
- CARPENTER, S., WALKER, B., ANDERIES, J. & ABEL N. (2001): From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? *Ecosystems* 4, 765. 10.1007/s10021-001-0045-9
- DARNHOFER I. (2014): Resilience and why it matters for farm management. *Eur Rev Agric Econ* 41, 461-484. 10.1093/erae/jbu012
- DEUTSCH L, FOLKE C. & SKANBERG K. (2003): The critical natural capital of ecosystem performance as insurance for human well-being. *Ecol Econ* 44: 205–217. 10.1016/S0921-8009(02)00274-4
- ELMQVIST, T., FOLKE, C., NYSTRÖM, M., PETERSON, G., BENGTSSON, J., WALKER, B. & NORBERG, J. (2003): Response diversity, ecosystem change, and resilience. *Front. Ecol. Environ.* 1, 488-494. 10.1890/1540-9295(2003)001[0488:RDECAR]2.0.CO;2
- FOLCKE, C. ET AL. (2010): Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability. *E&S* 15 (4)
- HESS, S. (2017): Die Resilienz landwirtschaftlicher Betriebe in Zeiten volatiler Märkte. 67. Öffentliche Hochschultagung der Universität Kiel. 02.02.2017 (im Druck)
- HOOVER, D. L., KNAPP, A. K. & SMITH, M. D. (2014): Resistance and resilience of a grassland ecosystem to climate extremes. *Ecology*, 95: 2646–2656. 10.1890/13-2186.1
- LIN B. (2011): Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change. *BioScience* 6 183-193. 10.1525/bio.2011.61.3.4
- LOGES, R., BUNNE, I., REINSCH, T., MALISCH, CS, KLUß, C., HERRMANN, A. & TAUBE, F. (2018): Forage production in rotational systems generates similar yields compared to maize monocultures but improves soil carbon stocks. *European Journal of Agronomy*. 97, 11-19 10.1016/j.eja.2018.04.010

Nährstoffbericht für Niedersachsen 2016/2017. Stand: März 2018. LWK Niedersachsen

NEUMANN, H. DIERKING, U. & TAUBE, F. (2017): Erprobung und Evaluierung eines neuen Verfahrens für die Bewertung und finanzielle Honorierung der Biodiversitäts-, Klima- und Wasserschutzleistungen landwirtschaftlicher Betriebe („Gemeinwohlprämie“). Berichte über Landwirtschaft, Band 95, Ausgabe 3, Dezember 2017 ISSN 2196-5099. Doi: <http://dx.doi.org/10.12767/buel.v95i3.174.g378>.

REIDSMA, P. & EWERT, F. (2008): Regional farm diversity can reduce vulnerability of food production to climate change. *Ecology and Society* 13, 38. www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art38/

RENN, O. (2014): Das Risikoparadox, 2. Auflage, Frankfurt a. M., 502-508

Rockström, J. *et al.* (2009): A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472–500. doi:10.1038/461472a

SIEFERLE, R.P. (1997): Rückblick auf die Natur. Eine Geschichte des Menschen und seiner Umwelt. Luchterhand, München, 233. ISBN 3-630-87993-4

SPILLER, A., GAULY, M., BALMANN, I., BAUHUS, J., BIRNER, R., BOKELMANN, W., CHRISTEN, O., ENTENMANN, S., GRETHE, H., KNIERIM, U., LATACZ-LOHMANN, U., MATINEZ, J., NIEBERG, H., QAIM, M., TAUBE, F., TENHAGEN, B.A. & WEINGARTEN, P. (2015): Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. Berichte über Landwirtschaft. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Sonderheft 221. doi.org/10.12767/buel.v0i221.82. eISSN 2196-5099.

STEFFEN, W. *ET AL.* (2015): Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science* 347, 6223. [10.1126/science.1259855](https://doi.org/10.1126/science.1259855).

VOGT, M. (2015): Zauberwort Resilienz. Einführung zur Tagung „Zauberwort Resilienz. Was stärkt in Zeiten des radikalen Wandel?“. Tutzing, 27.2. - 1.3.2015.

<http://www.forchange.de/assets/archiv/dokumente/Tagung-Tutzing/Vogt-Tutzing-150227.pdf>

Performance of ley systems-experience from Belgium

D. REHEUL AND M. COUGNON

Department Plants and Crops, Faculty of Bioscience Engineering, University of Gent,
Belgium

Dirk.reheul@ugent.be

Gent University has an experience in ley-arable farming of over 50 years. In 1966 emeritus Prof. Behaeghe designed a latin square (trial code M66.1) with 4 agricultural systems: (1) permanent arable land, (2) permanent grassland, (3) ley-arable: 3 years ley followed by 3 years arable crops and (4) arable-ley: 3 years arable crops followed by 3 years ley. Soil type: sandy loam. Annual rainfall, about 750 mm.

The grassland was used as follows: first cut mowed; subsequent cuts grazed by heifers in a rotational grazing system. Annual nitrogen dressing between 240 and 350 kg/ha.

The main crop on the arable plots was forage maize, either grown in monoculture or in rotation with e.g. faba bean and fodder beet. Results of this trial have been published in Nevens and Reheul (2002, 2003), Reheul (2017) and in several volumes of Grassland Science in Europe.

M66.1 was ploughed out in 2007. Part of the trial was resown into grassland and planted with potato and forage maize. The results of this research are documented in the PhD of L. Bommel  (2007) and in several volumes of Grassland Science in Europe.

In 2005 a new ley-arable trial was established. Forage maize was established in ploughed out *grazed and cut temporary grass-white clover* and in ploughed out *permanent grassland*. Its performance was compared with forage maize grown on permanent arable land. Results will be published soon in Cougnon *et al.* 2018.

The main messages from these trials are the following:

- (i) Newly established grassland performs way better in arable land compared to reseeded grassland, particularly in dry years (Table 1).
- (ii) White clover establishment and its persistence is way better in arable land than in reseeded grassland (Figure 1a and 1b).
- (iii) After ploughed out grass and grass-white clover any crop can be grown without nitrogen fertilization in the first year after ploughing. From year 2 on, the nitrogen fertilization replacement value decreases and becomes nearly nihil in year 3. Substantial savings in nitrogen fertilization are possible (Table 2).
- (iv) After ploughed out permanent grassland, forage maize needs no N fertilization to deliver a full harvest during the first 3 years. From year 3 on, a significant non-nitrogen effect allows yield increases up to 20% with a N dressing of 150 kg/ha.
- (v) Soil nitrate surpluses mostly are manageable; a very N-demanding crop as e.g. fodder beet is the best option as opener crop after plowing out grassland. An acceptable option is an early maturing variety of forage maize followed by Italian ryegrass as a cover crop.
- (vi) In our circumstances, the ley-arable system sequestered on average 400 kg C per year, just about the half of permanent grassland.
- (vii) Soil biological quality of ley-arable systems are in between the quality of permanent arable land and permanent grassland (Table 3)

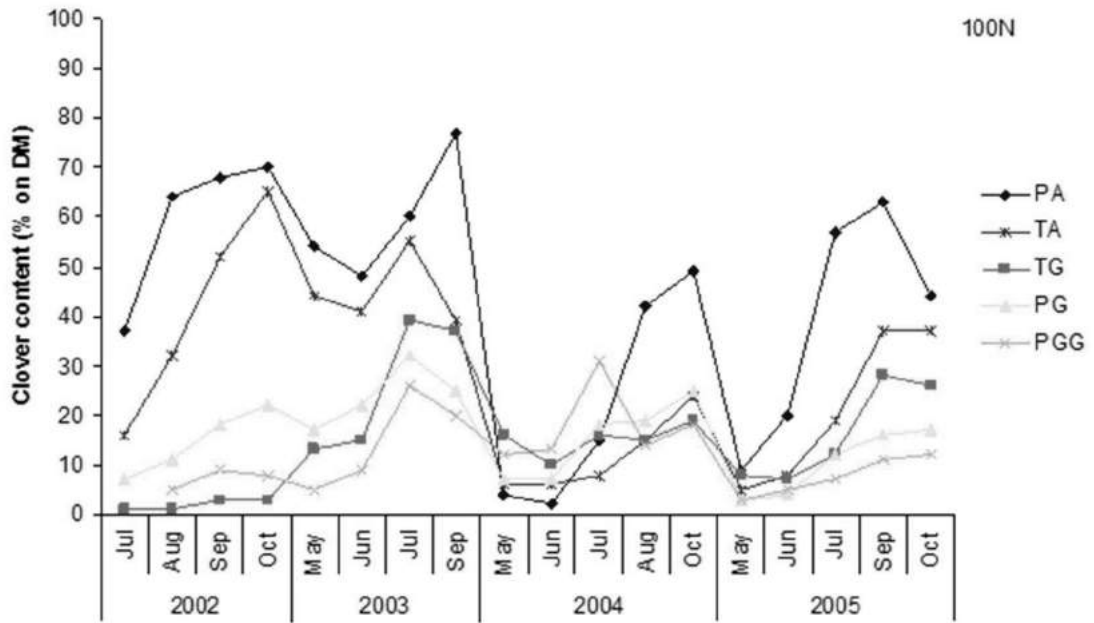


Figure 1a: Evolution of percentage white clover in forage DM yield. Performances in PA, TA: permanent, temporary grassland; PG, TG: permanent, temporary ploughed out grassland. PGG: untouched permanent grassland. All cutting regime. Annual N fertilization: 100 kg/ha. Reheul *et al.* 2017.

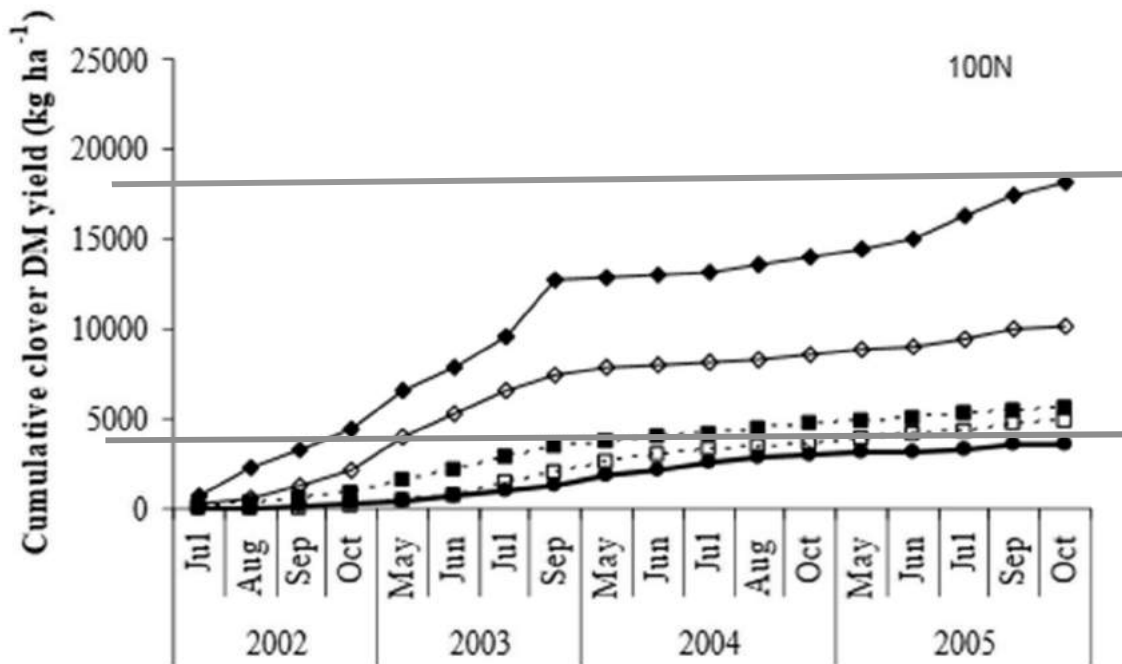


Figure 1b: Cumulative white clover DM yield after 3 full growing seasons. Symbols top down: TA, PA, TG, PG, PGG: see Figure 2a.

Table 1. Performance of different grassland types in 2003, a very dry summer.

Forage DM yield in 2003 (very dry summer); cutting regime; sown in April 2002.		
Sown/reseeded into	100 kg N/ha	300 kg N/ha
Permanent arable land	100	100
Temporary arable land	80	92
Permanent grassland	78	90
Temporary grassland	55	85
Untouched permanent grassland	56	87
100=kg/ha DS	14925	14917

Table 2. Performance of forage maize grown in monoculture, either on permanent arable land or in ley-arable farming (3 years ley, 3 years arable) on a sandy loam soil in Belgium in the period 1990-1998. The figures in the table are accumulated yields over 9 years, registered in three successive ley-arable cycles; relative values between brackets. Deduced from Nevens and Reheul 2002.

	Forage maize grown in monoculture on permanent arable land fertilized with 180 kg N/ha	Forage maize grown in ley-arable farming with 0 N in year 1 after the ploughing-out of temporary grassland, 75 kg N/ha in year 2 and 180 kg/ha in year 3
DM yield (kg/ha)	177,500 (100)	173,100 (98)
Applied N (kg/ha)	1,620 (100)	765 (47)
Kg DM/kg applied N	109 (100)	226 (207)
N concentration of the forage in year 2	9.0 (100)	9.7 (108)

Table 3. Earthworm numbers, biomass, species, functional groups and earthworm burrows in permanent grassland (PG), temporary grassland (TG), temporary arable land (TA) and permanent arable land (PA): averages from three consecutive years (2002-2004). Van Eekeren *et al.* 2008

Earthworms	Units	Treatments				P-value	Year	Treatment × year
		PG	TG	TA	PA		P-value	P-value
Number of earthworms	n m ⁻²	256 a	187 b	62 c	30 c	<0.001	NS	0.008
Body biomass	g worm ⁻¹	0.65 a	0.25 b	0.23 b	0.12 b	<0.001	0.033	NS
Total biomass	g m ⁻²	166 a	52 b	14 bc	5 c	<0.001	NS	NS
Number of species	n m ⁻²	2.0 a	1.3 b	0.5 c	0.2 c	<0.001	NS	<0.001
Epigeic adults	n m ⁻²	20 a	25 a	1 b	0 b	0.016	0.011	NS
Endogeic adults	n m ⁻²	46 ab	49 a	22 bc	7 cd	0.009	NS	0.031
Anecic adults	n m ⁻²	71 a	4 b	2 b	0 c	<0.001	NS	NS
Earthworm burrows ^a								
10 cm depth	n m ⁻²	388 a	238 b	106 c	6 d	<0.001	-	-
20 cm depth	n m ⁻²	356 a	206 b	100 c	6 d	<0.001	-	-

Values followed by the same letter (a-d) within a row are not statistically different at the 5% error level for the main treatment effect.

^a Earthworm burrows were counted in 2004 only.

References

- BOMMELÉ, L. (2007): Growing potatoes and grass-clover after turned down grassland. PhD Univ Gent, <https://lib.ugent.be/catalog/rug01:001240640>
- COUGNON, M., VAN DEN BERGE, K., D'HOSE, T., CLEMENT, L. & REHEUL, D. (2018): Effect of management and age of ploughed out grass-clover on forage maize yield and residual soil nitrogen. *Journal of Agricultural Science*. Accepted for publication in August 2018.
- NEVENS, F. & REHEUL D. (2003): Permanent grassland and 3-year leys alternating with 3 years of arable land: 31 years of comparison. *European Journal of Agronomy*, 19(1), 77-90.
- NEVENS, F. & REHEUL, D. (2002): The nitrogen- and non-nitrogen-contribution effect of ploughed grass leys on the following arable forage crops: determination and optimum use. *European Journal of Agronomy*, 16(1),57-74.
- REHEUL, D., COUGNON, M., KAYSER, M., PANNECOUCQUE, J., SWANCKAERT, J., DE CAUWER, B. & DE VliegHER, A. 2017. Sustainable intensification in the production of grass and forage crops in the Low C ountries of north-west Europe. *Grass and Forage Science*, 1-13.
- VAN EEKEREN, N., BOMMELÉ, L., BLOEM, J., SCHOUTEN, T., RUTGERS, M. DE GOEDE, F., REHEUL, D. & BRUSSAARD L. 2008. Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping. *Applied Soil ecology*, 432-446.

THG-Emissionen im Futterbau und in der Milchproduktion

T. REINSCH, C. MALISCH, H. LORENZ, M. BÖLDT, T. PETERS, A. POYDA UND F. TAUBE

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

treinsch@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Die Rinderhaltung trägt weltweit mit 12,5 % zu den anthropogen erzeugten Treibhausgas (THG) -emissionen bei (Gerber et al., 2013). Die landwirtschaftlichen Quellen der wichtigsten THGe CO₂, N₂O und CH₄ sind ihrem Ursprung nach weitestgehend bekannt. CO₂ und N₂O entstehen durch den Primärenergieverbrauch und bei der Bodennutzung, während die CH₄-Emissionen zum größten Teil aus dem Energieverlust während der ruminalen Verdauung resultieren.

In Deutschland trägt die Landwirtschaft mit 7,5 % zu den anthropogen bedingten THG-Emissionen bei. Inklusiv der für die Landwirtschaft relevanten Sektoren Landnutzung und Landnutzungsänderung (LULUC) sowie der Emissionen aus Vorleistungen (Mineraldünger, Pflanzenschutzmittel etc.) beträgt der Beitrag mehr als 13 %. Hiervon trägt die Tierhaltung einen Anteil von 80 %, wovon wiederum ca. 75 % auf die Rinderhaltung zurückzuführen sind (Lesschen et al., 2011). Nach neuesten Erkenntnissen lassen sich die THG-Emissionen durch Systemoptimierungen in der Milch- und Fleischproduktion um 15 bis 20 % reduzieren (<http://www.carbon-dairy.fr/>).

THG-Minderungsmaßnahmen in der Milchproduktion kommen in Schleswig-Holstein (S.-H.) eine übergeordnete Bedeutung zu. Im Ländervergleich weist S.-H. die höchsten Rinderdichten auf, was unabdingbar einen Effekt auf die Nutzungsintensität der landwirtschaftlich genutzten Flächen hat (Taube et al., 2014; Taube et al., 2016; Poyda et al., 2016). Aufgrund des vergleichsweise kleinen Anteils der THG-Emissionen aus der Industrie, trägt in S.-H. die Landwirtschaft mit mehr als 20 % zu den THG-Emissionen bei. Berücksichtigt man die zusätzlichen CO₂-Emissionen aus dem Sektor LULUC, erhöht sich dieser Anteil aufgrund der großen Bedeutung landwirtschaftlich genutzter organischer Böden noch einmal deutlich (> 30 %).

Zur Umsetzung der Klimaschutzziele sind daher Minderungsstrategien im Milchsektor erforderlich, welche die gesamte Verfahrenskette mit einbeziehen (Flysiö et al., 2012). In einem ersten Schritt ist eine Potentialabschätzung notwendig. Prioritär sollten Minderungsmaßnahmen verfolgt werden, die kurzfristig hohe Reduktionen erzielen und gleichzeitig in Kongruenz zu anderen Umweltzielen stehen (Taube et al., 2013). Aufgrund des hohen Einflusses der Flächennutzung, spielt die Grundfutterbereitstellung eine Schlüsselrolle. Unterstellt man einen durchschnittlichen Milchviehbetrieb in S.-H. variieren die produktbezogenen Emissionen alleine durch die Standortbedingungen und Grundfutterleistungen um ±400 g CO₂ je kg Milch (Abb. 1). So sind in einem zweiten Schritt regional angepasste Minderungsmaßnahmen in S.-H. zu identifizieren.

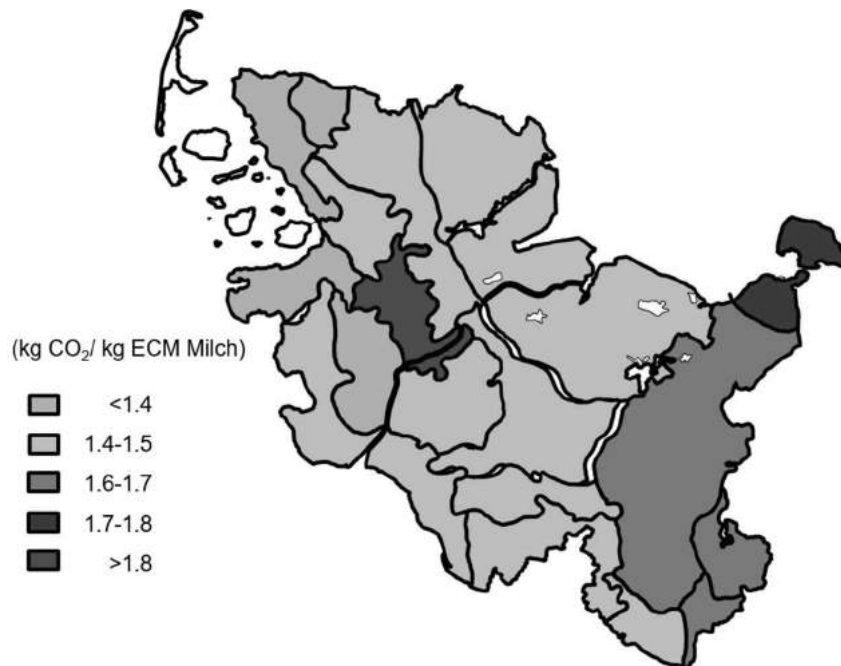


Abb.1: CO₂-Fußabdruck je kg energiekorrigierter Milch (ECM) und Unterkulturräum in S.-H.. Unterstellt wurde ein durchschnittlicher Stallhaltungsbetrieb mit ~8000 kg ECM je Kuh und Jahr. Unterschiede ergeben sich aus den Standortbedingungen, der Flächennutzung, den Ertragsleistungen (Gras und Mais) sowie aus der N-Effizienz (N-Verfügbarkeit vs. N-Ertragsleistungen im Futterbau).

Futterbau

Die THG-Emissionen während der Grundfuttererzeugung entstehen zum Teil durch den Einsatz von Betriebsmittel (Dünger, Pflanzenschutzmittel, Diesel). Weiterhin stellen innerbetriebliche Stickstoff (N)-verluste die wichtigste Quelle für direkte und indirekte N-Emissionen in Form von N₂O, Ammoniak (NH₃) und N-Auswaschungen dar. In Abhängigkeit der Nutzungsintensität belaufen sich die Emissionen in der Grundfutterproduktion inkl. Ressourceneinsatz auf 1-3 t CO₂-Äq. ha⁻¹ Jahr⁻¹, wovon 50-75 % den N₂O-Emissionen aus Böden zuzuschreiben sind (ohne Boden-C). Die bedarfsangepasste Düngung im Futterbau stellt somit die wichtigste Minderungsmaßnahme dar und steht in direkter Beziehung zum Grundwasserschutz (Abb. 2). Mit zunehmendem N-Aufwand steigen die N₂O-Emissionen exponentiell an, sobald der Pflanzen-N-Bedarf überschritten wird.

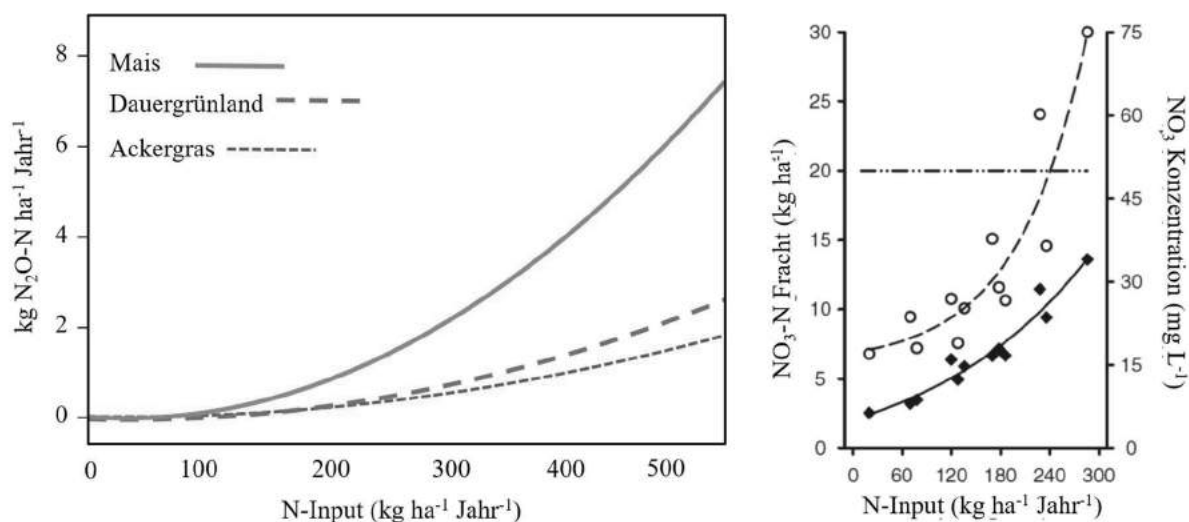


Abb.2: Einfluss der N-Düngungsintensität (N-Input) auf die N_2O -Verluste verschiedener Futterbaukulturen (Abbildung links) und die N-Auswaschung bei Mais mit (durchgängige Linie) und ohne (gestrichelte Linie) Zwischenfruchtanbau (Abbildung rechts) (Reinsch et al., in prep.; Wachendorf et al., 2006).

Diesem Risiko kann durch eine standortangepasste Fruchtfolgegestaltung und einer auf diese Weise verbesserten N-Ausnutzung begegnet werden. Beispielsweise bietet der Einbezug von Zwischenfrüchten im Ackerfutterbau eine gute Möglichkeit Stickstoff über Winter zu konservieren und gleichzeitig die Ziele des Grundwasserschutzes zu erfüllen (vgl. Abbildung 2). Damit verbundene N_2O -Minderungen sind hier allerdings nicht immer gewährleistet, insbesondere, wenn abfrierende Zwischenfrüchte eingesetzt werden (Böldt et al., 2017). Nichtsdestotrotz ergeben sich positive Effekte für den Bodenschutz sowie durch den verbesserten Vorfruchtwert eine mögliche Einsparung an Düngemitteln. Der Berücksichtigung des N-Transfers in der flächenspezifischen N-Düngeplanung kommt somit auch im Klimaschutz eine besondere Bedeutung zu. Dies gilt auch für die Verwendung und Weiterentwicklung von emissionsarmen Lagerungs- und Ausbringungstechniken für Wirtschaftsdünger (<http://balticslurry.eu/>). Durch technische Optimierungen und der damit verbundenen Reduktion von NH_3 -Emissionen kommt es nach der Wirtschaftsdünger-ausbringung zu einer höheren N-Verfügbarkeit. Als Konsequenz kann es zu höheren N_2O -Emissionen aus den genutzten Böden kommen, so dass eine THG-Minderung nur sicher erreicht werden kann, wenn entsprechend Mineraldünger eingespart werden. Die Verwendung von Mineraldüngern belastet die betriebliche THG-Bilanz durch die hohen CO_2 -Emissionen während der Produktion und die Ausbringungsverluste mit $11 \text{ kg CO}_2\text{-Äq. je kg N}$ (KTBL, 2017).

Die Nutzung von Klee grasbeständen im Futterbau trägt dazu bei, den betrieblichen Zukauf von N-Düngern und damit die Emissionen aus der Vorkette weiter zu reduzieren. So zeigte ein mehrjähriger Feldversuch (2005-2015) auf einem sandigen Lehm, dass 4-Schnitt genutzte Weißklee grasbestände ohne N-Düngung, bei einer ausreichenden Grundnährstoffversorgung, in Abhängigkeit des Narbenalters stabile Ertragsleistungen von 7-8 t TM je ha und Jahr erzielen können. Im Vergleich dazu erzielten die gleichen Grünlandbestände mit einer zusätzlichen N-Düngung von $240 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ lediglich einen um 8 % höheren Rohprotein ertrag (Abb. 3).

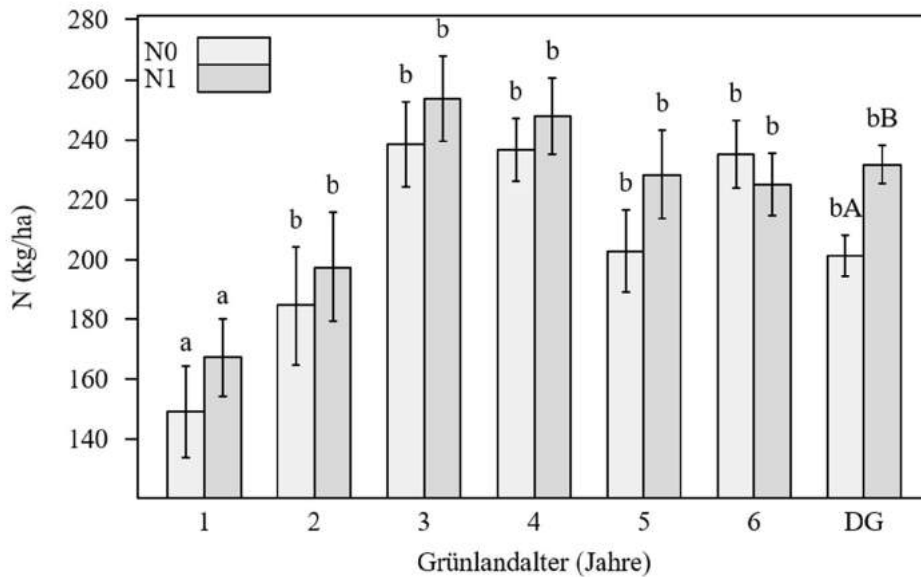


Abb. 3: N-Erträge über 4-Schnitte genutzter Grünlandbestände (Kleegrass); ungedüngt (N0) und gedüngt (N1: 240 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹ als Rindergülle). Unterschiedliche Großbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Düngestufen. Kleinbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede zwischen den Grünlandaltersstufen (1-6) und der > 16-jährigen Kontrolle (DG).

Durch die Etablierung von Leguminosen ergeben sich im Bereich des Klimaschutzes weitere positive Koppelwirkungen. Zum einen sind Futterleguminosen hochverdaulich und zum anderen besitzen viele Arten einen hohen Gehalt an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen, insbesondere Tanninen, die in der Diskussion stehen, bei Wiederkäuern die verdauungsbedingten CH₄-Emissionen zu reduzieren (Abb. 4).

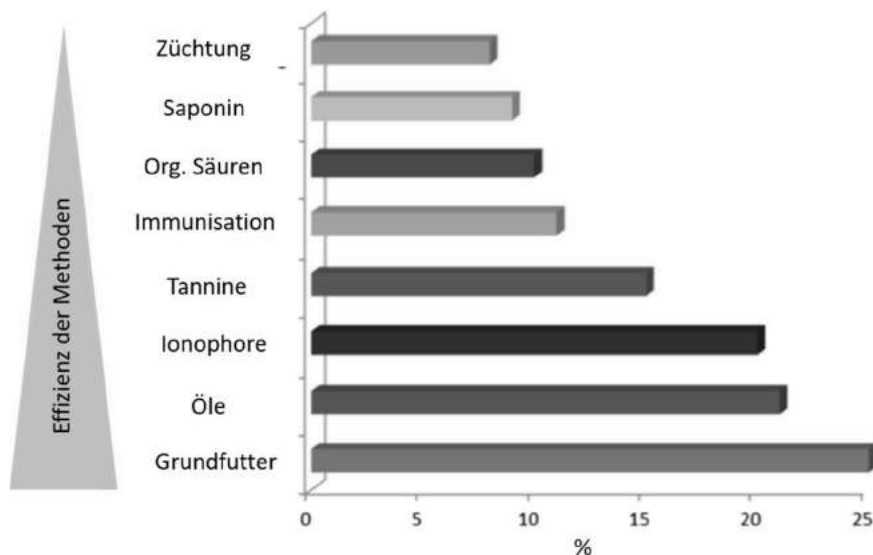


Abb. 4: Potentialabschätzung unterschiedlicher Maßnahmen zur Reduktion der verdauungsbedingten Methanemissionen bei Wiederkäuern (Bhatta, 2015).

Für mehrjährig genutzte Grünlandbestände ist Weißklee die Leguminose mit der größten Nutzungspersistenz, Ertragsleistung und Verdaulichkeit. Allerdings sind hohe Tanningehalte lediglich in der Blüte nachzuweisen, wodurch mengenmäßig nur ein geringer Effekt in der Tierfütterung erzielt werden kann. In Ackerfutterbausystemen ließen sich in den gemäßigten Klimaten Arten mit deutlich höheren Tanningehalten etablieren (z.B.

Esparssette (25-40 mg/g TM), Hornklee (10-25 mg/g TM) oder Sumpfhornklee (50-70 mg/g TM)), deren Ertragsleistungen in Abhängigkeit der Nutzungsfrequenz zwar nur durchschnittlich sind (Hamacher et al., 2016; Lorenz et al., 2017), denen aber ein hohes THG-Minderungspotential zugeschrieben wird, welches es aber noch genauer zu bestimmen gilt (<https://www.era-susan.eu/>). Auf Standorten mit ausreichender Wasserversorgung zeigen Rotkleebestände hohe Ertragsleistungen. Die hohen Gehalte an Polyphenoloxidasen (PPOs) zeigen bei der Milchviehfütterung eine Verschiebung des Urin- zu Kot-Stickstoffs, wodurch es zu einer Reduktion der Ammoniakverluste nach der Exkretion und damit auch zu einer THG-Reduktion kommen kann (Reinsch et al., 2017; Schulz et al., 2018). Zusätzlich ließen sich durch die vergleichsweise hohen Rohproteingehalte von Rotklee eiweißreiche Futtermittelimporte verringern, da energiereiche Kraftfuttermittel regional leichter verfügbar und mit geringeren THG-Emissionen während ihrer Produktion belastet sind (vgl. Tab. 1). Die verstärkte Nutzung von heimischem Protein kann zudem durch eine Diversifizierung der Anbaustrukturen die N-Effizienz der Systeme weiter verbessern (Ledgard, 2001) und somit THG-Emissionen reduzieren.

Tab. 1: Produktbezogene THG-Emissionen verschiedener Erzeugnisse (Biernat, 2016; Williams et al., 2006)

	Weizen	Gerste	Roggen	Mais	Sojabohne	Raps
kg CO ₂ -Äq. je kg Produkt	0.41	0.72	0.38	0.65	1.03	1.06

Bodennutzung

In Futterbausystemen sind durch die oftmals hohen Rückführungen von Ernteresten und Wirtschaftsdüngern die Humusbilanzen ausgeglichen. Eine Ausnahme stellt der mehrjährige Maisanbau dar, welcher auch bei hohen Rückführungen von Wirtschaftsdüngern zu einer negativen Humusbilanz führt (Abb. 5). Dauergrünlandflächen können über einen sehr langen Zeitraum effektive CO₂-Senken darstellen (~400 kg C ha⁻¹ Jahr⁻¹), allerdings nehmen mit zunehmender Nutzungsintensität die N₂O-Emissionen zu, so dass bei hohem Betriebsmitteleinsatz die THG-Bilanzen von Grünland ausgeglichen oder sogar positiv sein können (Skiba et al., 2009). Diese Situation wird im Besonderen verschlechtert, wenn regelmäßig Grünlanderneuerungsmaßnahmen durchgeführt werden, da so das Aggregatgefüge der Böden gestört und stabilisierter Kohlenstoff mineralisiert wird (Reinsch et al., 2018). Zudem garantiert eine Grünlanderneuerung in den Folgejahren nicht zwangsläufig stabile Mehrerträge (vgl. Abb. 3), sodass Grünlandpflegemaßnahmen zuerst in Betracht gezogen werden sollten. Sollte eine Erneuerung notwendig sein, ist eine Maßnahme im Frühjahr zu bevorzugen, um die THG-Emissionen und N-Auswaschungsverluste gering zu halten (Reinsch et al., 2018). Bei geeigneten Standortvoraussetzungen sollten Direktsaatverfahren eine stärkere Berücksichtigung erfahren, da hier der Boden-Humus-Vorrat weitestgehend erhalten werden kann (Struck et al., 2017), woraus sich weitere Optimierungseffekte für Wechselgrünlandssysteme ergeben (Hermann et al., 2014). Insgesamt muss dem nachhaltigen Grünlandmanagement eine hohe Bedeutung beigemessen werden, da hier die höchste Effizienz, d.h. die niedrigsten Emissionen je GJ Netto-Energie-Laktation im Vergleich zu anderen Futterpflanzen erzielt werden können (Reinsch et al., 2018; Schmeer et al., 2014).

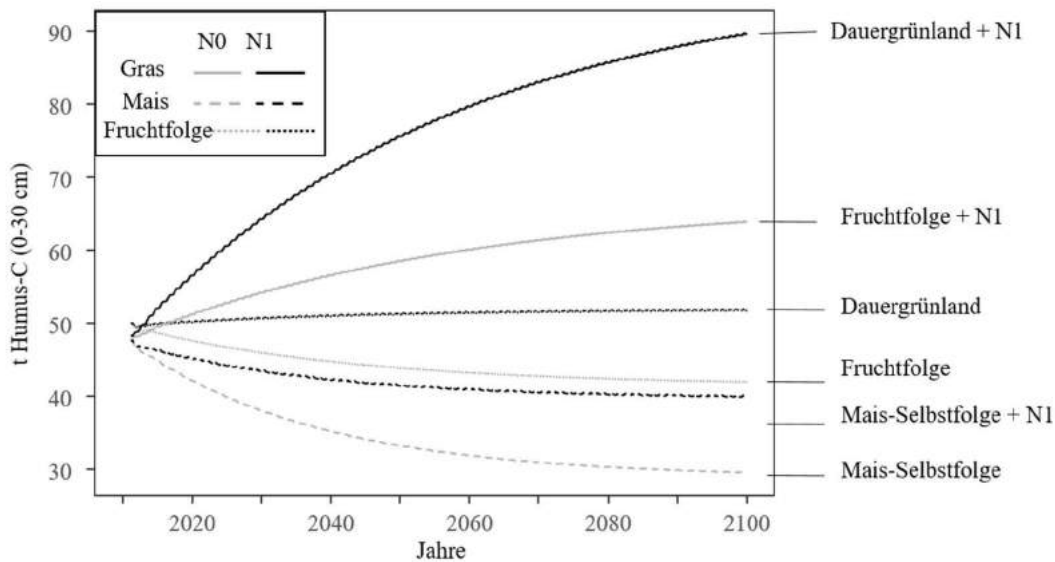


Abb. 5: Langfristige Veränderungen der organischen Bodensubstanz (0-30 cm) in verschiedenen Futterbausystemen mit (N1) und ohne Rindergülle (N0) (Loges et al., 2018).

Den größten Anteil an den landnutzungsbedingten THG-Emissionen in S.-H. haben die Moorböden. Aufgrund der großen Flächenkonkurrenz erstreckt sich die intensive Tierhaltung auf den sandigen und organischen Böden entlang des Geestrückens. Die nicht ackerfähigen Niedermoorböden werden fast ausschließlich für die Grundfuttererzeugung in der Milchviehhaltung genutzt. Zu diesem Zweck wird eine der größten Niedermoorregionen NW-Europas (Eider-Treene-Sorge-Niederung) großflächig entwässert. Kleinräumig unterscheidet sich der Grundwasserstand durch die topographische Lage stark. Optimierte Grundwassermanagement kann die THG-Emissionen aus Niedermoorböden stark reduzieren. Hierbei ist ein Grundwasserstand von 20 cm unter Flur im Jahresmitteln für schnittgenutztes Grünland anzustreben. Durch eine solche Maßnahme könnte die fortschreitende Mineralisierung des Torfkörpers und damit die CO₂-Freisetzung nicht gestoppt, aber die THG-Emissionen um ~35 % je ha reduziert werden. Größte THG-Minderungen (~80 %) sind durch gezielte Renaturierungsprogramme, jedoch auf Kosten der Grundfutterproduktion, möglich (Abbildung 6).

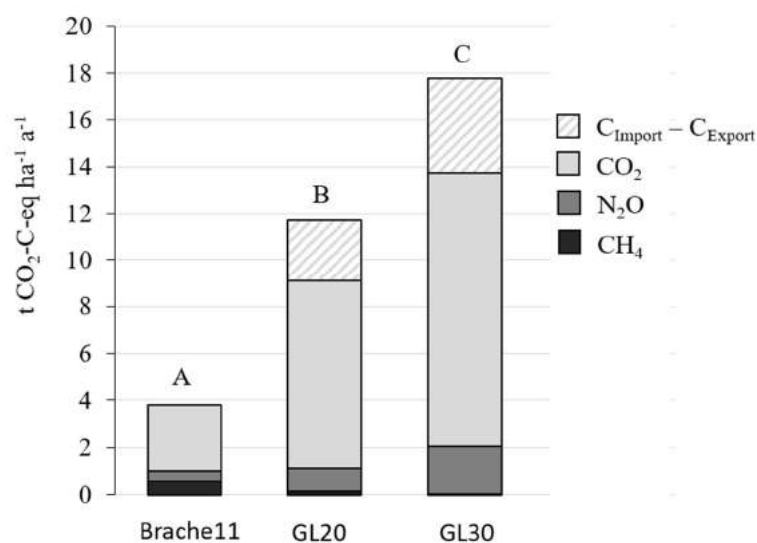


Abb. 6: Ermittelte THG-Emissionen aus Niedermoorböden in S.-H. in Abhängigkeit von Nutzung und Grundwasserflurabstand (GW); Brache11: ungenutzt, -11 cm GW; GL20: Grünland mit 2-3 Schnittnutzung, -20 cm GW; GL30: Grünland mit 3-4 Schnittnutzung, -30 cm GW (Poyda et al., 2016).

Produktionssystem

Die Effizienzbewertung von Milchproduktionssystemen erfolgt für den Klimaschutz oft im Sinne einer Ökobilanz, d.h. die erzeugten THG-Emissionen werden als Carbon Footprint (CF) einer Produkteinheit ausgedrückt. In der Literatur findet sich eine große Spannbreite der erzeugten CO₂-Äq. je kg Milch in Abhängigkeit der Standortbedingungen und des Managements (Ø1,13 CO₂-Äq. je kg ECM; n=100). Seit den 60er Jahren waren in NW-Europa deutliche Effizienzsteigerungen durch eine Zunahme der Einzeltierleistungen zu verzeichnen (Capper et al., 2009). Dieser Trend stagniert bei abnehmender Bedeutung der Energiebereitstellung für den Erhaltungsbedarf ab einer Milchleistung von 5000 kg Milch Kuh⁻¹ Jahr⁻¹ (Gerber et al., 2011), sodass Standortbedingungen und das Betriebsmanagement zunehmend an Bedeutung gewinnen. Gruppiert man die vorhandenen Literaturwerte in drei typische Betriebsausrichtungen (vgl. Tab. 2), so sind im Mittel keine signifikanten Unterschiede zwischen den Systemen festzustellen.

Tab. 2: Betriebstypen in der spezialisierten Milchproduktion weltweit und deren Carbon Footprint (CF). Daten aus n=87 Einzelwerten (Lorenz et al, 2019).

Typ	System	Definition	Milchleistung (kg ECM (eigentlich FPCM))	CF (kg CO ₂ - Äq. kg ⁻¹ ECM)
A	Stallhaltung	kein Weidegang	9.184	1,11
B	Stall u. Weide	< 50 % der TM-Aufnahme von der Weide oder > 25 % Kraftfutter	7.392	1,15
C	Weidehaltung	> 50 % der TM-Aufnahme von der Weide; < 25 % Kraftfutter	5.404	1,0

Allerdings zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den Systemen in Abhängigkeit der Einzeltierleistungsgrenzen (Abb. 7). In allen betrachteten Systemen sind bei einem guten Management hohe Effizienzen möglich, allerdings bei unterschiedlichen Leistungsniveaus (1 kg CO₂-Äq. je kg ECM \triangleq 5.500 kg ECM (C), 8000 kg ECM (B), 10.000 kg ECM (A)). Für Systemempfehlungen müssen regionale und betriebsinfrastrukturelle Aspekte berücksichtigt werden. Als erster Indikator dienen die Ertragspotentiale aus der Grundfutterleistung, vornehmlich Grünland, in Abhängigkeit des Standortes. In S.-H. gibt es im „Östlichen Hügelland“ auf den sandigen Lehmböden bei einer ausreichenden Wasserversorgung gute Voraussetzungen für hohe Graszuwachsrate, was für Weidesysteme attraktiv sein könnte (Peters et al., 2018). Zusätzlich würde die Diversifizierung der dort überwiegend markfruchtbaulich genutzten Flächen positive Koppeleffekte im Bereich Bodenschutz und Ressourceneffizienz mit sich führen. Bei einer unzureichenden Wasserversorgung sowie bei nicht tragfähigen Böden (Niedermoorflächen) ist die Gefahr der Bodendegradation durch weidende Tiere gegeben. Zudem können die punktuell hohen N-Ausscheidungen auf leichten (geringe Wasserhaltefähigkeit) und organischen Böden (hohes Boden-N-Angebot) zu erhöhten N-Verlusten und damit THG-Emissionen führen.

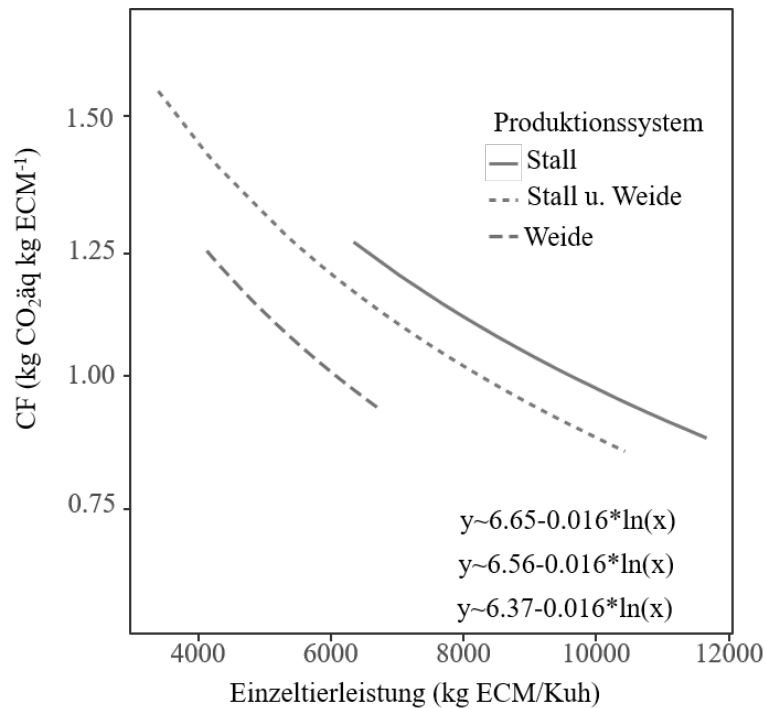


Abb.7: THG-Emissionen je kg ECM in Abhängigkeit des Produktionssystems und der Einzel-tierleistung. Ergebnisse basieren auf vorhandenen Literaturergebnissen (Lorenz et al., 2019).

Zusammenfassung

In Schleswig-Holstein leistet die Landwirtschaft im Allgemeinen, sowie die Milchproduktion im Speziellen, einen großen Beitrag zu den THG-Emissionen. Hier müssen geeignete Minderungsmaßnahmen entwickelt werden, um die gesetzlich vorgeschriebenen Klimaschutzziele zu erreichen (Minderung der nationalen THG-Emissionen um 95 % bis zum Jahr 2050 (Referenzjahr 1990)). Die Verbesserung der betrieblichen Stickstoffnutzungseffizienz im Futterbau sowie die Vermeidung der Ammoniakverluste während der Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern sind gut dokumentiert und quantifizierbar. Weiterhin kommt den Leguminosen in der Grünlandwirtschaft eine übergeordnete Bedeutung zu, um Stickstoffdünger weiter einzusparen. Zusätzlich könnten sich durch den Einsatz geeigneter Futterleguminosen positive Koppel-effekte in Bezug auf die Methanreduktion beim Rind ergeben. Diese Effekte sind allerdings noch nicht ausreichend quantifiziert und somit für die THG-Inventarisierung schwer abzuschätzen. Im Bereich der Bodennutzung kommt der Grünlandpflege eine übergeordnete Rolle zu, da nur so stabile Erträge bei gleichzeitig positiven Umweltwirkungen erzielt werden können. Auf organischen Böden ist eine Grünlandbewirtschaftung bei höheren Grundwasserständen anzustreben. Allerdings sind unter Klimaschutzaspekten hier langfristig großflächige Extensivierungen unvermeidbar. Systemoptimierungen auf Einzelbetriebsebene erfordern regionalisierte Methoden, um die gesamten Wohlfahrtseffekte ausreichend abbilden zu können.

Literatur

BIERNAT, LARS (2016): Ausgewählte Parameter der Ökoeffizienz im ökologischen und konventionellen Marktfruchtbau Schleswig-Holsteins. 13. WiTa Ökologischer Landbau

BLUWSTEIN J., BRAUN M., BUGGE & HENRIKSEN C. (2015): Sustainable extensification as an alternative model for reducing GHG emissions from agriculture. The case of an extensively managed organic farm in Denmark. *Agroecol. Sust. Food* 39, 551-579. 10.1080/21683565.2015.1013240.

- BÖLDT M, LOGES R, KLUß C & TAUBE F. (2017): Einfluss von Zwischenfrüchten auf Lachgasverluste und Nitratauswaschung im ökologischen Marktfruchtbau in Abhängigkeit von der Vorfrucht. Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 07. – 10. März 2017. 346-349. ISBN-13: 978-3-89574-925-4
- CAPPER, J. L., CADY, R. A. & BAUMAN, D. E. (2009): The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007, *Journal of Animal Science*, Volume 87, Issue 6, Pages 2160–2167, <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1781>
- Davies B., Baulcombe D., Crute I., Dunwell J., Gale M., Jones J., Pretty J., Sutherland W. & Toulmin C. (2009): Reaping the benefits: Science and the sustainable intensification of global agriculture. Royal Society: London.
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., TEMPIO, G. (2013): Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)
- HAMACHER, M., LOGES, R. & TAUBE, F. (2016): Evaluation of fifteen leguminous and non-leguminous forage species to improve forage quality of temporary grasslands in northern Germany. *Grassland Science in Europe* 21. 263-265.
- HERRMANN, A., CLAUS, S., LOGES, R., KLUß, C. & TAUBE, F. (2014): Can arable forage production be intensified sustainably? A case study from northern Germany. *Crop Pasture Sci.* doi: 10.1071/CP13362
- KTBL (2017): Klimaschutz in der Landwirtschaft. Emissionsminderung in der Praxis. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt.
- LEDGARD, S.F. (2001): Nitrogen cycling in low input legume-based agriculture, with emphasis on legume/grass pastures. *Plant Soil* 228, 43-59.
- LORENZ, H., LOGES, R., HAMACHER, M., KLUß, C. & TAUBE, F. (2017): The effect of defoliation frequency on the yield of grass clover swards with and without the inclusion of a variety of herbs and birdsfoot trefoil. *Grassland Science in Europe*, 22 – Grassland resources for extensive farming systems in marginal lands p.188-190
- LORENZ, H., REINSCH, T., HESS, S. & TAUBE, F. (2019): Is low-input dairy farming more climate friendly? A meta-analysis of carbon footprints from different production systems. *Journal of Cleaner Production*. 211, 161–170. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.113>
- PETERS, T., REINSCH, T., LOGES, R., MALISCH, C., KLUß C. & TAUBE F. (2018): 'Smart grazing': modelling grass growth in rotationally grazed pastures. In: Sustainable meat and milk production from grasslands, Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation, Cork, Ireland, pp. 898-900.
- POYDA, A., REINSCH, T., KLUS, C., LOGES, R. & TAUBE, F. (2016): Greenhouse gas emissions from fen soils used for forage production in northern Germany. *Biogeosciences* 13, 5221-5244.
- SCHMEER, M., LOGES, R., DITTERT, K., SENBAYRAM, M., HORN, R. & TAUBE, F. (2014): LEGUME-based forage production systems reduce nitrous oxide emissions. *Soil and Tillage Research* 143, 17-25.
- SCHULZ, F., WESTREICHER-KRISTEN, E., KNAPPSTEIN, K., MOLKENTIN, J. & SUSENBETH, A. (2018): Replacing maize silage plus soybean meal with red clover silage plus wheat in diets for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 101, 1216-1226.
- SKIBA, U., DREWER, J., TANG, Y.S., VAN DIJK, N., HELFTER, C., NEMITZ, E., FAMULARI, D., CAPE, J.N., JONES, S.K., TWIGG, M., ET AL. (2009): Biosphere–atmosphere exchange of reactive nitrogen and greenhouse gases at the NitroEurope core flux measurement sites: Measurement strategy and first data sets. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 133, 139-149.
- STRUCK, IJ, KLUß, C., REINSCH, T., LOGES, R., HERRMANN, A. & TAUBE, F. (2017): Direktsaat als alternatives Aussaatverfahren im Silomaisanbau: Einfluss auf THG- Emissionen. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbau-wissenschaften*, Band 29, 148-149
- TAUBE, F., GIERUS, M., HERMANN, A., LOGES, R. & SCHÖNBACH, P. (2014): Grassland and globalization – challenges for north-west European grass and forage research. *Grass and Forage Science* 69, 2-16.
- TAUBE, F., HENNING, C., ALBRECHT, E., REINSCH, T. & KLUß, C.: Nährstoffbericht des Landes Schleswig-Holstein 2016. Im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes S-H
- VAN GRINSVEN, H.J.M., ERISMAN, J.W., DE VRIES, W. AND WESTHOEK H. (2015): Potential of extensification of European agriculture for a more sustainable food system, focusing on nitrogen. *Environ. Res. Lett.* 10, 025002. [10.1088/1748-9326/10/2/025002](https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/2/025002).

WACHENDORF, M., VOLKERS, KC, LOGE,S R., RAVE, G. & TAUBE, F. (2006): Performance and environmental effects of forage production on sandy soils. IV. Impact of slurry application, mineral N fertilizer and grass understorey on yield and nitrogen surplus of maize for silage. *Grass Forage Sci.* 61(3), 232-242. 10.1111/j.1365-2494.2006.00529.x

WILLIAMS, A.G., AUDSLEY, E. & SANDARS, D.L. (2006): Determining the Environmental Burdens and Resource Use in the Production of Agricultural and Horticultural Commodities. Natural Resource Management Institute, Cranfield University, Silsoe Research Institute, Bedford.

Milch vom Acker und vom Grünland - Betriebszweigauswertungen der Rinderspezialberatung in S-H

L. PROKOP

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

Einfluss von Grundfutter auf die Ökonomie der Milchproduktion

Dr. Luise Prokop, Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, LVZ Futterkamp, Gutshof, 24327 Blekendorf, lprokop@lksh.de

Einleitung und Problemstellung

Der jährlich erscheinende Rinderreport für Schleswig-Holstein (https://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Tier/Rinder/Fachinfo_Beratung/Rinderreport_2017.pdf) beinhaltet die Vollkostenauswertung von ca. 1000 Milchviehbetrieben im Lande. Diese Daten werden von den Beratern der einzelnen Rinderspezialberatungsringe erhoben. Gerechnet wird dabei nach dem DLG-Modell, nachzulesen in den „Arbeiten der DLG“, Band 197. Der schleswig-holsteinische Durchschnittsbetrieb im Wirtschaftsjahr 2016/17 hielt 147 Kühe mit einer Futterfläche von 0,69 ha/Kuh (inklusive Jungvieh) und einer Milchleistung von 8.453 kg ECM. Bei der Vollkostenauswertung werden den betriebsindividuellen Leistungen die jeweiligen Kosten des Betriebszweiges Milchproduktion gegenübergestellt, um am Ende das kalkulatorische Betriebszweigergebnis zu erhalten. Bei den Kosten können einerseits die Direktkosten, wie bspw. Futter-, Tierarzt- und Spermakosten, sowie die Kosten für Wasser und Strom und von den Gemeinkosten, wie bspw. Arbeiterledigungskosten und Gebäudekosten unterschieden werden. Zusammen ergeben sie die Produktionskosten. Die Ausgaben für Grund- und Krafftuttermittel im Wirtschaftsjahr 2016/17 machen knapp 55 % aus und sind damit mit Abstand der größte Kostenblock. Alleine auf das Grundfutter entfallen insgesamt knapp 40 % der gesamten Kosten für die Milchproduktion. Vergleicht man das erfolgreiche mit dem abfallenden Viertel der Betriebe, rangiert nach dem kalkulatorischen Betriebszweigergebnis, fällt eine beträchtliche Differenz von 5,7 ct je kg ECM alleine in den Grundfutterkosten auf. Auf vielen Betrieben stellt damit die Grundfutterproduktion ein enormes Potential dar, (nicht nur) die betriebswirtschaftlichen Zahlen zu verbessern. Im Folgenden soll deswegen der Fokus auf die verschiedenen Grundfuttersysteme in Schleswig-Holstein und deren ökonomischer Bewertung gelegt werden.

Ökonomische Bewertung des Grundfuttereinsatzes

Die ausgewerteten, schleswig-holsteinischen Betriebe haben im Durchschnitt in ihren Milchviehrationen ein Grundfutterverhältnis von gut 50 % Maissilage und knapp 50 % Grassilage gefüttert. Der Trend von steigenden Anteilen an Maissilage in den Rationen setzt sich insbesondere in hochleistenden Betrieben fort. Die Vorteile von Silomais liegen eindeutig beim verhältnismäßig hohen Flächenertrag, der einmaligen Ernte und damit verbundenen geringen Nährstoffkosten, sowie einem hohen Futterwert. Dies spiegeln auch die ökonomischen Auswertungen wieder. Rangiert man die ausgewerteten Betriebe nach dem Anteil der Maissilage je Kuh und Tag (Tab. 1), wird deutlich, dass die Betriebe mit einem höheren Anteil an Maissilage, mit einer Ausnahme, das bessere kalkulatorische Betriebszweigergebnis aufweisen. Dies lässt sich natürlich nicht nur durch den Umstand

des höheren Anteils an Maissilage in der Ration erklären. Diese Betriebe weisen ebenfalls eine höhere Kuhanzahl, eine deutlich höhere Milchleistung, sowie eine bessere Flächeneffizienz auf. Andersherum kann man also sagen, dass hochleistende Betriebe mit mehr Tieren im Durchschnitt mit Erfolg einen höheren Anteil an Maissilage einsetzen. Der positive Zusammenhang von hohen Anteilen an Maissilage in der Ration auf die Höhe der Futteraufnahme und die Milchleistung, konnte in einem Versuch im Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp in 2005 eindeutig dargestellt werden.

Die Vollkostenauswertung des Grundfutters (Tab. 2) zeigt nur für die Maissilage ein positives, kalkulatorisches Betriebszweigergebnis. Für Grassilage und GPS liegt das kalkulatorische Betriebszweigergebnis deutlich im negativen Bereich. Bei der Grassilage wird nicht unterschieden zwischen Ackergras und Grünland. Da die Vollkostenauswertung immer eine Nachbetrachtung ist, kann die Erntemenge von Ackergras nicht eindeutig bestimmt werden, da diese in der Regel zusammen mit der Grassilage vom Dauergrünland einsiliert wird. Konkrete Erntemengen z.B. mithilfe einer Waage oder entsprechender Technik am Erntefahrzeug werden bisher auf nur sehr wenigen Betrieben erfasst, sodass es sich in der Regel um Schätzungen bzw. Abmessungen des noch verbliebenden Silos handelt.

Trotz der vermeintlichen Vorzüge von Silomais, ist das Grünland für die Grundfuttersversorgung von Wiederkäuern unverzichtbar. Insbesondere in typischen Grünlandregionen in Schleswig-Holstein, wie die Hohe Geest und Vorgeest, die Eider-Treene-Sorge-Niederung, Eiderstedt und die Wilstermarsch werden sehr hohe Mengen und teilweise ausschließlich Gras bzw. Grassilage ans Milchvieh verfüttert. Die Intensitäten der Bewirtschaftung (intensiv bis extensiv) und die Bewirtschaftungsform (Schnittnutzung, Mähweide- und/oder Weidenutzung) sind maßgeblich vom Standort beeinflusst. Für die Weide wird ein stark negatives, kalkulatorisches Betriebszweigergebnis ausgewiesen. Gründe hierfür sind, dass es sich bei den 328 „Weide-Betrieben“ zum größten Teil um Jungviehweiden handelt. Darunter sind nur wenige spezialisierte Weide-Betriebe, die ihr System auf die größtmögliche Grundfutteraufnahme der Milchkühe während der Vegetationszeit auf frisches Weidegras ausgelegt haben und damit die möglichen Vorteile einer Weidegrasaufnahme voll ausschöpfen.

Jeder Betrieb ist anders

Die betriebsindividuellen Grundfuttermittel sind, wie zuvor geschildert, vor allem eins: Standortabhängig und nur in gewissen Grenzen vom Betriebsleiter anzupassen. Als wesentliche Erfolgskennzahl in der Milchproduktion, sowohl aus produktionstechnischer und auch ökonomischer Sicht ist die Grundfutterleistung. Denn neben einem möglichst hohen Grundfutterertrag, ist auch eine höchstmögliche Grundfutterqualität anzustreben, um das (Einspar-)Potenzial bei den Grundfutterkosten möglichst voll auszuschöpfen. Die Höhe der Grundfutterleistung (Tab. 3) zeigt einen positiven und direkten Zusammenhang zur Höhe der Milchleistung, sowie dem kalkulatorischen Betriebszweigergebnis. Mit einer hohen Grundfutterleistung ist das anteilige Krafffutter je kg ECM deutlich geringer, was ein weiteres Einsparpotential bedeutet. Auch produktionstechnische Parameter wie Kuhverluste und die bereinigte Produktionsrate werden von einer hohen Grundfutterleistung und der damit verbundenen positiven Wirkungen im Tier positiv beeinflusst. Es ist primär also nicht wichtig, welches Grundfutterverhältnis gefüttert wird (natürlich müssen die Rationen den physiologischen Anforderungen einer Milchkuh entsprechen), sondern wieviel Grundfutter aufgenommen und in Milchleistung umgesetzt

wird. Mit anderen Worten: es ist nicht wichtig, welche betriebsindividuelle Fütterungsstrategie gewählt wird, Viel wichtiger ist, wer in der Zukunft noch gegenüber dem hohen Druck von zahlreichen Seiten (Milchpreis, Flächenkonkurrenz, Mitarbeitergewinnung, etc.) bestehen möchte, muss permanent daran arbeiten, überdurchschnittliche Ergebnisse in der Milchproduktion zu erzielen.

Tabelle 1: Ergebnisse der Vollkostenauswertung der Rinderspezialberatung Schleswig-Holstein, 417 Betriebe - Sortierung nach dem Maisanteil in der Ration -

Auswertungsjahr: 2017		kg T Maissilage/Kuh/Tag					
Produktionstechnik		Alle Betriebe	< 4,0	4,0 - 5,5	5,5 - 7,0	7,0 - 8,5	> 8,5
Betriebe		417	28	61	132	138	58
Kuhbestand	Stück	153	122	131	140	158	214
Milchleistung	kg ECM/Kuh	8.798	7.544	8.484	8.749	9.071	9.192
Milchleistung natural	kg/Kuh	8.629	7.363	8.313	8.544	8.906	9.112
Fett	%	4,17	4,23	4,19	4,20	4,16	4,08
Eiweiß	%	3,40	3,37	3,38	3,41	3,40	3,39
Gelieferte Milch	kg ECM	1.330.720	957.968	1.096.436	1.181.454	1.402.745	1.925.399
Arbeitskräfte gesamt	AK	3,12	2,55	2,62	2,80	3,36	4,06
davon Fremdarbeitskräfte	AK	1,52	1,04	1,09	1,13	1,76	2,55
Milch je AK	kg ECM/AK	552.864	470.710	546.117	553.233	559.649	582.641
Milch je AKh	kg ECM/AKh	242	194	236	237	248	267
Krafffutter (EIII)/Kuh	dt/Kuh	26,6	26,8	25,5	26,5	26,9	27,1
Krafffutter (EIII)/kg ECM	g/kg ECM	302	355	301	302	296	295
Maisanteil	kg T /Kuh/Tag	6,6	2,1	4,8	6,3	7,6	9,3
Weideanteil	ha/Kuh	0,03	0,12	0,05	0,04	0,02	0,01
Futterfläche (incl. Jungvieh)	ha/Kuh	0,63	0,77	0,69	0,64	0,61	0,55
Milchproduktion je ha HF	kg ECM/ha HF	13.969	9.844	12.265	13.591	14.850	16.851
Grundfutterleistung	kg ECM/Kuh	3.413	2.411	3.291	3.361	3.594	3.716
Reproduktionsrate	%	38,0	34,1	40,1	39,1	37,9	35,7
bereinigte Reproduktionsrate	%	34,3	35,7	34,8	35,1	34,5	31,0
Bestandsaufstockung	%	4,4	1,7	6,1	4,6	4,0	4,5
geb. Kälber/Kuh	Stück	1,07	1,07	1,09	1,08	1,05	1,04
Kuhverluste	%	4,7	5,8	4,1	4,8	4,6	4,7
Rindernachzucht GV/Kuh	GV	0,60	0,69	0,62	0,64	0,58	0,52
Vollkostenrechnung Cent/kg ECM (Betriebszweig incl. Jungvieh u. Futterbau) Leistungen							
Milchverkauf	ct/kg ECM	28,75	30,89	32,30	31,34	31,66	32,57
Milch verfüttert/Haushalt	ct/kg ECM	0,04	0,12	0,07	0,03	0,04	0,00
Verkauf Altkühe	ct/kg ECM	1,99	2,75	2,27	2,18	2,20	1,89
Verkauf, weibl. Nachzucht	ct/kg ECM	0,62	1,13	0,82	0,60	0,70	0,51
Verkauf, Versetzungen mänl. Kälber	ct/kg ECM	0,56	0,68	0,61	0,59	0,64	0,63
Bestandsveränderung	ct/kg ECM	0,51	0,00	0,64	0,88	0,22	0,82
öffentliche Direktzahlungen	ct/kg ECM	0,34	1,29	0,39	0,29	0,27	0,13
Sonstige Erträge	ct/kg ECM	0,08	0,09	0,16	0,05	0,08	0,06
Summe Leistungen	ct/kg ECM	32,88	36,96	37,26	35,98	35,82	36,61

Fortsetzung Tabelle 1:

Auswertungsjahr: 2017		kg T Maissilage/Kuh/Tag					
		Alle Betriebe	< 4,0	4,0 - 5,5	5,5 - 7,0	7,0 - 8,5	> 8,5
Direktkosten							
Tierzukauf	ct/kg ECM	0,62	0,46	0,86	0,68	0,61	0,62
Futterkosten	ct/kg ECM	19,86	22,76	22,24	21,48	21,24	20,91
davon Grundfutter	ct/kg ECM	11,36	13,18	13,17	12,44	12,13	11,92
Faktorkosten Grundfutter	ct/kg ECM	2,08	2,90	2,27	2,17	1,97	1,57
davon Kraftfutter	ct/kg ECM	8,50	9,58	9,07	9,04	9,11	8,99
Tierarzt, Medikamente, Klauenpflege	ct/kg ECM	1,32	1,67	1,49	1,61	1,57	1,51
Besamung, Sperma	ct/kg ECM	0,61	0,60	0,63	0,63	0,69	0,69
Wasser, Heizung	ct/kg ECM	0,22	0,45	0,28	0,23	0,21	0,19
Strom	ct/kg ECM	0,95	1,25	1,12	1,15	1,11	1,04
Sonstige Direktkosten	ct/kg ECM	1,23	1,86	1,42	1,38	1,39	1,21
Zinsansatz Viehkapital	ct/kg ECM	0,71	0,98	0,83	0,80	0,74	0,70
Summe Direktkosten	ct/kg ECM	25,51	30,03	28,88	27,97	27,55	26,86
Direktkostenfreie Leistung	ct/kg ECM	7,37	6,93	8,37	8,01	8,27	9,75
Gemeinkosten							
Arbeits erledigungs-kosten	ct/kg ECM	9,70	12,90	9,98	10,09	9,52	9,10
davon Arbeitskosten	ct/kg ECM	6,49	8,60	6,52	6,50	6,32	5,84
Löhne/Gehälter	ct/kg ECM	1,60	1,20	1,30	1,20	1,91	2,28
Lohnansatz	ct/kg ECM	4,89	7,39	5,23	5,30	4,41	3,56
Maschinen Innentechnik	ct/kg ECM	3,07	4,06	3,31	3,44	3,10	3,17
Gebäudekosten	ct/kg ECM	2,32	2,79	2,24	2,49	2,36	2,09
Sonstige Gemeinkosten	ct/kg ECM	0,43	0,78	0,49	0,49	0,46	0,40
Summe Gemeinkosten	ct/kg ECM	12,45	16,48	12,71	13,06	12,34	11,59
Summe Produktionskosten	ct/kg ECM	37,96	46,50	41,59	41,04	39,89	38,45
Summe Faktorkosten	ct/kg ECM	8,68	12,31	9,21	9,32	8,12	6,80
Kalkulatorisches Betriebszweig-ergebnis	ct/kg ECM	-5,08	-9,55	-4,33	-5,06	-4,07	-1,84
Anteilige Betriebsprämie	ct/kg ECM	2,58	4,66	2,60	2,48	2,28	2,14

Tabelle 2: Vollkostenauswertung Grundfutter 2016/17 (Erntejahr 2016, Anbaujahr 2017)

	Weide	Grassilage	Maissilage	GPS
Betriebe	328	416	404	38
Anbaufläche ha	16,2	54,3	37,9	9,1
Erntefläche ha	16,3	54,5	36,8	8,7
Ertrag dt T/ha	55,5	99,9	138,2	115,1
Energie MJ NEL/kg T	6,09	6,09	6,48	5,6
Energie MJ NEL/ha	33.958	60.400	85.848	52.501
Mineralisch N kg/ha	54	167	59	76
K2O kg/ha	9	39	44	26
P2O5 kg/ha	4	4	54	6
Leistungsart / Kostenart	Euro / ha	Euro / ha	Euro / ha	Euro / ha
Marktleistung	11,75	20,66	76,53	385,43
Innerbetriebl. Verrechnung	627,99	1578,26	1786,06	1185,23
Bestands-, Feldinventarveränderungen	0,73	27,35	77,87	29,50
gekoppelte Direktzahlungen	11,57	1,34	-0,10	0,00
Sonstiges, Entschädigungen	10,73	13,17	16,04	12,61
Summe Leistungen	662,04	1640,13	1939,15	1599,12
Direktkosten				
Saat-, Pflanzgut (Zukauf, eigen)	5,79	30,71	180,01	110,57
Dünger (Zukauf, Wirtschaftsdünger)	67,65	191,71	161,04	122,42
Pflanzenschutz	0,83	6,47	81,23	100,58
Trocknung, Lagerung, Vermarktung	0	1,09	1,28	0,00
Heizm., Strom, Wasser incl. Beregnung	1,42	1,79	2,51	2,43
Spezialberatung, Hagelvers., sonst.	5,44	36,92	39,61	16,52
Zinsansatz Feldinventar	2,86	3,31	10,83	6,37
Summe Direktkosten	83,99	272,02	476,5	358,89
Direktkostenfreie Leistung	578,05	1368,11	1462,64	1240,23
Gemeinkosten				
Personalaufwand (fremd)	14,16	36,13	32,63	30,12
Lohnansatz	60,90	70,94	59,50	56,47
Berufsgenossenschaft	9,36	11,36	11,54	13,79
Lohnarbeit / Maschinenmiete	41,76	401,23	408,18	279,41
Maschinenunterhaltung	66,55	126,79	125,57	122,30
Treib- und Schmierstoffe (Saldo)	46,46	101,44	100,27	106,55
Abschreibung Maschinen	48,69	117,82	106,96	100,27
Unterhalt. AfA, Steuer, Vers. PKW	1,58	1,76	1,89	1,94
Maschinenversicherung	7,89	9,48	9,70	10,38
Zinsansatz Maschinenkapital	10,85	28,48	26,27	22,46
Summe Arbeitserledigungskosten	308,19	905,42	882,52	743,68
Kosten für Lieferrechte	0,11	0,08	0,08	0,29
Gebäudeunterhaltung	3,77	2,39	2,55	0,32
Abschreibung Gebäude	6,77	10,24	11,73	10,53
Gebäudemiete	0,68	0,94	0,95	4,20
Gebäudeversicherung	0,79	1,29	1,40	1,17
Zinsansatz Gebäudekapital	2,77	5,62	6,47	6,42
Summe Gebäudekosten	14,78	20,47	23,10	22,65
Pacht, Pachtansatz	413,91	415,24	459,32	451,96
davon Pachtansatz	131,31	128,16	189,56	199,53
Grundsteuer	5,90	7,49	7,57	6,18
Drainage, Bodenverbess., Wege	12,22	12,67	13,33	17,84
Summe Flächenkosten	432,04	435,40	480,22	475,97
Beiträge, Gebühren	7,64	6,28	6,22	3,99

Fortsetzung Tabelle 2:

	Weide	Grassilage	Maissilage	GPS
Sonst. Versicherungen	3,77	4,26	4,72	5,75
Buchführung, Beratung	15,43	18,81	18,49	21,79
Büro, Verwaltung, Sonst.	5,01	6,87	7,40	4,18
Summe sonstige Kosten	31,86	36,22	36,83	35,71
Summe Kosten	870,97	1669,61	1899,25	1637,20
Überschuss vor kalk. Faktorkosten	-0,13	207,08	332,58	253,42
Kalkulatorisches Betriebszweigergebnis	-208,92	-29,48	39,90	-38,07
Futterkosten (kalk. BZE ohne innerbetr.)	-836,91	-1607,74	-1746,15	-1223,31
Gesamtkosten ct/10 MJ NEL	-7,06	-27,64	-22,12	-31,18

Tabelle 3: Ergebnisse der Vollkostenauswertung der Rinderspezialberatung Schleswig-Holstein, 417 Betriebe

-							
Auswertungsjahr: 2017		Grundfutterleistung kg ECM je Kuh					
		Alle Betriebe	< 2.000	2.000 - 3.000	3.000 - 4.000	4.000 - 5.000	> 5.000
Produktionstechnik							
Betriebe		417	26	101	181	100	9
Kuhbestand	Stück	153	143	166	156	138	157
Milchleistung		kg ECM/Kuh					
		8.798	8.047	8.355	8.788	9.306	10.493
Milchleistung natural	kg/Kuh	8.629	7.904	8.198	8.622	9.107	10.413
Fett	%	4,17	4,15	4,16	4,17	4,19	4,09
Eiweiß	%	3,40	3,41	3,41	3,39	3,40	3,37
Gelieferte Milch	kg ECM	1.330.720	1.178.362	1.381.320	1.350.317	1.255.512	1.644.496
Arbeitskräfte gesamt	AK	3,12	3,02	3,22	3,12	2,90	4,50
davon Fremdarbeitskräfte	AK	1,52	1,51	1,59	1,54	1,31	2,90
Milch je AK	kg ECM/AK	552.864	515.812	526.593	561.268	572.253	568.336
Milch je AKh	ECM/AKh	242	223	232	246	249	253
Krafffutter (EIII)/Kuh	dt/Kuh	26,6	33,3	27,9	26,0	24,4	26,4
Krafffutter (EIII)/kg ECM	g/kg ECM	302	414	334	296	263	252
Maisanteil	/Kuh/Tag	6,6	4,4	6,1	7,0	7,2	7,0
Weideanteil	ha/Kuh	0,03	0,06	0,04	0,03	0,04	0,04
Futterfläche (incl. Jungvieh)	ha/Kuh	0,63	0,67	0,62	0,62	0,65	0,70
Milchproduktion je ha HF	HF	13.969	12.041	13.473	14.265	14.336	15.062
Grundfutterleistung		kg ECM/Kuh					
		3.413	1.571	2.581	3.509	4.379	5.415
Reproduktionsrate	%	38,0	37,1	37,8	38,6	37,7	36,1
bereinigte Reproduktionsrate	%	34,3	36,6	34,5	34,7	33,0	32,8
Bestandsaufstockung	%	4,4	0,7	4,5	4,3	5,2	7,7
geb. Kälber/Kuh	Stück	1,07	1,09	1,05	1,07	1,06	1,06
Kuhverluste	%	4,7	5,9	5,3	4,5	4,2	3,8
Rindernachzucht GV/Kuh	GV	0,60	0,65	0,62	0,60	0,58	0,57
Vollkostenrechnung							
Cent/kg ECM							
(Betriebszweig incl. Jungvieh u. Futterbau)							
Leistungen							
Milchverkauf	ct/kg ECM	28,75	31,70	31,74	31,86	31,51	31,49
Milch verfüttert/Haushalt	ct/kg ECM	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,05
Verkauf Altkühe	ct/kg ECM	1,99	2,69	2,22	2,20	2,08	1,83
Verkauf, weibl. Nachzucht	ct/kg ECM	0,62	0,90	0,73	0,68	0,63	0,53
männl. Kälber	ct/kg ECM	0,56	0,63	0,63	0,65	0,58	0,51
Bestandsveränderung	ct/kg ECM	0,51	0,02	0,71	0,58	0,52	0,33
öffentliche Direktzahlungen	ct/kg ECM	0,34	0,44	0,54	0,28	0,23	0,49
Sonstige Erträge	ct/kg ECM	0,08	0,05	0,13	0,06	0,06	0,24
Summe Leistungen	ct/kg ECM	32,88	36,46	36,75	36,35	35,63	35,47
Direktkosten							
Tierzukauf	ct/kg ECM	0,62	0,68	0,86	0,72	0,37	0,38
Futterkosten	ct/kg ECM	19,86	24,06	22,41	21,31	20,46	20,19
davon Grundfutter	ct/kg ECM	11,36	13,15	12,56	12,34	12,20	12,97
Grundfutter	ct/kg ECM	2,08	2,15	2,06	2,11	2,03	2,17
davon Krafffutter	ct/kg ECM	8,50	10,91	9,84	8,97	8,26	7,23
Klauenpflege	ct/kg ECM	1,32	1,74	1,59	1,56	1,50	1,77
Besamung, Sperma	ct/kg ECM	0,61	0,43	0,65	0,66	0,72	0,73
Wasser, Heizung	ct/kg ECM	0,22	0,31	0,24	0,22	0,26	0,22
Strom	ct/kg ECM	0,95	1,07	1,18	1,08	1,14	1,39
Sonstige Direktkosten	ct/kg ECM	1,23	1,54	1,48	1,35	1,37	1,25
Zinsansatz Viehkapital	ct/kg ECM	0,71	0,92	0,83	0,78	0,72	0,63
Summe Direktkosten	ct/kg ECM	25,51	30,75	29,24	27,67	26,55	26,56

Direktkostenfreie Leistung	ct/kg ECM	7,37	5,71	7,51	8,68	9,08	8,90
		Alle Betriebe	< 2.000	2.000 - 3.000	3.000 - 4.000	4.000 - 5.000	> 5.000
Gemeinkosten							
Arbeits erledigungskosten	ct/kg ECM	9,70	10,83	10,49	9,77	9,59	8,48
davon Arbeitskosten	ct/kg ECM	6,49	7,24	6,73	6,42	6,24	5,92
Löhne/Gehälter	ct/kg ECM	1,60	1,43	1,59	1,67	1,50	1,80
Lohnansatz	ct/kg ECM	4,89	5,81	5,14	4,75	4,73	4,12
Maschinen Innentechnik	ct/kg ECM	3,07	3,42	3,61	3,22	3,22	2,49
Gebäudekosten	ct/kg ECM	2,32	2,43	2,38	2,43	2,26	2,28
Sonstige Gemeinkosten	ct/kg ECM	0,43	0,57	0,48	0,45	0,53	0,45
Summe Gemeinkosten	ct/kg ECM	12,45	13,83	13,34	12,66	12,37	11,20
Produktionskosten	ct/kg ECM	37,96	44,58	42,59	40,33	38,92	37,77
Summe Faktorkosten	ct/kg ECM	8,68	9,93	9,09	8,63	8,43	7,82
Kalkulatorisches Betriebszweigergebnis	ct/kg ECM	-5,08	-8,12	-5,83	-3,97	-3,29	-2,30
(incl. Jungvieh)	ct/kg ECM	2,58	3,09	3,03	2,38	2,37	2,48

Mit Maisdirektsaat im Wechselgrünland Bodenkohlenstoff konservieren?

¹I.J. STRUCK, ¹C. KLUß, ¹T. REINSCH, ¹R. LOGES, ¹A. HERMANN UND ¹F. TAUBE

¹CAU - Abteilung Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Kiel

istruck@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Die Anbaubedeutung von Silomais als Futtermittel oder Rohstoff für die Biogaserzeugung hat in Deutschland in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Der Anstieg der Anbauflächen, ging häufig einher mit einer Änderung der Flächennutzung zu Ungunsten von Dauer- und Wechselgrünlandflächen.

Der gesetzlich vorgeschriebene Erhalt von Dauergrünlandflächen dient der Einhaltung von EU-politisch vorgeschriebenen Umweltzielen. Die Umnutzung von Grünlandflächen zu annuellen Kulturen wie z.B. Silomais ist in diesem Zusammenhang kritisch zu betrachten. Zum einen existiert in den ersten Jahren nach der Umnutzung auch bei bedarfsgerechter Düngung ein erhöhtes N-Auswaschungspotential. Zum anderen stehen die als Folge des Extremfalls „Dauergrünlandumbruch“ auftretenden Treibhausgas(THG)-Emissionen in Form von CO₂ und N₂O im Widerspruch zu den EU-Klimaschutzvorgaben. Die durch den Umbruch induzierte Mineralisation von organischer Substanz und die daraus resultierende Freisetzung von CO₂ aus dem Boden führt in Kombination mit dem darauffolgenden Anbau von Silomais als humuszehrende Kulturart dazu, dass eine ausgeglichene Humusbilanz der Flächen nur schwer erreichbar ist. Der Erhalt von Bodenkohlenstoff in landwirtschaftlich genutzten Böden ist jedoch relevant für eine nachhaltige Nutzung der Böden, den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und eine Minderung des THG-Effekts durch CO₂-Speicherung. Im Gegensatz zum Silomais können Grünlandflächen bereits ab dem ersten Jahr der Nutzung einen Beitrag zur Speicherung von CO₂ und zum Grundwasserschutz durch ganzjährige Bodenbedeckung leisten.

Als umweltschonendere Alternative zur konventionellen Mais-Aussaat nach Pflugeinsatz wird in der vorgestellten Arbeit die Direktsaat in vorher mit Glyphosat behandelte Grünlandbestände betrachtet. Durch den Herbizideinsatz soll der Unkrautdruck für die auflaufenden Maispflanzen minimiert werden, gleichzeitig können die ausbleibende Bodenbearbeitung sowie die Bodenbedeckung der abwelkenden Pflanzen für reduzierte Emissions- und Nährstoffauswaschungsgefahr sorgen sowie das Erosionsrisiko verringern (ROSNER et al. 2014). Bisher führen diese und weitere Vorzüge des Direktsaatverfahrens, wie z.B. verbesserte Wasserverfügbarkeit, vor allem in ariden und semiariden Gebieten zur verbreiteten Anwendung dieses Aussaatverfahrens (TRIPLETT & DICK 2008). Die Leistungen und Umwelteffekte des Direktsaatverfahrens innerhalb Landnutzungsänderungs-Szenarien in gemäßigten Klimaten Nordwest Europas wurden bislang noch nicht ausführlich untersucht. Ziel der Arbeit war es daher den Effekt einer pfluglosen Grünlandumnutzung eines Direktsaatverfahrens im Vergleich zu einer Pflugsaat von Silomais unter Norddeutschen Klimabedingungen hinsichtlich der Ertragsleistung, den THG-Emissionen sowie der Bodenkohlenstoff-Vorratsänderung zu untersuchen.

Material und Methoden

Um die Pflanzenphysiologie sowie die Umwelteffekte eines Maisdirektsaatverfahrens nach der Vorfrucht Grünland zu quantifizieren, wurde ein zweijähriger Feldversuch (2015-2016) auf dem Versuchsgut „Hohenschulen“ im östlichen Hügelland von Schleswig-Holstein durchgeführt. Der dominierende Bodentyp ist als Parabraunerde und Pseudogley-Parabraunerde einzuordnen, gekennzeichnet durch eine sandig-lehmige Textur. Für den

Versuch wurden Teile einer 10 Jahre alten Grasnarbe nach Totalherbizideinsatz im März 2015 mit Mais bestellt und deren THG-Emissionen, Erträge, Futterqualitäten und Bodenparameter dem zur Kontrolle als 4-Schnitt Dauergrünland (GL) erhaltenen Teil gegenübergestellt. Die Mais-Aussaat erfolgte in zwei Varianten: mittels Direktsaat (no tillage - NT) und mit konventioneller Pflugsaat (conventional tillage - CT). Die drei Varianten existierten jeweils in zwei Dünge­stufen, ungedüngt (N0) und gedüngt (N1) mit 180 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹ im Mais (N_{min} Sollwert, real gedüngt 90 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹) und 380 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹ im Grünland. Für die Erfassung der Ertragsleistung wurde neben mittels maschineller Beerntung (oberirdisch) die Ingrowth Core Methode (unterirdisch) (STEINGROBE et al. 2000, 2001) angewandt, um während der Vegetationsperiode das Wurzelwachstum in 0-30 cm Tiefe zu quantifizieren. Darüber hinaus wurde mithilfe von dynamischen Messkammern nach DRÖSLER (2005) die Bodenrespiration der beiden Maissysteme erfasst. Über die Analyse der Kohlenstoffgehalte (C) im Boden während des Versuchszeitraumes konnte mittels der Lagerungsdichte die Veränderung des Kohlenstoffvorrats bestimmt werden.

Ergebnisse

Das oberirdische Ertragsniveau des Grünlands lag deutlich unterhalb des Silomais, jedoch wiesen die Erträge der beiden Maisvarianten innerhalb der Dünge­stufe N1 in beiden Perioden keine signifikanten Unterschiede zueinander auf (Abbildung 1). Ohne die Düngung reduzierte sich der oberirdische Ertrag der Direktsaat in Periode II jedoch signifikant um 33 % im Vergleich zum konventionellen Aussaatverfahren. Hinsichtlich der unterirdischen Biomassebildung zeigt die Grünland Kontrollvariante das deutlich höhere Potential zur Wurzelbildung im Vergleich zum Mais mit bis zu 3-fach höheren Wurzel­mengen. Der hohe Anteil der Wurzelmasse an der gesamten produzierten Biomasse (*fraction of belowground net primary production*, f_{BNPP}) im Grünland mit 20-50 % ist dem Anteil der annualen Kultur Silomais (mit 5-10 %) deutlich überlegen. Die Ertragsleistung wurde in der gedüngten Variante nicht signifikant durch das Aussaatverfahren beeinflusst. Der höhere Wurzelanteil und die geringere oberirdische Ertragsleistung des Grünlands stellen typische Eigenschaften von perennierenden Grünlandbeständen dar. Aus dem höheren f_{BNPP} Anteil lässt sich ableiten, dass der Beitrag zur Kohlenstoffspeicherung im Boden in der Grünlandvariante wesentlich höher ausfällt als die der Maisvariante. Dies zeigt sich auch in dem gemessenen potentiellen C-Eintrag über Wurzelmasse, der nach zwei Jahren im Grünland bei 3.8-5.7 t C ha⁻¹ und im Mais bei 1.1-1.7 t C ha⁻¹ liegt (Tabelle 1). Das Spross zu Wurzel Verhältnis und dadurch der C-Eintrag der Grünlandvegetation wird hauptsächlich durch die Düngung gesteuert.

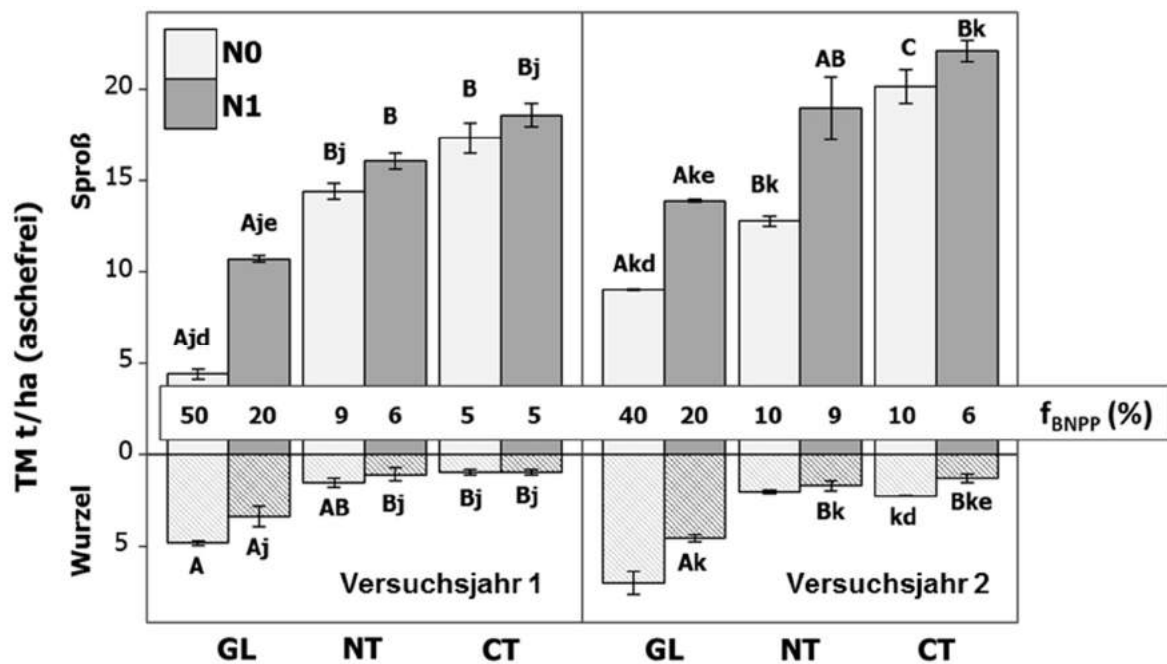


Abb. 1: Ober- und unterirdische Trockenmasse-Ertragsleistung (t/ha) der Varianten GL, NT und CT in den Düngestufen N0 und N1 in den beiden Versuchsperioden P_I (April 2015 – März 2016) und P_{II} (April 2016 – März 2017) inklusive der Angabe des Wurzelmasseanteils an der gesamten Biomasse (fraction of belowground net primary production, f_{BNPP} (%)).

Neben den ober- und unterirdischen Ertragskomponenten sind auch die Energiedichten und -erträge unbeeinflusst vom Aussaatverfahren der beiden Maisvarianten (Daten nicht gezeigt). Während in Periode I alle Varianten eine Energiedichte die Zielvorgabe von 6.5 MJ NEL kg TM⁻¹ (LKSH 2013) erreichen, liegen die Maisvarianten in Periode II mit 6.9 MJ NEL kg TM⁻¹ deutlich über der Zielvorgabe.

Tab. 1: C-Eintrag (t C ha⁻¹) über Wurzelmasse, gemessen mittels Ingrowth Core Methode in 0-30 cm Tiefe der Treatments GC, NT und CT. Zahlen in Klammern geben Standardfehler an (n = 3).

Periode	C-Eintrag	GC		NT		CT	
		N0	N1	N0	N1	N0	N1
I	Wurzel C (t ha ⁻¹)	2.31 (0.05)	1.64 (0.36)	0.70 (0.09)	0.54 (0.17)	0.48 (0.08)	0.48 (0.07)
II	Wurzel C (t ha ⁻¹)	3.41 (0.33)	2.19 (0.08)	1.02 (0.05)	0.86 (0.13)	1.14 (0.01)	0.66 (0.12)
Σ		5.72	3.84	1.72	1.39	1.61	1.14

Die Messung der Bodenrespiration zeigt deutlich, dass sich in den beiden Aussaatvarianten das Ausmaß der CO₂-bildenden Prozesse im Boden, stark unterscheidet. Die wendende Bodenbearbeitung zieht direkte und indirekte Effekte auf die CO₂-Freisetzung nach sich. Zum einen führt sie zu einem sofortigen Entweichen des im Porenraum gespeicherten CO₂ (WILLEMS et al. 2011). Dieser Prozess ist als kurzzeitiger, scharfer Peak in CT (Abbildung 2) zu erkennen. Zum anderen fördert sie mittelfristig die Mineralisierung und Abbau der organischen Bodensubstanz (OORTS et al. 2007). Als treibende Gründe sind hier vor allem in Periode I der Abbau von eingepflügter, leicht verfügbarer Biomasse sowie die Mineralisierung der organischen Bodensubstanz zu nennen. Während der Vegetationszeit sind diese Prozesse durch vor allem in Periode I deutlich erhöhte CO₂-Flussraten in der Variante CT zuerkennen, mit maximalen Werten bis 5.3 g CO₂ m⁻² h⁻¹. Diese beiden

beschriebenen Effekte werden in der Variante NT durch den Verzicht der Bodenbearbeitung weitestgehend vermieden, wie anhand der über das Jahr konstant niedrigen Flussraten mit max. 1 g CO₂ m⁻² h⁻¹ abzulesen ist.

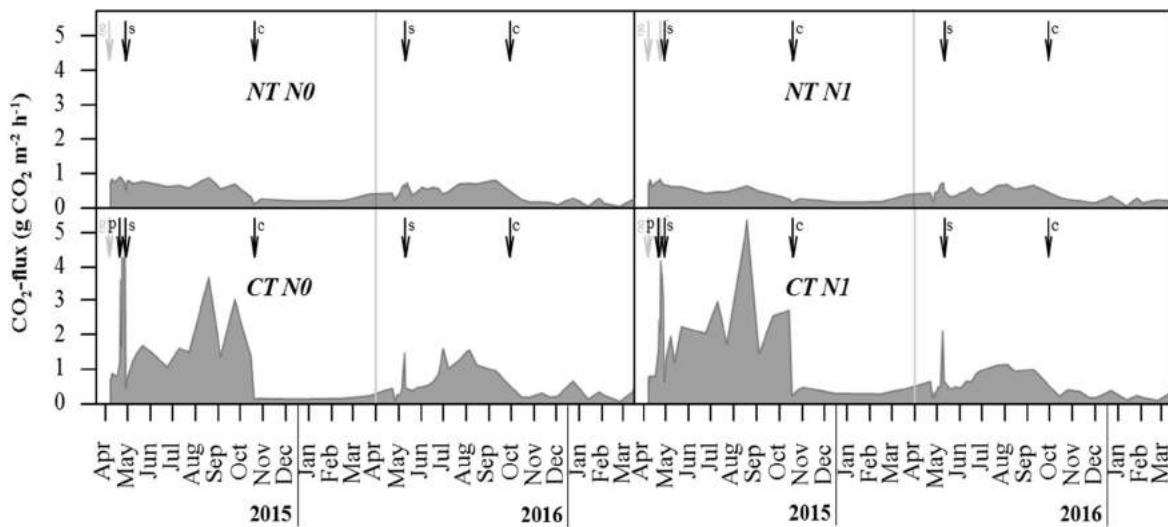


Abb. 2: Bodenrespiration (CO₂ Fluss, g CO₂ m⁻² h⁻²) in den Treatments NT und CT in beiden Düngestufen während des zweijährigen Versuchszeitraums (April 2015 – März 2017). Pfeile geben Termine für Herbizid Applikation (g), Pflügen (p), Aussaat (s) und Ernte (c) an.

Die gezeigten Unterschiede in Bezug auf die CO₂-Emissionen zwischen den beiden Aussaatvarianten werden auch durch die gemessenen Veränderungen der Boden-C Vorräte bestätigt. Der relative Verlauf der C-Vorräte im Vergleich zum Ausgangsniveau vor Versuchsbeginn zeigt eine signifikante Abnahme in der Pflugvariante von ca. 25 %, wohingegen die Abnahme der Direktsaat bei 7 % liegt. Der angrenzende langjährige Ackerstandort weist im Vergleich zum Grünland einen um 30 % niedrigeren Boden-C Vorrat auf.

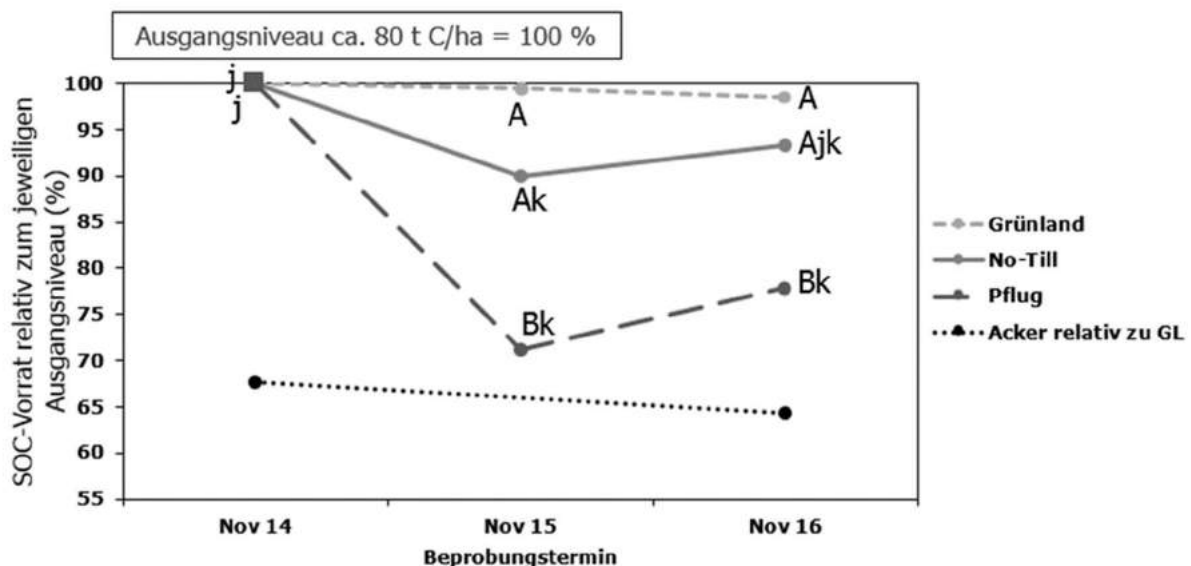


Abb. 3: Boden-C Veränderung während des Versuchszeitraums der Varianten CT, NT und GL relativ zum Ausgangsniveau sowie der Boden-C Vorrat eines angrenzenden Ackerstandortes im relativen Vergleich zur GL Variante. Unterschiedliche Großbuchstaben stellen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten dar.

Die Ergebnisse konnten zeigen, dass intensive Bodenbearbeitung mittels Pflug zu deutlich höheren CO₂-Emissionen führt. Die hohe Mineralisierung der organischen Bodensubstanz kombiniert mit geringeren Wurzel-C-Einträgen des Silomaises führt zu einer deutlich negativen Humusbilanz in der CT Variante. Eine Grünlandumnutzung mittels Direktsaat ist besser geeignet um die hohen Ausgangs-C-Vorräte zu erhalten. Da die C-Einträge vergleichbar sind, resultiert dies vor allem aus einer Reduktion von Mineralisierungsprozessen bzw. CO₂-Emissionen, da die Durchmischung von Boden und pflanzlichen Residuen fehlt. Bei einer Rotation von Mais mit Wechselgrünland kann während der Grünland-Phase die Bodenfruchtbarkeit und Struktur durch höhere Wurzel-C-Einträge und kontinuierlicher Bodenbedeckung wieder verbessert werden.

Schlussfolgerungen

Mittels Direktsaat können vergleichbare Ertragsleistungen wie unter dem konventionellen Aussaatverfahren erzielt werden. Die Betrachtung der THG-Emissionen sowie der gemessenen Boden-C-Vorratsänderungen demonstrieren bereits nach 2 Jahren hohe C-Verluste in der Pflugvariante und zeigen das Potential der Direktsaat auf CO₂ Emissionen sowie Boden-C-Abbau zu reduzieren.

Literatur

- DRÖSLER, M. (2005): Trace gas exchange and climatic relevance of bog ecosystems, Southern Germany. *Dissertation*, Technische Universität München.
- LKSH (2013): Beurteilung von Futterqualitätskenngrößen und deren Verbesserungsansätze, 11.
- OORTS, K., MERCKX, R., GRÉHAN, E., LABREUCHE, J. & NICOLARDOT, B. (2007): *DETERMINANTS of annual fluxes of CO₂ and N₂O in long-term no-tillage and conventional tillage systems in northern France*. Soil & Tillage Research, 95(1-2), 133-148.
- ROSNER, J., DEIX, W. & KLIK, A. (2014): *Moderne Bodenbearbeitungsverfahren - Erosionsschutz und Pflanzenschutz*. In: ALVA (Hrsg.) Tagungsband 2014, 63-65.
- STEINGROBE, B., SCHMID, H. & CLAASSEN, N. (2000): *The use of ingrowth core method for measuring root production of arable crops—influence of soil conditions inside the ingrowth core on root growth*. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 163:617-622.
- STEINGROBE, B., SCHMID, H. & CLAASSEN, N. (2001): *The use of the ingrowth core method for measuring root production of arable crops: influence of soil and root disturbance during installation of the bags on root ingrowth into the cores*. European Journal of Agronomy, 15:143-151.
- TRIPLETT, G.B. & DICK, W.A. (2008): *No-tillage crop production: a revolution in agriculture!* Agronomy Journal, 100:153-165.
- WILLEMS, A.B., AUGUSTENBORG, C.A., HEPP, S., LANIGAN, G., HOCHSTRASSER, T., KAMMANN, C. & MÜLLER, C. (2011): *Carbon dioxide emissions from spring ploughing of grassland in Ireland*. Agriculture, Ecosystems and Environment, 144(1), 347-351.

Ertragsleistung, Futterqualität und Mischungseignung von Rohrschwingel

¹C. KALZENDORF, ²M. KOMAINDA, ³B. BOTHE UND ³M. PRIES

¹Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Fachbereich Grünland und Futterbau, Oldenburg; christine.kalzendorf@lwk-niedersachsen.de

²Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Abteilung Pflanzenbau, Pflanzenschutz, Umwelt, Rendsburg

³Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Fachbereich Tierhaltung und Tierzucht, D-59505 Bad Sassendorf, E-Mail: bernadette.bothe@lwk.nrw.de

martin.pries@lwk.nrw.de

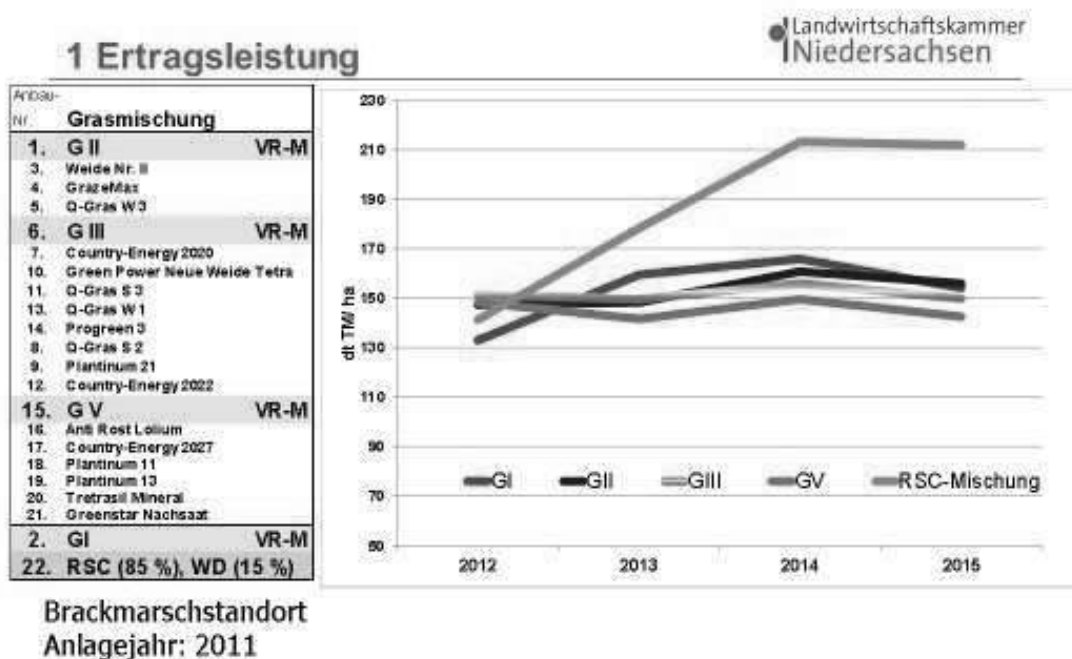
Einleitung

Zu dem oben aufgeführten Thema wird im Rahmen von zwei Posterbeiträgen in diesem Tagungsband vertiefend eingegangen (Kalzendorf, Bothe, Pries 2018; Kalzendorf, Komainda 2018). Im Rahmen des Vortrages werden weitere Versuchsergebnisse vorgestellt, mit denen

Aussagen der Posterbeiträge untermauert aber auch neue Erkenntnisse dargestellt werden.

Die vorliegenden Ergebnisse entstammen einer Versuchsreihe zur Frage der Mischungseignung, Ertragsleistung und Futterqualität obergrasreicher Grünlandmischungen, in welche neben den typischen Arten auch Rohrschwingel (RSC) eingesetzt wurde. Die Versuche fanden im nordwestdeutschen Raum über die Dauer von 2015-2017 an fünf Standorten statt.

Ertragsleistung



2018.08.30_31 AGGF, Kiel

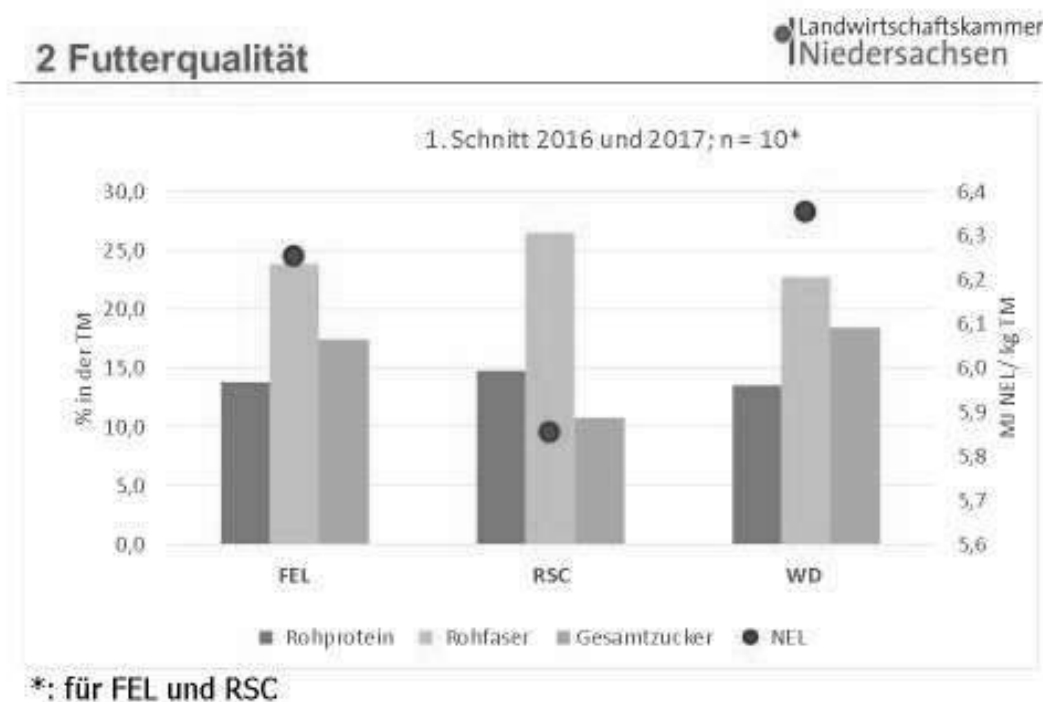
Fachbereich 3.9 – Grünland und Futterbau
Dr. Christine Kalzendorf

Auf Grünlandstandorten in Nordwestdeutschland erbrachten die Qualitätsstandardmischungen des Grünlandes unabhängig ihrer Artenzusammensetzung

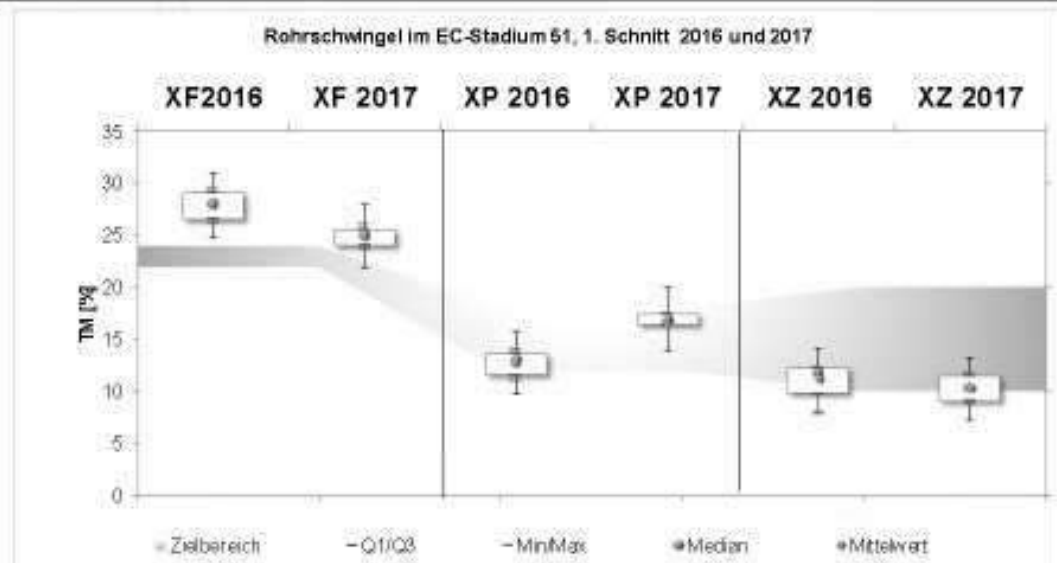
bei intensiver Nutzung sehr hohe Ertragsleistungen, die deutlich über 120 dt TM/ha hinausgingen. Mit Rohrschwengel-dominanten Mischungen gelang es, dieses bereits hohe Ertragsniveau noch signifikant zu übertreffen. Darüber hinaus zeigte sich der Rohrschwengel außerordentlich ertragsstabil.

Futterqualität

Gemäß den Orientierungswerten der DLG-Futterwerttabelle (1997) wird dem Rohrschwengel nur ein mäßiger Futterwert mit einem Energiegehalt von 5,58 MJ NEL/kg TM zum ersten Aufwuchs und von 5,55 MJ NEL/kg TM für den zweiten Aufwuchs bescheinigt. In den aktuellen Versuchen zur Futterqualität von Rohrschwengel ergab sich eine große Streubreite hinsichtlich der Energiekonzentration. Werte $\geq 6,2$ MJ NEL/ kg TM, wie sie für Deutsches Weidelgras üblich sind, waren für den ersten Aufwuchs beim Rohrschwengel trotz eines vermeintlich frühen Nutzungsstermines im EC-Stadium 51 selten. Die Mehrzahl aller Futteruntersuchungen wies bei einem optimalen Schnitzeitpunkt zu Beginn des Rispenstadiums erhöhte (oberhalb von 25 % i.d.TM) bis sehr erhöhte Rohfasergehalte (oberhalb von 27 % i.d.TM) auf. Diese Beobachtung betraf sowohl die hart- als auch die sanftblättrigen Zuchtsorten. In der Konsequenz rangierten die Energiedichten unter 6 MJ NEL/kg TM.



2 Futterqualität RSC 1.Schnitt

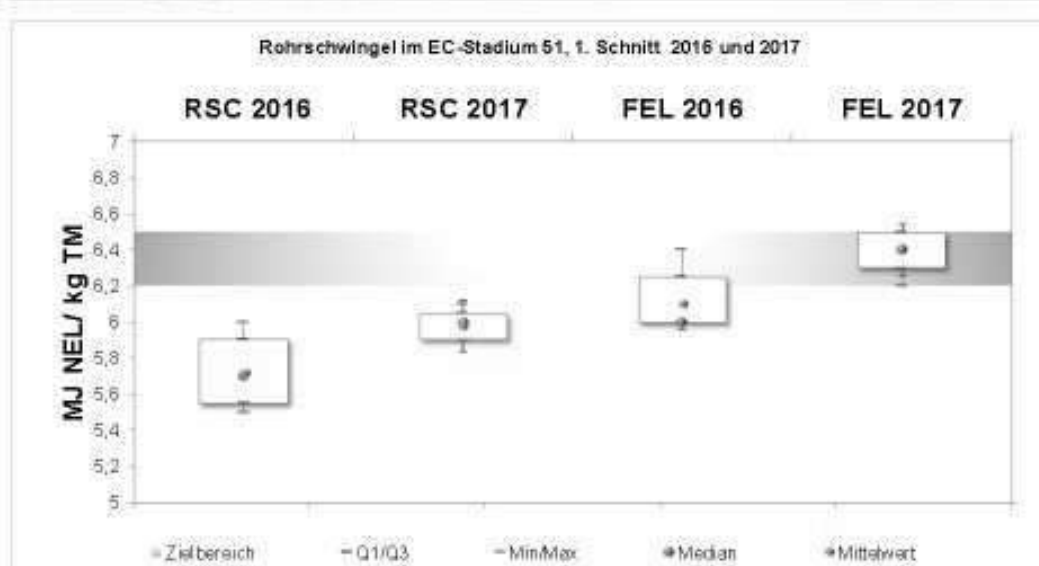


n= 5 Sorten

2018 08 30_31 AGGF, Kiel

Fachbereich 3 9 – Grünland und Futterbau
Dr. Christine Kalzendorf

2 Energiegehalte RSC 1.Schnitt



n= 5 Sorten

2018 08 30_31 AGGF, Kiel

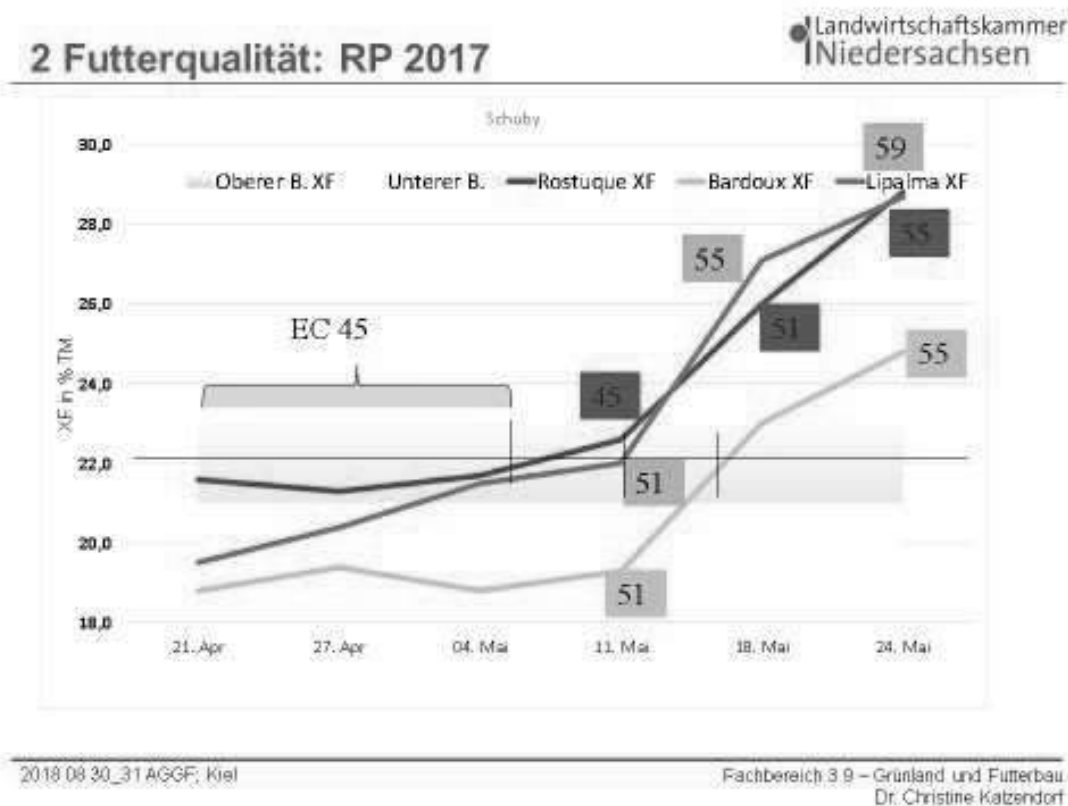
FB Grünland und Futterbau, FVS
Grünlandwirtschaft und Rinderhaltung

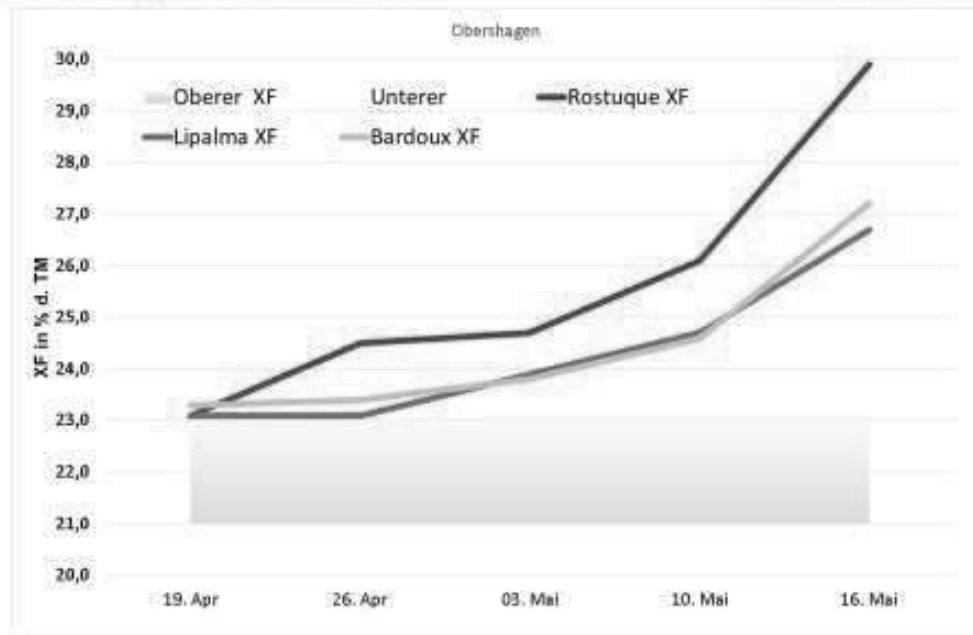
Zwischen den Proteingehalten der in den Versuchen integrierten Futtergräser (Festulium, Wiesenlieschgras, Deutsches Weidelgras) gab es im Vergleich mit Rohrschwengel (RSC) keine erkennbaren Unterschiede, die in einen Zusammenhang mit der Grasart gebracht werden könnten. Hingegen fielen die Zuckergehalte der Gräser unterschiedlich aus. Hierbei

erwies sich der Rohrschwengel als zuckerarm, was für die Silierung zur Erlangung buttersäurefreier Silagen von Nachteil ist.

In insgesamt vier Verdaulichkeitsversuchen mit Hammeln zeigte sich, dass der Rohrschwengel besser verwertet wird als aus den chemischen Untersuchungsergebnissen erwartet werden konnte. Bemerkenswert war, dass insbesondere für alle Faser beschreibenden Fraktionen eine hohe Verdaulichkeit festgestellt wurde (Kalzendorf, Bothe, Pries 2018). Insbesondere die NDF-Fraktion scheint hier durch eine hohe Verdaulichkeit gekennzeichnet zu sein.

Vor dem Hintergrund der Veränderung der Futterqualitäts- und Verdaulichkeitsuntersuchungen im Verlauf der phänologischen Entwicklung sollte geklärt werden, zu welchem Zeitpunkt eine Rohfasereinlagerung bei dem Rohrschwengel beginnt und ob sich die Gerüstsubstanzen von anderen Gräsern unterscheiden. Deshalb wurde über die Dauer von 2 Jahren eine Reifeprüfung vorgenommen, in welcher aus wöchentlichen Schnittproben einer RSC-Parzelle Qualitätsdaten in Verbindung mit der phänologischen Entwicklung erhoben wurden. Im Frühjahr 2017 wurden an sechs Terminen sukzessive vom 21.04. bis zum 24.05.2017 manuell Proben entnommen (5 cm Höhe) und ohne Ertragsermittlung mittels NIRS auf die Futterqualität untersucht. Im Test wurden drei Sorten an den Standort Schuby (SH), Kleve (NRW) und Obershagen (NDS) miteinander verglichen. In dem Vergleich waren hierbei die beiden sanftblättrigen Sorten *Bardoux* und *Roustique* sowie die hartblättrige Sorte *Lipalma* einbezogen. Bereits bei der geringen Sortenzahl dieser Vorprüfung wird deutlich, dass schon zu einem frühen Zeitraum des vegetativen Wachstums beachtliche Rohfasergehalte vorhanden sind. Sowohl die Sorte als auch der Standort beeinflussten nach dem bisherigen Ergebnisstand die Rohfasereinlagerung. Für gute Futterqualitäten ist die Nutzung demzufolge deutlich vor dem Rispenstadium anzustreben.





2018 08 30_31 AGGF; Kiel

Fachbereich 3 9 – Grünland und Futterbau
Dr. Christine Kalzendorf

Durch die Universität Halle wurden die Gerüstsubstanzen der Sorten fraktioniert und untersucht. Es ergaben sich keine Unterschiede in den Gerüstsubstanzengehalten zwischen den Sorten, wie auch gegenüber Festulolium. Jedoch wurden im Rahmen der Reifeprüfung in Abhängigkeit der RSC-Sorte unterschiedliche Lignifizierungsgrade in den jeweiligen Vegetationsstadien ermittelt. Der Lignifizierungsgrad war bei den beiden sanftblättrigen Sorten (Bardoux, Rostuque) im Mittel des Vegetationsverlaufes geringer als bei der hartblättrigen Sorte Lipalma. Ein geringer Lignifizierungsgrad könnte zu einer besseren Verdaulichkeit beitragen. Allerdings bedarf es zu dieser Thematik vertiefendere Untersuchungen mit einem größeren Spektrum an Sortenmaterial.

Mischungseignung

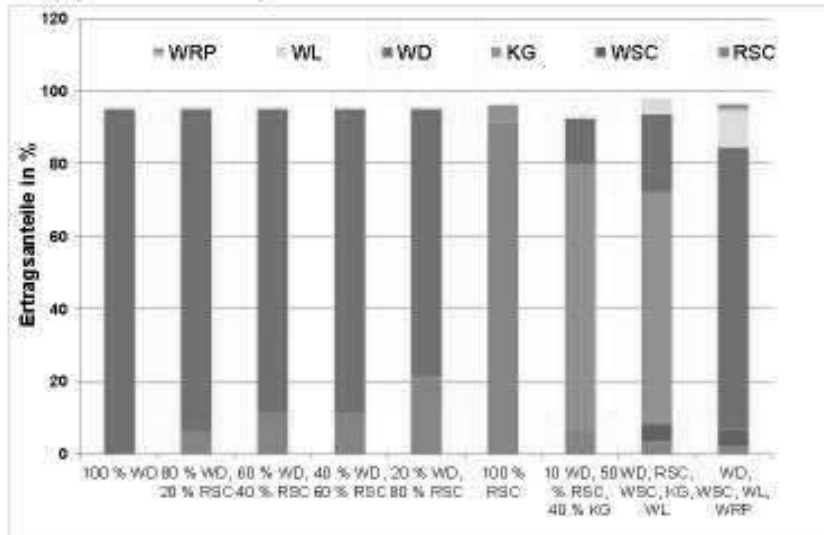
In der Praxis wird der Rohrschwengel zumeist nicht in Reinsaat, sondern in Mischungen mit anderen Futtergräsern angebaut, wie es im Allgemeinen üblich für Grünlandmischungen ist. Vor diesem Hintergrund wurde Rohrschwengel vergleichend mit anderen Obergräsern in einer Mischung mit Deutschem Weidelgras geprüft. Die Ergebnisse sind als Posterbeitrag in diesem Tagungsband nachzulesen (Kalzendorf & Komainda 2018).

Darüber hinaus wird im nordwestdeutschen Raum aktuell untersucht, welche Anteile des konkurrenzschwachen Rohrschwengels in einer Mischung mit Deutschem Weidelgras erforderlich sind, um im Bestand nennenswerte Ertragsanteile zu wahren. Der Versuch auf drei Standorten befindet sich in 2018 im dritten Nutzungsjahr. Unten ist stellvertretend ein Beispiel der Ertragsanteile für das zweite Nutzungsjahr des niedersächsischen Standortes aufgeführt. Hierbei bestätigt sich, dass RSC durch seine Konkurrenzschwäche gegenüber Deutschem Weidelgras Schwierigkeiten hat. Selbst bei Mischungsanteilen von 80 % ergeben sich keine dominanten RSC-Anteile. Diese Beobachtung steht konträr zu den Ausführungen in einem älteren Versuch ist, wo RSC mit einem Anteil von 40% in Mischung mit Deutschem Weidelgras zu Ertragsanteilen von bis zu 48% gelangte (Kalzendorf & Komainda, 2018). Der RSC-Ertragsanteil im aktuellen Versuch erreichte maximal 20%. In Anbetracht der Entwicklungsdynamik ist davon auszugehen, dass im Verlauf des 3. Hauptnutzungsjahres die Anteile steigen werden. Der mäßige Futterwert von RSC wirkt

sich in Verbindung mit untergeordneten Anteilen demnach nur marginal auf die Qualität des Futters aus, eignet sich jedoch zur Ertragssteigerung.

3 Mischungseignung

Ertragsanteile des Standortes Obershagen (Hannover; NDS) im
2. NJ (03.05.2018)



2018 08 30_31 AGGF, Kiel

Fachbereich 3 9 – Grünland und Futterbau
Dr. Christine Katzendorf

Für eine grundlegende Etablierung von Rohrschwengel in Reinsaat oder im Mischbestand ist es notwendig, die Saat möglichst im Juli bis spätestens Mitte August auszubringen. Damit trägt man der langsamen Jugendentwicklung Rechnung und gewährleistet eine grundlegende Vorwinterentwicklung.

Zusammenfassende Betrachtung

Aufgrund seiner geringen Empfindlichkeit gegenüber staunassen oder trockenen Bedingungen hat der Rohrschwengel vor allem auf schwierigen Standorten bzw. bei unsicheren Klimabedingungen eine Anbauberechtigung. Der Anbau von Grünlandmischungen mit Rohrschwengel kann auch dort infolge seiner Standortrobustheit und Ausdauer empfohlen werden, wo Grünland durch Auflagen geschützt ist und sich ein regelmäßiger Umbruchturnus des Grünlandes verbietet. Für den Anbau von Rohrschwengel spricht auch die gute und stabile Ertragsleistung.

Sein Futterwert ist kritisch zu betrachten. Aufgrund seiner frühzeitigen Rohfasereinlagerung wird der Rohrschwengel von Züchtern und Mischungsherstellern als Strukturgras gepriesen. Hierbei nimmt man aber auch einen geringeren Futterwert in Kauf, denn die Struktur wird vorzugsweise nur bei hohen Anteilen im Bestand erreicht. Das ist dann zwangsläufig mit einem deutlichen Rückgang der Futterqualität verbunden.

Die für Wiederkäuer notwendige Struktur lässt sich auch mit anderen Obergräsern, wie Lieschgras oder Wiesenschwengel in den herkömmlichen Qualitätsstandardmischungen erzielen. Mit diesen Qualitätsstandardmischungen ist darüber hinaus ein für Hochleistungsherden entsprechender Futterwert inklusive der notwendigen Vergärbarkeitseigenschaften gut gesichert.

Somit ist je nach Standort, Nutzungsaufgaben und einzelbetrieblichen Gegebenheiten abzuwägen, ob und mit welchem Flächenanteil ein RSC-Anbau in Reinsaat oder in Grünlandmischungen sinnvoll ist.

Literatur

DLG (1997): Futterwerttabellen Wiederkäuer 7. Auflage 1997, DLG-Verlag Frankfurt.

JÄNICKE, H. (2017): *Festuca arundinacea* auf Niedermoor – Sorten und ihre Futterqualität. *Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Berlin-Paulinenaue, 2017, 73-76.*

KAISER, T., PICKERT, J. & BEHRENDT, A. (2017): Sanftblättriger Rohrschwengel im Vergleich zu herkömmlichen Rohrschwengel- und Futtergräserbeständen bei Rinderbeweidung. *Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Berlin-Paulinenaue, 2017, 77-80.*

KALZENDORF, C. & HINRICHSSEN, H.-C. (2017): Ertragsleistungen und Futterqualitäten von Rohrschwengel, Festulolium, Lieschgras und Deutschem Weidelgras – dreijährige Untersuchungen in Nordwestdeutschland. *Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Berlin-Paulinenaue, 2017, 195-198.*

KALZENDORF, C. & KOMAINDA, M. (2018): Ertragsleistung, Mischungseignung und Futterqualität von Struktur betonten Grasmischungen – dreijährige Ergebnisse von fünf Standorten in Nordwestdeutschland. *Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Kiel, 2018*

KALZENDORF, C., BOTHE, B. & PRIES M. (2018): Neue Ergebnisse zur Verdaulichkeit von Rohrschwengel-Verdaulichkeitsprüfungen am Hammel. *Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Kiel, 2018*

Vorhersage des Rohproteingehaltes von Grassilagen in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial und den Silierbedingungen

¹J. PICKERT, ²D. BRÜNING UND ³G. WEISE

¹ZALF, Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

²agrathaer GmbH, Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

³PAGF, Gutshof 7, 14641 Paulinenaue

Juergen.Pickert@zalf.de

Einleitung und Problemstellung

Die Energiekonzentration und der Rohproteingehalt zählen zu den wichtigsten Kenngrößen der Grassilage in der Rationsberechnung. Unter bestimmten Bedingungen kann es für die Praxis von Vorteil sein, wenn die zu erwartenden Gehalte der Grassilage aus dem Siliergut geschätzt werden. Somit könnte der Landwirt bereits zu Beginn der Konservierung verlässliche Aussagen zur Qualität der zukünftigen Silage erhalten. Dies ermöglicht zum einen eine frühzeitige Futterplanung, zum anderen ist die Beprobung des Siliergutes einfacher und es werden womöglich weniger Proben als bei der konventionellen Beprobung des Silos benötigt (Udén, 2018). Basierend auf umfangreichen Silierversuchen aus den 1980er Jahren, wurde das Modell „Normative Silokartei“ von Weise und Rambusch (1988) entwickelt, um den Energie- sowie Rohproteingehalt von Grassilage unmittelbar nach der Silobefüllung vorherzusagen.

Das Modell wurde in den Jahren 2002 und 2004 erneut in Praxisbetrieben getestet (Pickert und Weise, 2014). Dabei ließ sich die Energiekonzentration der Silage in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial (Siliergut) und von den Silierbedingungen sicher vorhersagen. Die Vorhersage des Rohproteingehaltes war noch nicht Gegenstand jener Prüfung.

Basierend auf diesen Testergebnissen wurde das Modell als Microsoft-Excel basierte Kalkulationshilfe „SiloExpert“ implementiert und auf Praxisbetrieben angewendet. Inzwischen wurden erste Ergebnisse zur Bewertung der Eignung der Kalkulationsmaske für die Vorhersage der Energiekonzentration der Silage aus den Jahren 2015/16 mitgeteilt (Pickert *et al.*, 2018). Das Ziel der vorliegenden Studie war es, die Erprobungsergebnisse im Hinblick auf den Rohproteingehalt zu bewerten und die Kalkulationshilfe auch dafür zu validieren.

Im Beitrag werden Ergebnisse der Vorhersage des Rohproteingehaltes aus den Versuchsjahren 2015/16, ergänzt durch im Versuchsjahr 2017 im Rahmen der EIP Maßnahme „Q2GRAS“ (Q2GRAS, 2017; gefördert durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER) und das Land Brandenburg. www.eler-brandenburg.de) gewonnene Ergebnisse gezeigt und diskutiert.

Material und Methoden

Das Modell wurde in sieben Praxisbetrieben unterschiedlicher Größe und Gegebenheiten im Land Brandenburg mit weidelgrasdominierten Beständen im ersten und zweiten Aufwuchs während der herkömmlichen Silierkampagne getestet. In diesen Betrieben wurde für die Versuche eine im zuvor ausgesuchte, im Pflanzenbestand homogene Fläche innerhalb der jeweiligen Schläge verwendet. Von dieser wurde ein etwa 30 m langes Schwad mit dem betriebseigenen Häcksler innerhalb des normalen Ernteablaufes geerntet. In einigen Fällen wurden Siliermittel nach den Herstellerangaben appliziert.

Zur Anwendung kam die Bilanzbeutelmethode, die einen direkten Vergleich zwischen einsiliertem Siliergut und ausgelagerter Silage erlaubt. Hierzu wurden pro Versuch nach der

Anwelkphase, während der Silobefüllung vom gehäckselten Siliergut sechs Proben á ca. 500 g entnommen und gleichzeitig sechs Bilanzbeutel (30 x 60 cm, Polypropylen) mit je ca. 3 kg Siliergut befüllt. Die Beprobung und Bilanzbeutelbefüllung erfolgten entweder direkt am Silo oder am Feldrand, nachdem die zu beprobende Charge (ca. 150 kg) vom Häcksler auf einen separaten Hänger geladen und anschließend durchmischt worden war. Die Bilanzbeutel wurden unmittelbar nach der Befüllung gewogen, in die Horizontalsilos eingelegt, mit dem restlichen Siliergut der Versuchsfläche siliert, nach der Öffnung der Silos ausgelagert, erneut gewogen und bei -18 °C eingefroren. Die Einlagerung der Beutel erfolgte über die gesamte Breite der Silos (über eine Linie) mit einem Mindestabstand von 1 m von der Silowand sowie mindestens 0,5 m unter der aktuellen Futterstapeloberfläche. Zur Wiederfindung der Bilanzbeutel wurde jeder Beutel mit einem 3 m langen, farbigen Polyurethanband versehen, das entgegen der geplanten Entnahmerichtung ausgerichtet wurde. Die Verweilzeit der Bilanzbeutel war verschieden, je nachdem wann die Silos durch den Landwirtschaftsbetrieb für die Verfütterung geöffnet wurden. Von den bei 60 °C für 2 Tage getrockneten und anschließend vermahlenden Siliergut- und Bilanzbeutelproben wurden der Trockenmasse (TM) – Gehalt sowie mittels NIRS (Nahinfrarotspektroskopie, Foss Analytical Systems, Hillerød, Dänemark) die Gehalte an Rohprotein (XP) und weiteren Rohnährstoffen nach VDLUFA (2012) bestimmt. Die aus den schlagbezogenen Siliergutproben ermittelten Gehalte an XP, die Siliereignung des Siliergutes (Pflanzenbestand, TM-Gehalt und Siliermitteleinsatz) sowie die vom Landwirt erfassten Silierbedingungen (Füll- und Verdichtungsleistung, Abdeckung) dienten als Modelleingangsgroßen (Abbildung 1). Aus den eingegebenen Werten wurden dann die Bewertungskategorien schlecht, mittel oder gut ausgewiesen und daraufhin eine Note für die zu erwartende Silage (von 1 – 5) vergeben, die die Siliereignung und die Silierbedingungen sowie das Risiko für die Verschlechterung der Futterwertparameter bei der Silierung insgesamt charakterisiert.

Anhand dieser Benotung wurde ein nach der „Normativen Silokartei“ bestimmter Prozentsatz vom Rohproteingehalt des Siliergutes abgezogen. Dieser beinhaltet die durch Abbauprozesse bei der Silierung auftretenden Verluste an Rohprotein. Rutzmoser *et al.* (2001, 2002) versuchten aus zahlreichen Silierversuchen mit Gras-, Klee- und Luzernegrassilagen mithilfe von Bilanznetzen Schätzgleichungen für die Vorhersage der Rohnährstoffe aus dem Siliergut abzuleiten. Aus den Versuchen wurde ein mittlerer TM-Verlust von 8 % ermittelt, der sich aus dem Abbau bzw. der Vergärung von wasserlöslichen Kohlenhydraten ergab. Für die Schätzung des Rohproteingehaltes in der Silage wurden eine Anreicherung des Rohproteins durch den TM-Verlust (relative Zunahme) und andererseits der Abbau zu Ammoniak bedacht. Da Ammoniak bei der Trocknung der frischen Silagen bei der Analyse im Labor entweicht, wird das Rohprotein aus Ammoniak vom Rohprotein nach der Anreicherung abgezogen. In der „Normativen Silokartei“ bzw. der Kalkulationshilfe „SiloExpert“ wurden entsprechend der Benotung die XP-Gehalte des Siliergutes um entsprechend 3, 5, 8, 13 bzw. 15 % vermindert und dann als Vorhersageergebnis für die Silage ausgewiesen.

Zur Modellvalidierung wurden die mit Hilfe des Modells vorhergesagten Gehalte an XP mit den in den Bilanzbeuteln ermittelten Gehalten verglichen. Einige Bilanzbeutel gingen während der Entnahme mit z.T. sehr leistungsstarker Entnahmetechnik verloren und waren nicht aufzufinden, weshalb nur Versuche mit einer Mindestanzahl von drei Bilanzbeuteln ausgewertet wurden.

Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Bilanzierung von Siliergut und Silage sowie die durch das Modell vorhergesagten Rohproteingehalte dargestellt. Im Mittel der Versuche betrug der XP-Gehalt im Siliergut 167 g kg TM⁻¹, in vier Versuchen traten hohe Rohproteingehalte von > 180 g kg TM⁻¹ auf. Insgesamt ist erkennbar, dass sich im Mittel in der Silage nahezu die gleichen Rohproteingehalte feststellen ließen wie im Siliergut. Ähnliche Ergebnisse teilt Udén (2018) mit, der Rohprotein, Rohasche, aNDFom und Rohfett zu nahezu 100 % in verschiedenen Silagen wiederfand und feststellte, dass unter strikt anaeroben Bedingungen, die genannten Rohnährstoffe vollständig überführt werden können. Die in den Versuchen von den Landwirten realisierten Silierbedingungen unterstützten diesen Sachverhalt, da sämtliche Silierbedingungen in den Betrieben mit gut eingestuft wurden, so dass tatsächlich anaerobe Bedingungen in den Silos für die entsprechenden Chargen bestanden haben dürften. Ob sich in den vorliegenden Versuchen eine Anreicherung des Proteins in der Silage durch Gärverluste ergab, muss noch in der weiteren Auswertung der Versuche geklärt werden.

In den Versuchen wurde durchweg die Silagenote 1 vergeben. Entsprechend der Benotung wurden vom Rohproteingehalt des Siliergutes 3 % abgezogen und als Vorhersage ausgewiesen. Aus der Abbildung 2 kann die Übereinstimmung der vorhergesagten Rohproteingehalte und der tatsächlich gemessenen Gehalte in der Grassilage entnommen werden. In mehreren Fällen waren die in der Silage gemessenen Gehalte leicht höher als die durch das Modell vorhergesagten. Insgesamt ließ sich eine hohe Übereinstimmung feststellen, was auf eine gute Anwendbarkeit des Modells als Prognosetool hinweist. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Rutzmoser *et al.* (2002), die bei Anwendung ihres Modells und bei guter Vergärung eine geringe Abweichung zwischen den geschätzten und den gemessenen Werten beobachteten.

Tab. 1: Gegenüberstellung der mittleren Rohproteingehalte aus Siliergut und Silage sowie der Vorhersage der XP-Gehalte in der Silage durch die Kalkulationsmaske

Betrieb	Schlag, Schnitt	Termin	n	g XP kg TM ⁻¹			Silage/ Silier- gut (%)	Silage / Vorher- sage (%)
				Silier- gut	Vorher- sage	Silage		
E	An der Bahn	1 11.5.15	4	158	153	171	108	112
D	Schinderhütte	1 13.5.15	6	168	163	181	108	111
F	Hinter Wegner	1 16.5.15	6	169	164	177	105	108
C	Geradezu	1 18.5.15	6	192	186	183	95	98
D	Schinderhütte	2 15.6.15	5	167	162	173	104	107
C	Dreieck	2 29.6.15	6	153	148	142	93	96
A	1200	1 09.5.16	6	156	151	170	109	112
A	1200	1 17.5.17	6	128	124	139	109	112
B	4. TVH	1 18.5.17	5	183	178	188	102	105
C	Geradezu	1 20.5.17	6	194	188	187	96	99
D	Horstgraben	2 08.6.17	5	150	146	148	99	102
D	Weidezentrale	2 08.6.17	3	150	146	146	97	100
B	Quasinge 5	2 10.6.17	6	206	200	201	97	100
Mittel				167	162	169	104	107
MAE	g XP kg TM ⁻¹						7,78	8,80
RMS	g XP kg TM ⁻¹						8,80	11,02
E								
EF	(--)						0,78	0,68

XP = Rohprotein, * Anzahl wiedergefundener und analysierter Bilanzbeutel

Angesichts eines MAE (mittlerer absoluter Fehler) von ca. 9, eines RMSE (Wurzel der mittleren Fehlerquadratsumme) von ca. 11 g XP kg TM⁻¹ und einer Modelling Efficiency (EF) von ca. 0,7 besitzt „SiloExpert“ eine gute Eignung für die Vorhersage des XP-Gehaltes in der Grassilage (vgl. Tab. 1). Allerdings bleibt bei der Vorhersage des Rohproteingehaltes die Modelling Efficiency gegenüber der Vorhersage der Energiekonzentration (EF = 0.93) (Pickert *et al.*, 2018) etwas zurück.

In den nächsten Arbeitsschritten sollen die Gärsäuren der Silagen, Ammoniak sowie die TM-Verluste ausgewertet werden, um präzisere Informationen zum Proteinabbau zu erhalten.

Um das Modell noch eingehender testen zu können, müssen Versuche durchgeführt werden, bei denen entweder die Siliereignung, die Silierbedingungen oder beides nur unzureichend sind, so dass mit stärkerem Proteinabbau zu rechnen ist (z.B. sehr feuchtes Siliergut).

Schlussfolgerungen

Nachdem bereits die Mitteilung über die gute Eignung zur Vorhersage der Energiekonzentration erarbeitet worden ist, kann der Kalkulationshilfe „SiloExpert“ auch die Eignung zu einer sicheren Vorhersage des Rohproteingehaltes aus dem Siliergut unter der Beachtung der Siliereignung und der Silierbedingungen bescheinigt werden. Somit kann der Landwirt für seine Futterplanung frühzeitig Informationen auch zum zukünftigen Rohproteingehalt der Grassilage erhalten.

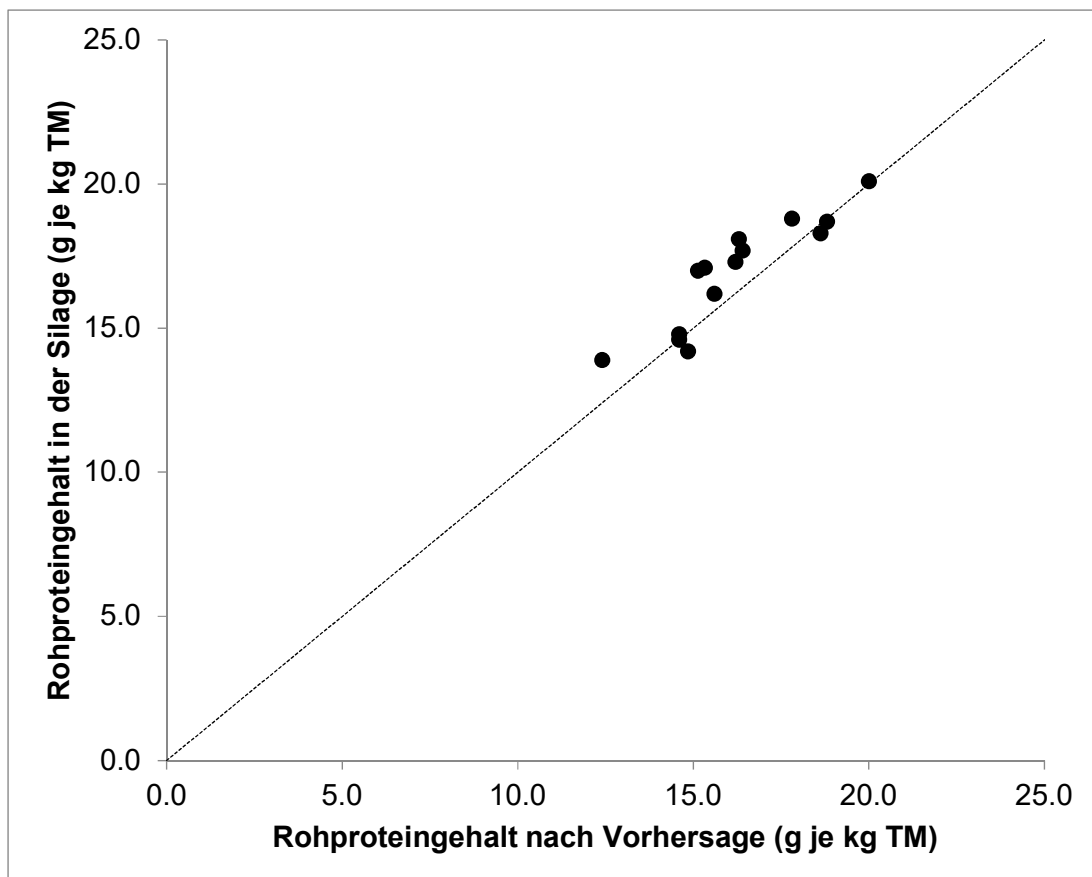


Abb. 1: Vergleich zwischen Rohproteingehalt nach der Vorhersage und dem tatsächlich gemessenen Gehalt in der Silage (gestrichelte Linie = Winkelhalbierende)

Obwohl die berichteten Versuche in verschiedenen Landwirtschaftsbetrieben mit praxisüblicher Siliertechnik und in mehreren Jahren durchgeführt worden sind, lagen

durchweg gute Silierbedingungen vor. Weitere Versuche werden angestrebt, um das Modell „Normative Silokarte“ mittels Kalkulationshilfe „SiloExpert“ auch unter ungünstigeren Silierbedingungen mit höheren zu erwartenden XP-Verlusten zu validieren.

Literatur

- PICKERT, J. & WEISE, G. (2014): Prediction of energy content of grass silages depending on grass and ensiling conditions. *Grassland Science in Europe* 19, 613-615.
- PICKERT, J., MERSCH, F., HERRMANN, A., HOFFMANN, T., THAYSEN, J., WEISE, G., WEIß, K. & WELLENBROCK, K.-H. (2018) SiloExpert - A model for predicting grass silage quality. *Grassland Science in Europe* 23, (im Druck).
- Q2GRAS (2017): <https://eip-agri.brandenburg.de/cms/detail.php/bb1.c.447874.de>
- RUTZMOSER, K., RICHTER, W. & PFLAUM, J. (2001): Changes of nutrient contents of grass by ensiling. In: Jambor, V., Doležal, P., Zeman, L., Loučka, R., Rudolfová, Š. & Procházka, P. (ed.): *Proceedings of the 10th International Symposium Forage Conservation*, Brno, Czech Republic, 2001, 150-152.
- RUTZMOSER, K., SCHUSTER, M. & RICHTER, W. (2002): Inhaltsstoffe in der Grassilage abgeleitet aus den Gehalten im Grüngut. *VDLUFA-Schriftenreihe* 58, 343-345.
- UDÉN, P. (2018): Fresh and ensiled forage plants-total composition, silage losses and the prediction of silage composition from the crop. *Grass and Forage Science* 73, 420-431.
- VDLUFA (2012): Methodenbuch, Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- WEISE, G. & RAMBUSCH, H. (1988): Produktionsüberwachung und Qualitätssicherung. Normative Silokartei. Silierkatalog. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Landwirtschaftsausstellung der DDR, Markkleeberg.

<table border="1"> <tr> <td>Betrieb</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>Schlag (Bezeichnung, ggf. Nr.)</td> <td>Weidezentrale</td> </tr> <tr> <td>Silo (Bezeichnung)</td> <td>1d</td> </tr> </table>		Betrieb	A	Schlag (Bezeichnung, ggf. Nr.)	Weidezentrale	Silo (Bezeichnung)	1d	Ergebnis und Bewertung der Silage Die Siliereignung ihrer Silage wird mit gut als -sicher vergärbär- eingestuft Die Silierbedingungen werden als gut eingestuft Der XP-Gehalt ist voraussichtlich 14,6 % XP/kg TM und die Energiekonzentration 6,26 MJ NEL/kg TM	
Betrieb	A								
Schlag (Bezeichnung, ggf. Nr.)	Weidezentrale								
Silo (Bezeichnung)	1d								
Bitte geben Sie den Rohproteingehalt und die Energiekonzentration an		<table border="1"> <tr> <td>% XP/kg TM</td> <td>15,0</td> </tr> <tr> <td>MJ NEL/kg TM</td> <td>6,45</td> </tr> </table>	% XP/kg TM	15,0	MJ NEL/kg TM	6,45	Die Silage bekommt mit den Angaben die Note: 1		
% XP/kg TM	15,0								
MJ NEL/kg TM	6,45								
Bewertung der Siliereignung									
Pflanzenbestand	TS-Gehalt Siliermittel	Bewertung							
<input type="radio"/> Weidegräser, 1. Aufwuchs	<input type="radio"/> unter 18 % <input checked="" type="radio"/> 18 bis 28 % <input type="radio"/> > 28 %	ohne							
<input checked="" type="radio"/> sonstige Gräser	<input type="radio"/> unter 25 % <input type="radio"/> 25 bis 35 % <input checked="" type="radio"/> > 35 %	ohne	gut						
<input type="radio"/> Leguminosen-Gras-Gemische	<input type="radio"/> unter 25 % <input type="radio"/> 25 bis 35 % <input checked="" type="radio"/> > 35 %	ohne							
<input type="radio"/> Leguminosen	<input checked="" type="radio"/> unter 30 % <input type="radio"/> 30 bis 40 % <input type="radio"/> > 40 %	ohne							
<input type="radio"/> Gräser, Gras-Leguminosen-Gemische, Leguminosen mit mittlerer Siliereignung		mit							
Bewertung der Silierbedingungen in Abhängigkeit von der Fülleistung und der Verdichtung									
Fülleistung: Stapellängen- höhenzuwachs auswählen:		Weitere Bedingungen: Laufzeit der Verdichtungsmaschinen Verdichtungsleistung von ca. 2 Min./t							
↑		> 12 m	> 80 % gut						
gewelkt (TS-Gehalt > 35 %)		gut	Vorübergehende Zudeckung bei verlustbringender Befüllpause (>10 h)						
↑		> 1,5 m	überwiegend gut						
Stapelhöhenzuwachs		gut	gut						

Abb. 2: Eingabemaske und Bewertungsschema von „SiloExpert“

Milchharnstoffwerte als Indikator zur Reduktion der Ammoniakemissionen in der graslandbasierten Milchproduktion?

Eine statistische Analyse der Milchharnstoffwerte der Verkehrsmilchbetriebe in der Schweiz der Jahre 2012 bis 2016

M. SUTTER, C. KOPP UND B. REIDY

¹Hochschule für Agrar- Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) 3052 Zollikofen

beat.reidy@bfh.ch

Einleitung und Problemstellung

Die Schweizer Landwirtschaft verursacht pro Jahr rund 48'000 Tonnen Stickstoff in Form von Ammoniakemissionen (Kupper et al. 2015). Mit rund 49 % Anteil trägt die Milchproduktion den weitaus grössten Teil dazu bei. Ammoniakemissionen sind aus unterschiedlichen Punkten problematisch: Der Landwirtschaft geht dadurch rund ein Viertel des Stickstoffes, der in Form von Hof- und Mineraldünger eingesetzt wird, verloren (Kupper et al. 2015). In der Umwelt belasten Stickstoffeinträge sensible Ökosysteme und tragen zur Versauerung und Nährstoffauswaschung bei. Im Rahmen von grenzüberschreitenden Abkommen hat sich die Schweiz verpflichtet die Ammoniakemissionen längerfristig auf maximal 25'000 Tonnen pro Jahr zu begrenzen (UNECE 2000). Die Ziellücke ist dementsprechend gross und es wird nach Massnahmen gesucht, um die Ammoniakemissionen effektiv zu reduzieren. Aufgrund des hohen Anteils an den Emissionen steigt der Druck auf die Milchproduktion die Emissionen zu reduzieren. Nebst einem Abbau der Tierzahlen wird eine Reduktion der Stickstoffausscheidungen, bei gleichbleibender Milchleistung, als erfolgversprechende Massnahme diskutiert.

Insbesondere in graslandbasierten Milchproduktionssystemen können im Jahresverlauf häufig erhöhte Milchharnstoffwerte beobachtet werden. Der Milchharnstoffgehalt von Milchkühen korreliert stark mit der Stickstoffausscheidung über den Harn (Kauffman und St-Pierre 2001; Kohn et al. 2002; Broderick 2003; Nousiainen et al. 2004; Bracher 2011; Spek et al. 2013). Tiefere Harn-N-Ausscheidungen führen zu potenziell geringeren Ammoniakemissionen. Um das Potenzial zur Reduktion von Ammoniakemissionen infolge erhöhter Milchharnstoffwerte abzuschätzen, wurden für den Zeitraum von 2012 bis 2016 die monatlich gemessenen Milchharnstoffwerte in Tankmilchproben aller Verkehrsmilchbetriebe in der Schweiz statistisch analysiert um darauf aufbauend, das Potenzial durch eine Anpassung der Gehalte in einen optimalen Bereich zu quantifizieren.

Material und Methoden

In der Schweiz werden seit Sommer 2011 flächendeckend von allen Verkehrsmilchbetrieben (n=23'887) die Analysen zur Zell- und Keimzahl, zum Gefrierpunkt der Milch, zum Hemmstoffnachweis sowie dem Milchharnstoffgehalt durchgeführt und zentral erfasst. In der Regel stehen pro Betrieb und Monat zwei Messungen zur Verfügung. Die Milchharnstoffwerte werden zentral in einem Labor (Suisselab AG, Zollikofen) durch Mittel-Infrarotspektroskopie bestimmt, wobei der Messbereich des Gerätes zwischen 10 mg/dl und 100 mg/dl liegt. Werte ausserhalb dieses Bereiches sind für die Auswertung nicht berücksichtigt worden, womit ein Datensatz mit insgesamt 2'317'475 Analyseergebnisse zur Verfügung stand. Die Analyseresultate dienen zur Festlegung der Bonus- und Maluszahlungen oder gar Liefersperrern, weshalb der Probenahmezeitpunkt immer variiert. So kann der Abstand zwischen zwei Analyseresultaten zwischen wenigen Tagen und einige Wochen betragen. Für die Berechnung des Monatmittelwertes pro Betrieb musste deshalb für jeden Tag ein Messwert basierend auf den Analyseresultaten

interpoliert werden. Aufgrund dieser Tageswerte sind anschliessend die Monatsmittelwerte berechnet worden.

Im Rahmen der durchgeführten Auswertung wurden die Analyseresultate der Jahre 2012 bis 2016 berücksichtigt. Ergänzend zu den aufgeführten Parametern standen folgende Informationen zu den Betrieben zur Verfügung: Datum der Probenahme, vermarktete Milchmenge pro Monat und Jahr, Angaben zur geografischen (Kanton & Postleitzahl) und klimatischen Einteilung (landwirtschaftliche Produktionszone; Talzone (TZ), Hügelzone (HZ), Bergzone I (BZI), Bergzone II (BZII), Bergzone III (BZIII) und Bergzone IV (BZIV)). Zusätzlich waren Angaben zur Teilnahme bei den staatlichen Förderprogrammen graslandbasierte Milch- und Fleischproduktion (GMF), regelmässiger Auslauf ins Freie (RAUS), zur Flächennutzung der Betriebe (Landwirtschaftliche Nutzfläche, Flächenanteile der landwirtschaftlichen Kulturen) sowie zur Anzahl der Milchkühe vorhanden.

Die Datenaufbereitung und die statistische Auswertung wurden mit dem Programm R Studio Version 1.1.383, welches das Statistik-Programm R Version 3.4.2 beinhaltet (R Core Team 2017) und den Paketen *dplyr* Version 0.7.4 (Wickham et al. 2017), *data.table* Version 1.10.4-3 (Dowle und Srinivasan 2017), *lubridate* Version 1.7.1 (Grolemund und Wickham 2011), *nlme* Version 3.1-131 (Pinheiro et al. 2017) und *zoo* Version 1.8-1 (Zeileis und Grothendieck 2005) durchgeführt.

Die Daten wurden mit normalen gemischten linearen Modellen modelliert, mit dem Betrieb als zufälligem Effekt und den erklärenden Variablen als festen Effekten. Die Messpunkte bilden eine Zeitreihe und die zeitliche Autokorrelation wurde mittels AR(1)-Prozess modelliert. Feste Effekte wurden mittels marginaler F-Tests getestet, wobei ein Signifikanzniveau von 5 % verwendet wurde. Dieser Schritt wurde wiederholt, bis nur noch statistisch signifikante, erklärende Variablen vorhanden waren.

Ergebnisse und Diskussion

Der mittlere Milchharnstoffwert über alle untersuchten Betriebe und für den gesamten Untersuchungszeitraum von 2012 bis 2016 lag bei 22.22 mg/dl, wobei 75 % der Messpunkte kleiner oder gleich als 26.34 mg/dl waren (Tab. 1). Der tiefste Jahresmittelwert konnte im Jahr 2014 mit 21.31 mg/dl und der höchste mit 22.94 mg/dl im 2016 festgestellt werden. Der Jahreseffekt trat über alle Zonen auf, weshalb der Verlauf der Jahresmittel zwischen den Zonen mehrheitlich parallel verläuft (Abb.1). Die sehr tiefen Werte im Jahr 2014 wurden im Wesentlichen durch das Ausbleiben der sonst üblichen erhöhten Harnstoffwerte im Spätsommer verursacht. Witterungsbedingt konnte im Jahr 2014 ein unüblicher Verlauf des Graswachstums festgestellt werden (Kneubühler et al. 2016). Verursacht durch eine warme und trockene erste Jahreshälfte gefolgt von einem niederschlagsreichen Sommer (MeteoSchweiz 2015) traten die maximalen Wachstumsraten nicht im Frühjahr, sondern zeitverschoben in den Frühsommermonaten auf. Die speziellen Witterungsbedingungen hatten auch ausserordentliche Nährstoffgehalte im Wiesenfutter zur Folge. Im Mittel von rund 900 Dürrfutteranalysen aus allen Regionen der Schweiz konnte ein rund 20 % höherer NFC-Gehalt (nichtfaser-Kohlenhydrate) als 2012 gemessen werden (Augsburger et al. 2017). Gerade rasch pansenverfügbare Kohlenhydrate ermöglichen es, den Ammoniakgehalt im Pansen und somit im Blut und in der Milch zu reduzieren, da sie den Pansenmikroben die notwendige Energie für das Wachstum zur Verfügung stellen (Spek et al. 2013). Die hohen NFC-Gehalte (2012: 214 g/kg TM; 2014: 256 g/kg TM) im Wiesenfutter in Kombination mit eher tiefen Rohproteingehalten könnten somit eine wichtige Ursache für die deutlich tieferen Milchharnstoffwerte im Jahr 2014 sein.

In Bezug auf die sieben Grossregionen der Schweiz fällt auf, dass die Zentralschweiz über den Untersuchungszeitraum mit 23.22 mg/dl den höchsten und die Nordwestschweiz mit 20.48 mg/dl den tiefsten Milchharnstoffwert aufwies. Im Rahmen einer umfassenden Analyse der Milchinhaltstoffe in den grössten Milchproduktionsregionen Italiens wies Benedet et al. (2018) für die Zeit von November 2015 bis Oktober 2016 Milchharnstoffwerte

von 23.38 mg/dl \pm 5.85 aus und somit einen leicht höheren Milchwahnstoffwert, als in der Schweiz für das Jahr 2016 gemessen wurden (22.94 mg/dl \pm 6.4) aus.

In Abhängigkeit der landwirtschaftlichen Zonen kann festgestellt werden, dass die Bergzonen III und IV im Mittelwert tiefere Milchwahnstoffwerte aufwiesen als die übrigen Zonen (Abb.1). Diese Zonen unterschieden sich signifikant von der Talzone. In den Bergzonen III und IV lagen die Werte insbesondere im Spätsommer deutlich tiefer.

Tab. 1: Mittlere Milchwahnstoffwerte in mg /dl für die Jahre 2012 bis 2016 gegliedert nach Jahr, Grossregion, Landwirtschaftlicher Zone und Förderprogramm

	Anzahl Betriebe	Milchwahnstoffwert [mg/dl]					
		Mittel	SD	5 % Quantil	25 % Quantil	75 % Quantil	95 % Quantil
Gesamtheit	23'887	22.22	6.63	12.69	17.25	26.34	34.25
<i>Jahr</i>							
2012	23'279	22.55	6.76	12.87	17.51	26.75	34.81
2013	22'472	21.80	6.59	12.50	16.85	25.88	33.89
2014	21'623	21.31	6.40	12.25	16.49	25.24	32.98
2015	21'027	22.50	6.86	12.59	17.33	26.83	34.89
2016	20'367	22.94	6.40	13.49	18.27	26.89	34.41
<i>Grossregion</i>							
Espace Mittelland	9'557	21.72	6.49	12.50	16.87	25.70	33.56
Genferseeregion	1'612	22.50	6.54	12.93	17.69	26.54	34.28
Nordwestschweiz	1'358	20.48	6.11	11.92	15.79	24.30	31.55
Ostschweiz	5'456	22.82	6.76	13.00	17.79	27.04	35.08
Tessin	131	22.63	6.53	13.22	17.89	26.59	34.30
Zentralschweiz	4'503	23.22	6.78	13.24	18.18	27.52	35.36
Zürich	1'270	21.16	6.34	12.12	16.36	25.12	32.60
<i>Landw. Zone</i>							
Talzone	9'097	22.31	6.73	12.64	17.28	26.45	34.53
Hügelzone	3'868	22.21	6.76	12.50	17.10	26.44	34.52
Bergzone I	3'951	22.36	6.72	12.75	17.29	26.62	34.52
Bergzone II	4'394	22.52	6.52	13.00	17.68	26.67	34.26
Bergzone III	1'725	21.05	5.98	12.47	16.57	24.70	31.75
Bergzone IV	852	20.55	5.45	12.56	16.56	23.94	30.24
<i>Förderprogramm</i>							
RAUS nicht erfüllt	6'018	21.74	6.87	12.15	16.48	26.02	34.34
RAUS erfüllt	19'110	22.34	6.56	12.86	17.48	26.41	34.22
GMF nicht erfüllt	7'835	21.93	6.27	12.70	17.32	25.79	33.10
GMF erfüllt	16'462	22.38	6.72	12.70	17.32	26.59	34.57

Der Verlauf der Milchwahnstoffwerte weist eine deutlich Saisonalität auf. So konnten über alle untersuchten Jahre in den Monaten August und September die höchsten Werte und im Mai die tiefsten festgestellt werden (Abb. 2). Die Saisonalität ist über alle Zonen feststellbar, wobei jedoch der Verlauf der Mediane in den Bergzone III und IV deutlich flacher ist. Der beschriebene saisonale Verlauf findet sich für alle Grossregionen, wobei die Kurve für das Tessin deutlich flacher verläuft als für die übrigen Regionen. Der im Rahmen dieser Arbeit festgestellte Einfluss des Monats wird durch Benedet et al. (2018) nur teilweise bestätigt.

So wiesen die Autoren für die Monate November und Dezember die tiefsten und für Juli und August die höchsten Werte aus. Dabei waren die Unterschiede zwischen den Monaten November / Dezember und Juli / September und auch gegenüber den anderen Monaten signifikant.

Das angewendete statistische Modell berechnete einen signifikanten Einfluss der Zone, der Grossregion, des Förderprogrammes RAUS & GMF, des Jahres, des Monats und der Interaktion zwischen Monat und Jahr auf den Milchwahstoffgehalt. Im Förderprogramm RAUS müssen die Milchkühe vom 1. Mai bis 31. Oktober an mindestens 26 Tagen pro Monat Zugang zu einer Weide haben. Betriebe welche sich an diesem Programm beteiligen weisen signifikant höhere Milchwahstoffwerte auf. Beim Vergleich des Jahresverlaufes fällt auf, dass die Unterschiede zwischen den Betrieben mit und ohne RAUS vor allem in der ersten Jahreshälfte vorhanden sind. Das Förderprgramm GMF schreibt ein Rationsanteil von Wiesenfutter (frisch und konserviert) von 75% der Trockenmasse (TM) in der TZ & HZ und 85% in den Bergzonen vor. Betriebe welche die Auflagen von GMF erfüllen wiesen signifikant höhere Milchwahstoffwerte aus. Im Unterschied zu RAUS differenzierte sich der Jahresverlauf zwischen den Betrieben mit und ohne GMF-Teilnahme deutlicher. So wiesen Betriebe mit GMF im Frühjahr leicht tiefere Milchwahstoffwerte aus, als die übrigen Betriebe und dafür im Spätsommer (August, September, Oktober) deutlich höhere Werte. Es muss davon ausgegangen werden, dass die erhöhten Werte im Spätsommer durch den hohen Anteil Wiesenfutter in der Ration und dem, zu diesem Zeitpunkt vorhandenen, Ungleichgewicht zwischen Protein und Energie im Wiesenfutter verursacht wird.

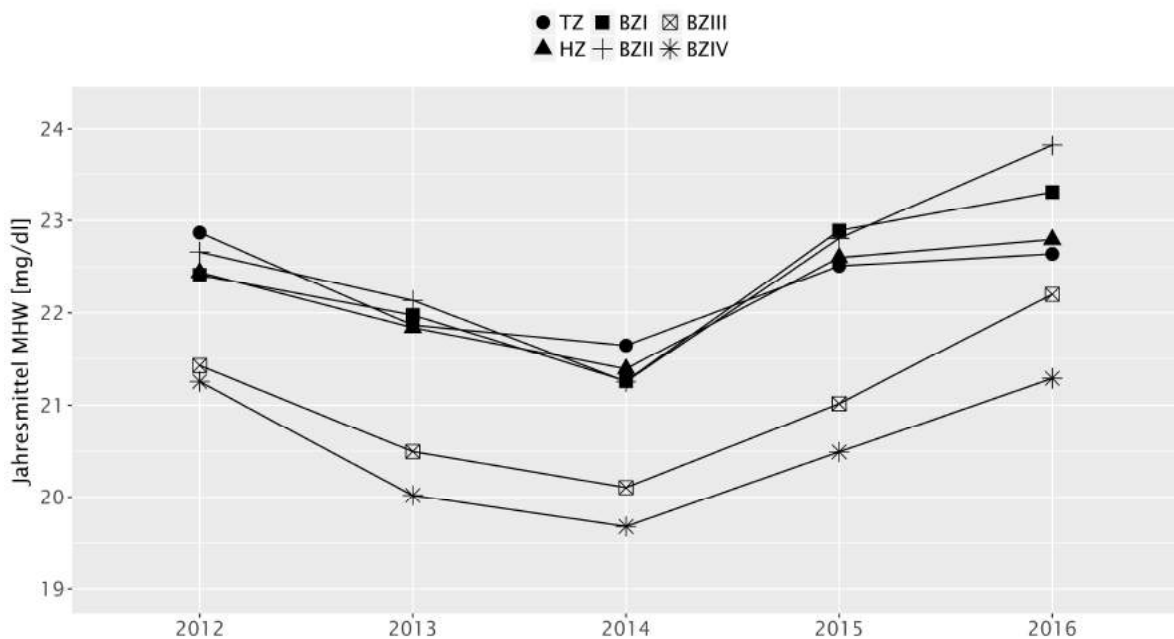


Abb.1: Jahresmittelwert des Milchwahstoffes (MHW) in mg/dl für den Auswertungszeitraum 2012 bis 2016 aufgeteilt nach landwirtschaftlichen Zone (TZ=Talzone, HZ=Hügelzone, BZ=Bergzone).

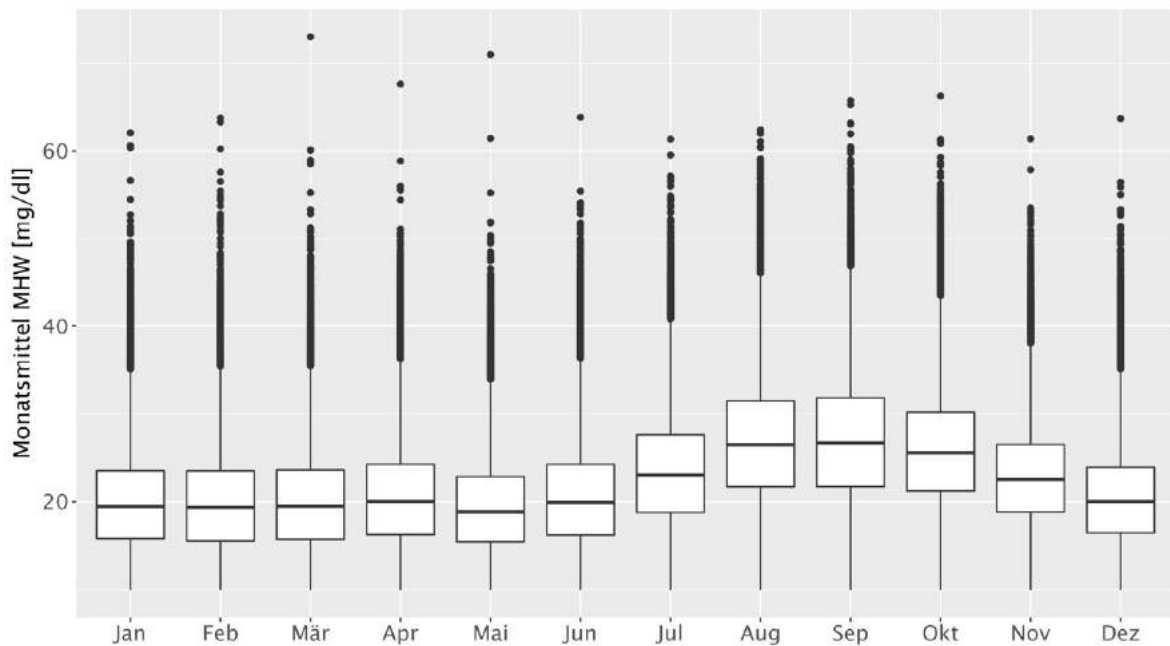


Abb. 2: Monatsmittelwerte des Milchharnstoffes (MHW) in mg/dl für den Auswertungszeitraums 2012 bis 2016.

Schlussfolgerungen

In der Schweiz enthält die Ration der Milchkühe im Mittel 76 % Wiesenfutter (Ineichen et al. 2016). Als Folge davon hat die Wiesenfutterqualität einen wesentlichen Einfluss auf die Höhe des Milchharnstoffwertes, womit ein grosser Teil des Jahreseffektes und saisonalen Verlaufes des Milchharnstoffwertes erklärt werden kann.

Die Auswertung zeigt, dass in der Schweiz rund zwölf Prozent der Milchmenge mit einem Milchharnstoffwert von 30 mg/dl oder höher produziert wird. Für diese Milchmenge besteht, durch eine Reduktion der Milchharnstoffwerte und damit verbundenen geringeren Stickstoffanteilen über den Harn, ein wesentliches Potential die Ammoniakemissionen zu reduzieren. Diese Massnahme alleine wird jedoch wohl kaum ausreichen das Ziel einer Reduktion auf 25'000 Tonnen zu erreichen. Erschwerend kommt hinzu, dass mit den Förderprogrammen RAUS und GMF ein Zielkonflikt zur Reduktion der Milchharnstoffwerte besteht, führt die aktuelle Umsetzung doch zu leicht höheren Milchharnstoffwerten.

Ammoniakemissionen werden, nebst durch die Menge des ausgeschiedenen Stickstoffs über den Harn, von einer Vielzahl weiterer Faktoren beeinflusst (z. B. Temperatur, Luftaustauschrate, Haltungssystem; Schrade et al. 2012; Kupper et al. 2015). Insbesondere auf der Weide entstehen im Vergleich zur Stallhaltung deutlich tiefere Emissionen (Kupper und Menzi 2013). Für eine differenzierte Abschätzung des Ammoniakemissionsreduktionspotenzial durch reduzierte Milchharnstoffwerte müssen deshalb Interaktionen mit weiteren Faktoren (z.B. Haltungssystem) berücksichtigt werden. Mit Hilfe des Simulationsmodelles «Agrammon» (Kupper et al. 2013) wird deshalb in einem nächsten Schritt das Ammoniakreduktionspotenzial durch reduzierte Milchharnstoffgehalte in Interaktion mit weiteren Faktoren berechnet.

Literaturverzeichnis

AUGSBURGER C., GULDIMANN K., BRACHER A. & SUTTER, F. (2017): Raufutter-Enquête 2013-2017, unveröffentlicht, Lindau.

BENEDET A., MANUELIAN C. L., PENASA M., CASSANDRO M., RIGHI F., STERNIERI M., GALIMBERTI P., ZAMBRINI A. V. & MARCHI, DE M. (2018): Factors associated with herd bulk milk composition and

technological traits in the Italian dairy industry. *Journal of dairy science*, 101 (2), 934–943, abgerufen am 31.05.2018.

BRACHER A., (2011): Möglichkeiten zur Reduktion von Ammoniakemissionen durch Fütterungsmassnahmen beim Rindvieh (Milchkuh), unveröffentlicht. Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft; Agroscope Liebefeld-Posieux, 128 S.

BRODERICK G. A. (2003): Effects of Varying Dietary Protein and Energy Levels on the Production of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 86 (4), 1370–1381.

M., DOWLE & SRINIVASAN, A. (2017): data.table. Extension of 'data.frame', <https://CRAN.R-project.org/package=data.table>

GROLEMUND G. & WICKHAM, H. (2011): Dates and Times Made Easy with lubridate. *Journal of Statistical Software*, 40 (3), 1–25, <http://www.jstatsoft.org/v40/i03/>

INEICHEN S., SUTTER M. & REIDY B. (2016): Graslandbasierte Milchproduktion. Erhebung der aktuellen Fütterungspraxis und Ursachenanalyse für hohe bzw. geringe Leistungen aus dem Wiesenfutter, unveröffentlicht. Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, Zollikofen, 108 S.

KAUFFMAN A. J. & ST-PIERRE, N. R. (2001): The Relationship of Milk Urea Nitrogen to Urine Nitrogen Excretion in Holstein and Jersey Cows. *Journal of Dairy Science*, 84 (10), 2284–2294.

KNEUBÜHLER L., AKERT F., FREY H., SCHMID H. & REIDY B. (2016): Saisonaler Verlauf des Graswachstums und Vergleich der Futterqualität von Weide- und Eingrasflächen. In: (Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V.) (Hrsg.). Tagungsband Weidetagung, Luxemburg, S. 27–32.

KOHN, R. A., KALSCHUR, K. F. & RUSSEK-COHEN, E. (2002): Evaluation of Models to Estimate Urinary Nitrogen and Expected Milk Urea Nitrogen. *Journal of Dairy Science*, 85 (1), 227–233.

KUPPER, T., BONJOUR, C. & MENZI, H. (2015): Evolution of farm and manure management and their influence on ammonia emissions from agriculture in Switzerland between 1990 and 2010. *Atmospheric Environment*, 103, 215–221.

KUPPER, T., BONJOUR, C., OETIKER, T. & ZAUCKER, F. (2013): Agrammon. Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar, Forst und Lebensmittelwissenschaften, Zollikofen.

KUPPER, T. & MENZI, H. (2013): Technische Parameter Modell Agrammon. Tierkategorien, Stickstoffausscheidungen der Tiere, Emissionsraten, Korrekturfaktoren, unveröffentlicht. Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, Zollikofen, 19 S.

METEO SCHWEIZ (2015): Klimabulletin Jahr 2014, Zürich.

NOUSIAINEN, J., SHINGFIELD, K. J. & HUHTANEN, P. (2004): Evaluation of Milk Urea Nitrogen as a Diagnostic of Protein Feeding. *Journal of Dairy Science*, 87 (2), 386–398.

PINHEIRO, J., BATES, D., DEBROY, S., SARKAR, D. & TEAM, RC (2017): nlme. Linear and Nonlinear Mixed Effects Models, <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>

(R CORE TEAM) (2017): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

SCHRADE, S., ZEYER, K., GYGAX, L., EMMENEGGER, L., HARTUNG, E. & KECK, M. (2012): Ammonia emissions and emission factors of naturally ventilated dairy housing with solid floors and an outdoor exercise area in Switzerland. *Atmospheric Environment*, 47, 183–194.

SPEK, J. W., DIJKSTRA, J., VAN DUINKERKEN, G. & BANNINK, A. (2013): A review of factors influencing milk urea concentration and its relationship with urinary urea excretion in lactating dairy cattle. *The Journal of Agricultural Science*, 151 (03), 407–423, abgerufen am 15.12.2016.

UNECE (UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE) (2000): Protocol to the 1979 convention on long-range transboundary air pollution to abate acidification, eutrophication and ground-level ozone, <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/full%20text/1999%20Multi.E.Amended.2005.pdf>

Wickham H., Francois R., Henry L., Müller K. (2017): dplyr. A Grammar of Data Manipulation.

Zeileis A., Grothendieck G. (2005): zoo. S3 Infrastructure for Regular and Irregular Time Series. *Journal of Statistical Software*, 14 (6), 1–27.

Anwendbarkeit von kostengünstigen, drohnenbasierten Fernerkundungsmethoden auf Pferdeweiden

¹D. HOFFMEISTER, ¹C. CURDT, ²B. TONN UND ²A. SCHMITZ

¹Geographisches Institut, Universität zu Köln, Albertus-Magnus-Platz, 50923 Köln

²DNPW Graslandwissenschaft, Georg-August-Universität Göttingen, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

dirk.hoffmeister@uni-koeln.de

Einleitung und Problemstellung

Im Monitoring von Grünlandaufwüchsen finden zunehmend auch Methoden der Fernerkundung Anwendung. Beeindruckende Ergebnisse lassen sich mit der Anwendung multispektraler Kamertechnik erzielen. Die Anwendung multispektraler Verfahren in der landwirtschaftlichen Praxis ist jedoch aufgrund hoher Kosten bisweilen noch relativ unattraktiv. Die stetige Weiterentwicklung vergleichsweise kostengünstiger Drohnen- und RGB-Kamertechnik hingegen lässt zukünftig eine vermehrte Anwendung von UAVs (unmanned aerial vehicles) in der landwirtschaftlichen Praxis erwarten, wenn keine neuen Regelungen und Gesetze diesem Trend entgegenwirken. Auf Grünlanddüngerversuchsflächen konnten auch mit solch kostengünstiger Technik bereits vielversprechende Erfolge im Monitoring des Biomasseaufwuchses via RGB-Kamertechnik erzielt werden (Lussem et al. 2017, Possoch et al. 2016). Die Anwendung unter komplexeren Praxisbedingungen im Wirtschaftsgrünland und auf vergleichsweise artenreichen Grünlandbeständen ist jedoch noch wenig erprobt.

Pferde spielen eine Rolle zunehmender Bedeutung im Wirtschaftsgrünland. Aktuelle Schätzungen gehen davon aus, dass aktuell etwa 15-20% des deutschen Grünlands für Pferde genutzt werden (Schmitz und Isselstein, 2018). Die Weiterentwicklung kostengünstiger Monitoringmethoden ist auch in Hinblick auf eine nachhaltige Gestaltung des Pferdeweidenmanagements erstrebenswert. Zur Erprobung von Fernerkundungsmethoden im diversen Grünland scheinen sich Pferdeweiden aufgrund ihrer ausgeprägten, großflächigen und stabilen Patchstrukturen (Schmitz und Isselstein, 2013) besonders gut zu eignen.

In 2017 wurde erstmals ein UAV-basiertes Monitoring auf Pferdeweiden durchgeführt. Die vorliegende Studie zielt darauf ab, unter Praxisbedingungen zu testen, ob sich die auf Versuchsflächen erfolgreich erprobte Methodik als Schätzer für den Biomassezuwachs im diversen Grünland im Vergleich zur bodennahen *compressed sward height* (CSH)-Messung eignet. Ferner wurde der Zusammenhang der lokalen Diversität mit der Genauigkeit der UAV-basierten Pflanzenhöhenzuwächse und –abnahmen untersucht.

Material und Methoden

Die Studie wurde auf 1,5 ha vergleichsweise artenreichem Grünland im Bergischen Land (Rheinisches Schiefergebirge, NRW) durchgeführt. Die Versuchsfläche befindet sich auf 200m üNN und ist stark inkliniert, die Nährstoffverfügbarkeit der vorherrschenden Braunerden gering (Gehaltssklassen A-B). Der mittlere Jahresniederschlag beträgt 1100mm.

Die Fläche wird seit 25 Jahren unterteilt in drei Weiden extensiv mit Islandpferden beweidet. Die Beweidung erfolgt in einem Umtriebsweidesystem mit langen Umtrieben von bis zu sechs Wochen. Im Untersuchungsjahr belief sich die Besatzdichte auf 0.4 GV ha⁻¹ a⁻¹. Die Fläche wird nicht gedüngt und es werden keine Pflegemaßnahmen durchgeführt. Fläche 3

(Abb. 1) wies starke Schwarzwild-Wühlschäden nach dem Winter 2016/2017 auf, die im Frühjahr 2017 eingeebnet wurden. Der Auftrieb erfolgte im Untersuchungsjahr Anfang Mai auf Weide 1, der erste Umtrieb in Mitte Juni auf Weide 2 und Mitte August auf Weide 3 (Abbildung 1). Der Pflanzenbestand der beweideten Flächen ist kleinräumig changierend geprägt von Vertretern trockener Glatthaferwiesen hin zu Rotschwengel-Straußgrasrasen. Ein Teil einer angrenzenden, relativ artenarmen Vielschnittwiese wurde in der vorliegenden Studie zum Vergleich herangezogen (Fläche 4).

Die Versuchsflächen wurde von Mai bis September 2017 monatlich mit einer kostengünstigen Kleindrohne (Typ: DJI Phantom 4) befliegen. Diese Drohne ist mit einer fest installierten, vibrationsgedämpften, dreiachsigen Kameraaufhängung versehen. Die Kamera selbst besteht aus einem 1/2.3" CMOS Sensor, die bei einem Objektiv mit 94° Sichtfeld (entspricht 20 mm Brennweite) Bilder mit 12,4 Megapixel Auflösung liefert. Die Drohne ist mit einem GPS und GLONASS Sensor zur Positionsbestimmung ausgestattet und besitzt neben der sicheren Infrarotentfernungsbestimmung viele weitere Funktionen und eine erweiterte Flugzeit im Gegensatz zu den Vorgängern.

Alle Aufnahmen wurden über den structure-from-motion Ansatz in der Software Agisoft Photoscan Professional ausgewertet. Das Gesamtsystem aller Aufnahmen wurden jeweils über zehn gleichmäßig verteilte, mittels hochgenauem RTK-GPS (Typ: Topcon GR 5) erfassten Zielmarken, georeferenziert. Die aus den Aufnahmen resultierenden, hochauflösenden Punktwolken repräsentieren die Pflanzenoberfläche. Anhand des multiscale model to model cloud comparison (M3C2) Algorithmus (Lague et al., 2013) wurden die Punktwolken miteinander verglichen um Pflanzenhöhenzuwächse und –abnahmen (*sward height change*, SHC) flächenhaft zu bestimmen. Für die Visualisierung der Ergebnisse wurden diese punktbasierten Vergleiche in einer Auflösung von 50 mm interpoliert.

Weitere 40 über die Fläche verteilte Bodenmesspunkte wurden zu Beginn der Studie festgelegt und zu jedem Befliegungstermin wiederholt aufgesucht und Grasnarbenhöhenmessungen (*Compressed sward height*, CSH) mit dem *rising plate meter* (RPM) durchgeführt. Die wiederholten CSH-Messungen dienen als Indikator für Zu- bzw. Abnahme der Biomasse am Messpunkt im Jahresverlauf.

Um die drohnenbasierte und RPM-basierten Schätzungen des Biomasseaufwuchses zu vergleichen, wurde ein gemischtes lineares Modell (*linear-mixed effects model*, LME, R package nlme) verwendet. Die drohnenbasierte SHC wurde als Funktion der CSH-Narbenhöhendifferenz, dem Aufnahmedatum sowie ihrer Interaktion modelliert, die Flächennummer diente als Randomterm. Pseudo R^2 und RMSE wurden jeweils für die vollständigen Modelle sowie für die jeweiligenden Messintervalle berechnet.

Unmittelbar auf die Befliegung im Juli folgend wurde die Vegetation eines Subsets von 20 Bodenmesspunkten erfasst. Auf jeweils 1 m² Subplots wurden alle Pflanzenarten bestimmt und ihre jeweiligen Ertragsanteile geschätzt. Aus diesen Daten wurden als Vegetationsvariablen die Artenanzahl sowie Pilon's evenness J' (als ein Maß der Gleichverteilung der Arten) berechnet.

Um zu analysieren, inwiefern sich die (lokale) Diversität der Grasnarbe auf Genauigkeit der Schätzmethode auswirkt, wurden die Residuen der o.g. Funktion (für das zweite Messintervall) modelliert als Funktion der Pilon's evenness J' .

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der flächenhaften, monatlichen Pflanzenhöhenzuwächse und –abnahmen (SHC) zwischen Ende Mai bis Ende August 2017 sind in Abbildung 1 dargestellt. Deutlich lassen sich Bereiche mit Zuwächsen (z.B. Weide 2 im Zeitraum A und Weide 3 im Zeitraum

B) und Abnahmen in der Vegetationshöhe v.a. während und in Folge der Beweidung (z.B. Weide 2 in Zeitraum B und in Teilen auf Weide 3 in Zeitraum C) feststellen. Dabei gibt die UAV-basierte SHC, wie erwartet, höhere Unterschiede als die CSH-basierten Schätzung wieder. Das LME bestätigt einen signifikanten Zusammenhang ($P < 0,01$) der beiden Messmethoden (UAV-basiert und RPM-basiert). Auch der jeweilige Zeitschritt ($P < 0,001$) und die Interaktion von CSH-Messung und Zeitschritt ($P < 0,001$) beeinflussen signifikant die Ausprägung der UAV-basierten Messung. Das Bestimmtheitsmaß R^2 des gesamten Modells war 0,5 (RMSE 0,12 m). Die Genauigkeit der Anpassung zwischen den Überwachungsmethoden ist für jeden Zeitschritt unterschiedlich, mit $R^2 = 0,02$ (RMSE 0,15 m) im Mai - Juni, $R^2 = 0,5$ (RMSE 0,13 m) im Juni - Juli und $R^2 = 0,3$ (RMSE 0,06 m) im Juli - August. Die Ergebnisse früherer Studien mit einer hohen Korrelation ($R^2 = 0,86$) zwischen UAV-basiertem SHC und CSH auf Versuchsgrünland (Lussem et al., 2017) können hier nicht bestätigt werden.

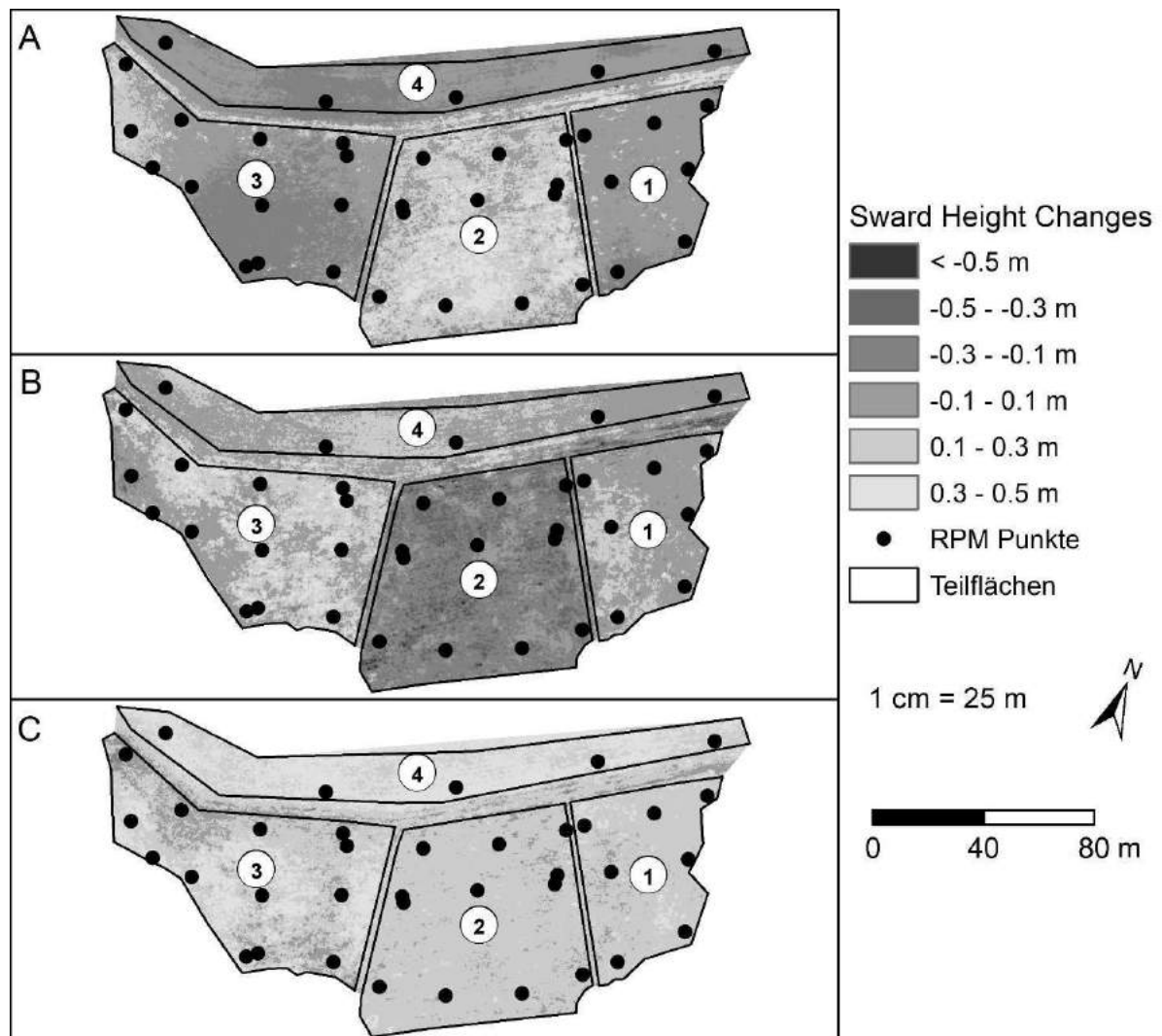


Abb. 1: Karten der drohnenbasierten Pflanzenhöhenzuwächse und –abnahmen (SHC) mit den einzelnen Flächen 1-4 und den Bodenmesspunkten für RPM- und Vegetationsbestimmung. A: 26. Mai 2017 – 23. Juni 2017; B: 23. Juni 2017 – 22. Juli 2017; C: 22. Juli 2017 – 20. August 2017.

Das untersuchte Grünland ist vergleichsweise artenreich. Auf den 20 herangezogenen Bodenmesspunkten der beweideten Flächen wurden insgesamt 88 Arten erfasst. Die durchschnittliche Artenanzahl betrug $42,2 (\pm 9,5)$ Arten pro m^2 . Pielou J' als Maß der lokalen Gleichverteilung (1 = alle Arten zu gleichen Anteilen) der Arten variierte zwischen 0,34 und

0,69. Einige Messpunkte waren damit stärker von einzelnen Arten dominiert als andere Messpunkte.

Eben diese starke Variation der lokalen Diversität könnte ein Erklärungsansatz für die geringen Korrelationen zwischen der drohnenbasierten Messung und den RPM-basierten Messungen, im Vergleich zu den Ergebnissen auf Düngeversuchsflächen. Die Analyse der LME-Modellresiduen als Funktion der lokal erfassten Diversität deutet zumindest einen tendenziellen Zusammenhang ($P < 0,064$; $R^2 = 0,5$) der Diversität mit den Abweichungen von der Modellvorhersage an. Um diesen Zusammenhang besser beschreiben zu können und für zukünftige Anwendungen nutzbar zu machen, bedarf es jedoch weiterer Analysen.

Insbesondere bedarf es der verstärkten Analyse der Grasnarbenzusammensetzung. Eine höhere Anzahl von Bodenmesspunkten zur Erfassung der Vegetation und der Dichte der Grasnarbe ist notwendig, ebenso wie eine gezielte Auswahl dieser Messpunkte in Hinblick auf unterschiedlich diverse Grasnarbenzusammensetzung. Da sich die Genauigkeit der Biomasseschätzungen zwischen den Messzeiträumen unterscheidet, ist ferner eine wiederholte Aufnahme der Vegetation und ihrer Entwicklung über den Verlauf der Vegetationsperiode notwendig.

Pferde etablieren i.d.R. eine ausgeprägte Heterogenität in der Grasnarbenstruktur, sogenannte Patches, die sich in ihrer Artenzusammensetzung unterscheiden (Schmitz & Isselstein, 2013). In dieser Studie wurden keine signifikanten Unterschiede der erhobenen Variablen Artenvielfalt und Vegetationszusammensetzung zwischen den Patches bestätigt. Dies mag einerseits an der vergleichsweise geringen Beweidungsintensität liegen, die mit weniger prägnant ausgeprägten Patches einhergeht. Andererseits erfolgte die Auswahl der Bodenmesspunkte gleichverteilt über die Fläche und nicht gezielt in Hinblick auf die Unterscheidung der Patchtypen, was es in zukünftigen Studien zu berücksichtigen gilt.

Vielversprechend in Hinblick auf das Monitoring von beweidetem Grünland ist, dass die Entwicklung der Patches visuell im Orthofoto und den ermittelten Pflanzenhöhenzuwachsen und –abnahmen (Abb. 1) zu erkennen ist. Insbesondere in den letzten Aufnahmen wurden auf Fläche 3 die Patches mit hoher Narbenhöhe stark von der vom Fraß ausgesparten *Centaurea jacea* dominiert. Deren Blühaspekt zeigte sich gut erkennbar im Orthofoto und ging mit vergleichsweise hohen Schätzern für Biomassezuwachs einher. Vor diesem Hintergrund ist die Berücksichtigung der Phänologie mit wiederholten Aufnahmen zu betonen.

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie war ein erster Versuch, die auf experimentellem Grünland erfolgreichen Methoden auf von Pferden beweidetem Grünland anzuwenden. Sie verdeutlicht insbesondere die Herausforderungen, die sich bei der Anwendung solcher Monitoringmethoden in der Praxis im Vergleich zu Experimentalflächen stellen. Die Messgenauigkeit ist abhängig vom Aufnahmezeitraum und damit einhergehender Phänologie. Auch scheint die Diversität einen gewissen Einfluss zu haben, der in der Studie zumindest tendenziell bestätigt werden konnte.

Dennoch haben diese Methoden ein vielversprechendes Potenzial für eine zukünftige Anwendung, auch wenn es weiterer Analysen für verschiedene Standorte und Diversitätsstufen bedarf. Sollen Biomassezuwächse unterschiedlicher Patchtypen analysiert und Patches quantifiziert werden, muss das Stichprobendesign neu definiert werden. Optimalerweise wird ein stratifizierteres Design mit einer erhöhten Anzahl von Bodenmesspunkten angewendet.

Literatur

JOUVEN, M., VIAL, C. & FLEURANCE, G. (2016): Horses and rangelands. Perspectives in Europe based on a French case study. *Grass and Forage Science* 71(2), 178–194.

LAGUE, D., BRODU, N. & LEROUX, J. (2013): Accurate 3D comparison of complex topography with terrestrial laser scanner: Application to the Rangitikei canyon (N-Z). *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* 82, 10–26.

LUSSEM, U., BARETH, G., BOLTEN, A. & SCHELLBERG, J. (2017): Feasibility study of directly georeferenced images from low-cost unmanned aerial vehicles for monitoring sward height in a long-term experiment on grassland. In: *Grassland Science in Europe 20*, 354–356.

POSSOCH, M., BIEKER, S., HOFFMEISTER, D., BOLTEN, A., SCHELLBERG, J. & BARETH, G. (2016): Multi-Temporal crop surface models combined with the RGB vegetation index from UAV-based images for forage monitoring in grassland. In: *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, XLI-B1, pp. 991-998.

SCHMITZ, A. & ISSELSTEIN, J. (2013): Effects of management on vegetation structure in horse pastures. In: *Grassland Science in Europe 18*, 394–396.

Vergleich verschiedener Ansaatmethoden zur Wiederherstellung oder Neuanlage von FFH-Mähwiesen

K. GRANT, S. ENGEL, K. KING, M. SEITHER UND M. ELSÄßER

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW), Lehmgrubenweg 5,
88326 Aulendorf

KerstinGrant@lazbw.bwl.de

Einleitung und Problemstellung

Extensiv genutzte Mähwiesen haben wegen ihrer Arten- und Blütenvielfalt eine hohe naturschutzfachliche Bedeutung und sind daher in der Regel im Rahmen der Fauna-Flora-Habitat (FFH)-Richtlinie als Lebensraumtyp unter Schutz gestellt. Die für diese Wiesen typische Artenzusammensetzung muss erhalten bleiben. Bewirtschaftungsveränderungen oder Störungen können zum Rückgang oder Verlust von für diesen Lebensraum typischer Pflanzenarten und damit zur Verschlechterung des FFH-Status führen. Bei Verlust des FFH-Status kann von der Unteren Naturschutzbehörde eine Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes angeordnet werden. Eine Wiederherstellung des FFH-Status kann problematisch sein, weil nicht zwingend vom Wiedererscheinen einstmals vorhandener Pflanzenarten ausgegangen werden kann. Die Samenkeimfähigkeit vieler charakteristischer Krautarten ist nur von kurzer Dauer (meist 1-5 Jahre). Zusätzlich fehlt oft ein Sameneintrag von angrenzenden artenreichen Flächen. Daher reicht es für die Wiederherstellung des FFH-Status in der Regel nicht aus, zu einer dem Standort angepassten Bewirtschaftung zurückzukehren. In diesem Fall müssen typische FFH-Mähwiesenarten durch Ansaat wieder angesiedelt werden. In einem Projekt des Landwirtschaftlichen Zentrum Baden-Württemberg wurden daher Maßnahmen zur Einbringung gebietsheimischen Saatguts, die der Wiederherstellung bzw. der Neuanlage von FFH-Mähwiesen dienen, auf ihren Erfolg in Bezug auf die Etablierung wertgebender Arten (i.d.R. Magerkeitszeiger) getestet. Weiterhin soll im Projekt untersucht werden, wie lange es dauert, bis der FFH-Status einer derartig bearbeiteten Fläche (wieder-) hergestellt ist.

Material und Methoden

An drei Standorten in Baden-Württemberg – Dornhan, Friedingen, Bühlertann – wurde jeweils der zweifaktorielle Versuch (Ansaatverfahren und Bodenbearbeitung) mit den Varianten Selbstberasung (SB), Einsaat einer gebietsheimischen Wildpflanzen-Saatgutmischung (SM), Übertragung von frischem Mahdgut mit vorheriger flacher (MF) oder tiefer Bodenbearbeitung (MF+P) sowie Heu-Übertragung (MG) angelegt (Tabelle 1). Die Varianten wurden pro Standort dreifach wiederholt. Jede Parzelle hatte eine Größe von 60 m². Der Versuch am Standort Friedingen wurde im Jahr 2014 angelegt. Die Anlage der Versuche in Bühlertann und Dornhan erfolgte im Jahr 2015 bzw. 2016. Details zu FFH-Status und Bewirtschaftung sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tab. 1: Versuchsvarianten

	Faktor 1: Ansaat	Faktor 2: Bodenbearbeitung
SB	keine (Selbstberasung)	flach
SM	Saatgutmischung	flach
MF	Frisches Mahdgut	flach
MF+P	Frisches Mahdgut	tief (Pflug), anschließend flach
MG	getrocknetes Mahdgut (Heu)	flach

Vorbereitung der Empfängerfläche

Um die Konkurrenzkraft der vorhandenen Pflanzenarten in der dichten Grasnarbe zu schwächen und um mehr Licht in den Bestand zu bekommen, wurde zunächst auf den Versuchsflächen offener Boden durch Bodenbearbeitung mit Pflug (Variante: tief) bzw. Kreiselegge oder Rototiller (Variante: flach) geschaffen. Auf dem feinen Saatbett konnten somit die ausgebrachten Samen keimen und die Keimlinge gut anwachsen.

Tab. 2: Informationen zu FFH-Status und Bewirtschaftung der Versuchs- und Spenderflächen

Standort	Naturraum	FFH-Status		Bewirtschaftung	
		Versuchsfläche	Spenderfläche	Versuchsfläche	Spenderfläche
Friedingen (Anlage 2014)	Schwäbische Alb, Mittlere Flächenalb	war nie FFH-Mähwiese	FFH-Mähwiese (Erhaltungszustand A)	<u>Vor 2012:</u> 3-4 Schnitte; Gülle-Düngung <u>Seit 2012:</u> 2 Schnitte, 1. Schnitt ab 15. Juni; keine Düngung	2 Schnitte, 1. Schnitt Ende Juni/Anfang Juli; keine Düngung
Bühler-tann (Anlage 2015)	Schwäbisches Keuper-Lias-Land	FFH-Verlustfläche (ehemals Erhaltungszustand C)	FFH-Mähwiese (Erhaltungszustand B)	<u>Vor 2004:</u> extensiv (keine genaueren Informationen) <u>2004-2015:</u> 4 Schnitte; Gülle (160 kg N) + Ammoniumsulfat <u>Seit 2015:</u> 2 Schnitte; keine Düngung	<u>Vor 2004:</u> 3 Schnitte; jährlich Düngung mit 30 m ³ Gülle <u>seit 2004:</u> 2 Schnitte; keine Düngung
Dornhan (Anlage 2016)	Neckar- und Tauber-Gäuplatten, Obere Gäue	FFH-Verlustfläche (vorher 2010 Erhaltungszustand B)	FFH-Mähwiese (Erhaltungszustand A)	<u>Vor 2014:</u> Intensiv (keine genaueren Informationen) <u>Seit 2014:</u> 2 Schnitte; keine Düngung	1 Schnitt (Anfang Juli); keine Düngung

Gewinnung und Übertragung von Spender-Mahdgut

Das Mahdgut für die Übertragungsvarianten wurde auf artenreichen Spenderflächen mit gutem bzw. hervorragendem FFH-Mähwiesen-Erhaltungszustand (Tab. 2) in 1 – 2 km Entfernung zu der Versuchsfläche gewonnen. Die Mahdgut-Gewinnungen fanden jeweils Mitte Juni statt. Am Tag der frischen Mahdgut-Übertragung wurde die jeweilige Spenderfläche noch taunass gemäht. Ein Teil des frischen Mahdguts wurde direkt mit einem Ladewagen zur Testfläche transportiert. Dort wurde das frische Mahdgut sofort auf

den vorbereiteten Boden mit der Gabel per Hand übertragen. Der andere Teil des Mahdguts wurde auf der Spenderfläche geheut und Mitte September zeitgleich mit der Samenmischung auf die Testflächen ausgebracht. Das übertragene Mahdgut wurde jeweils zwei Tage nach der Ausbringung nochmals mit der Gabel per Hand gewendet, damit mehr Samen ausfallen. Damit die Samen einen guten Bodenschluss haben, wurden die Flächen außerdem nach der Ausbringung bzw. Aussaat gewalzt. Zur Förderung der Keimentwicklung und zur Unterdrückung auflaufender Unkräuter wurde bei einer Bestandshöhe von 15 cm Ende September bei den Frischmahdgut-Varianten ein Schröpfschnitt durchgeführt.

Bei einem mäßigen Biomasseertrag ist laut Kirmer & Korsch (2009) ein Spender- zu Empfängerflächen-Verhältnis von 2:1 bis 5:1 anzustreben bzw. bei frischem Mahdgut eine Ausbringmenge von 0.5 - 1 kg Frischgewicht bei ebenen Flächen. Vor der Gewinnung des Frischmahdguts wurde der Ertrag der Spenderfläche über Schnittproben, die anschließend getrocknet und gewogen wurden, erhoben, um das notwendige Verhältnis von Spender- zu Empfängerfläche zu berechnen. Die Ergebnisse sind Tabelle 3 zu entnehmen. Beim Heu wurden einheitlich und gemäß der Empfehlung der FLL (1999) 300g je m² Ansaatfläche übertragen.

Tab. 3: Informationen zum Spendermahdgut

	Ertrag Spenderfläche im 1. Aufwuchs (dt/ha TM)	Übertragenes Mahdgut (kg FM/m ²)	Frischmahdgut Größenverhältnis Spenderfläche: Empfängerfläche
Friedingen	18	1,5	3,6 : 1
Bühlertann	51	1,4	2,0 : 1
Dornhan*	36	1,4	1,2 : 1

*zunächst 3,6 kg FM/m² (Verhältnis 3,5: 1) ausgebracht, nach 7 Tagen rund 2/3 des Materials entfernt

Saatgutmischung

Die gebietsheimische Saatgutmischung wurde, wie vom Hersteller empfohlen, in einer Ansaatstärke von 4 g je m², gemischt mit Sand (240 g Samen und 1080 g Sand je Ansaatstreifen) um eine gleichmäßige händische Aussaat zu erreichen, ausgebracht.

Beobachtung der Pflanzenentwicklung

Zur Erfolgskontrolle der Maßnahmen wurden jährlich zwischen Ende Mai und Anfang Juni Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Es wurden Klee-Gras-Kraut- sowie Ertragsanteil-Schätzungen der Pflanzenarten nach Klapp & Stählin (1936) sowie Mittlere Bestandshöhe und Lückenanteil erhoben. Bei der Pflanzenentwicklung lag das Augenmerk vor allem auf der Entwicklung der für die FFH-Mähwiesen typischen, sogenannten wertgebenden Arten (LUBW 2017) wie z.B. Margerite, Bocksbart, Salbei oder Flockenblume gegenüber den untypischen, beeinträchtigenden Arten wie z.B. Stumpfblättriger Ampfer, Deutsches Weidelgras, Gemeine Rispe und Wiesen-Kerbel.

Statistische Auswertung

Im jeweils 1. und 2. Jahr nach der Ansaat wurde geschaut, wie die ausgesäten wertgebenden Arten aus Saatgutmischung und Spendermahdgut aufgelaufen sind und sich entwickelt haben. In der Saatgutmischung für Friedingen und Bühlertann waren 28, in der Mischung für Dornhan 29 wertgebende Arten enthalten. Die Anzahl an wertgebenden Arten im Spendermahdgut orientierte sich an der Vegetationsaufnahme der jeweiligen Spenderflächen im Jahr der Mahdgutgewinnung. Demnach sollten im übertragenen Mahdgut die Samen von 22 wertgebenden Arten in Friedingen, 9 in Bühlertann und 16 in Dornhan enthalten sein. Für einen besseren Vergleich der Varianten wurden die Anzahl der

aufgegangenen Arten ins Verhältnis zur jeweiligen Gesamtzahl der ausgesäten, wertgebenden Arten gesetzt:

$$\text{Auflaufrate (\%)} = \text{Anzahl aufgelaufene Arten} / \text{Gesamtzahl ausgesäte Arten} * 100$$

Zur Analyse wurden die Auflaufrate (%) sowie der Ertragsanteil (%) der wertgebenden Arten mit linearen Gemischte-Effekte-Modellen (Paket ‚nlme‘ Version 3.1-131 in R (R Development Core Team 2006)) in Verbindung mit Varianzanalysen auf Varianten- und Standortunterschiede untersucht. Dabei wurde der Einfluss des Versuchsdesign und des tatsächlichen Untersuchungsjahres über ‚Wiederholung‘ und ‚Untersuchungsjahr‘ als Random-Effekte berücksichtigt. Bei fehlender Normalverteilung der Residuen wurden die Daten log-transformiert (nur Ertragsanteil im 1. Ansaatjahr). Für die Post-hoc Tests wurde die Methode Tukey's ‚Honest Significant Difference‘ verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Betrachtet man das Auflaufen und die Entwicklung der gesäten, wertgebenden Arten im 1. und 2. Jahr nach der Ansaat erkennt man sowohl in der Auflaufrate als auch im Ertragsanteil signifikante Unterschiede in den Versuchsvarianten (Tab. 4). Außerdem variieren diese Unterschiede in Auflaufrate und Ertrag durch die verschiedenen Ansaatmethoden an den Standorten (alle Interaktionen ‚Variante:Standort‘ $p < 0,05$).

Tab. 4: Signifikante Unterschiede in Auflaufrate und Ertragsanteil der angesäten, wertgebenden Arten gemäß der lineare Gemischte-Effekt-Modell-Analysen ($p < 0,05$)

	1. Jahr nach Ansaat				2. Jahr nach Ansaat			
	Auflaufrate		Ertragsanteil		Auflaufrate		Ertragsanteil	
	F	p	F	p	F	p	F	p
Variante	12,2	<0,001	23,8	<0,001	18,4	<0,001	25,0	<0,001
Standort	4,4	0,099	5,3	0,075	1,5	0,347	109,0	0,009
Variante:Standort	8,5	<0,001	4,5	0,006	18,5	<0,001	8,8	0,002

Im 1. Jahr nach Ansaat zeigte sich, dass generell in beiden Frisch-Mahdgut-Übertragungsvarianten der Ertragsanteil der aufgelaufenen, wertgebenden Arten höher ist als in den Varianten SM und MG (Abb.1B). Der höhere Ertrag in MF im Vergleich zu MG ist allerdings nur in Friedingen ($p=0,046$) und im Vergleich zu SM nur am Standort Dornhan ($p=0,002$) sehr stark ausgeprägt. Im 2. Jahr nach Ansaat ist der Ertragsanteil der wertgebenden Arten in Bühlertann generell höher als in Friedingen. Der Ertrag in Variante MF ist höher als in den anderen Varianten, jedoch ist der Unterschied zwischen MF und MF+P in Friedingen nicht mehr signifikant ($p=0,920$).

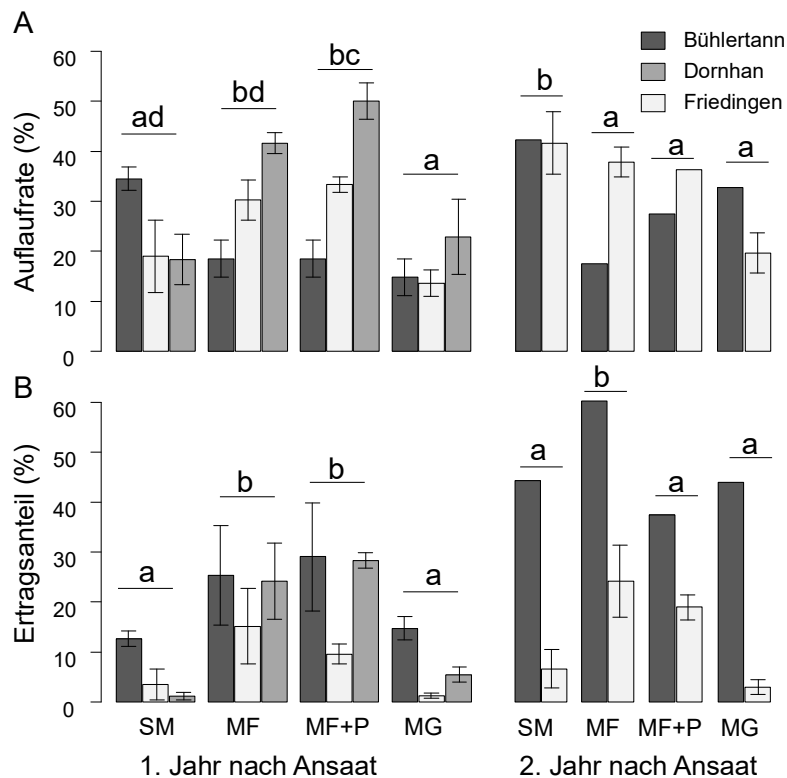


Abb.1: (A) Auflauftrate der angesäten, wertgebenden Arten (%) und (B) deren Ertragsanteile (%) im 1. und 2. Jahr nach Ansaat in den verschiedenen Ansaatvarianten (MW \pm Standardfehler); kleine Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede pro Variante und pro Jahr gemäß Post-hoc Tests ($p < 0,05$); Abkürzung der Varianten siehe Tab.1.

Auch die Auflauftrate der wertgebenden Arten liegt im 1. Jahr nach Ansaat in beiden Frisch-Mahdgut-Varianten im Mittel höher als in der Variante mit trockenem Mahdgut (Abb.1A). Dies ist besonders deutlich am Standort Dornhan zu sehen. Im Standortmittel ist jedoch nur in Variante MF+P die Auflauftrate der wertgebenden Arten höher als in SM. Der Effekt mit mehr aufgelaufenen Arten in MF+P im Vergleich zu MG ist nur in Dornhan stark ausgeprägt. Im 2. Jahr nach Ansaat verändert sich das Artenverhältnis. Die meisten der angesäten, wertgebenden Arten haben sich in SM etabliert. Jedoch unterscheidet sich die Auflauftrate der angesäten, wertgebenden Arten in Friedingen in SM nicht von MF ($p=0,977$) und MF+P ($p=0,880$).

Die Standortunterschiede bei der Entwicklung der angesäten, wertgebenden Arten können zum Teil durch die verschiedenen Bedingungen am jeweiligen Standort (Boden, Klima im Ansaatjahr) erklärt werden. Außerdem trugen Unterschiede in der Artenzusammensetzung und Anzahl an wertgebenden Arten der Spenderflächen zu der speziellen Entwicklung der übertragenen Arten bei. Durch die statistische Analyse wurde der Einfluss des unterschiedlichen Ansaatjahres auf die Ergebnisse minimiert. Die signifikanten Varianten-Effekte gemittelt über die Standorte, zeigen daher einen generellen Trend für den Erfolg von Wiederherstellung bzw. Neuanlage einer FFH-Wiese.

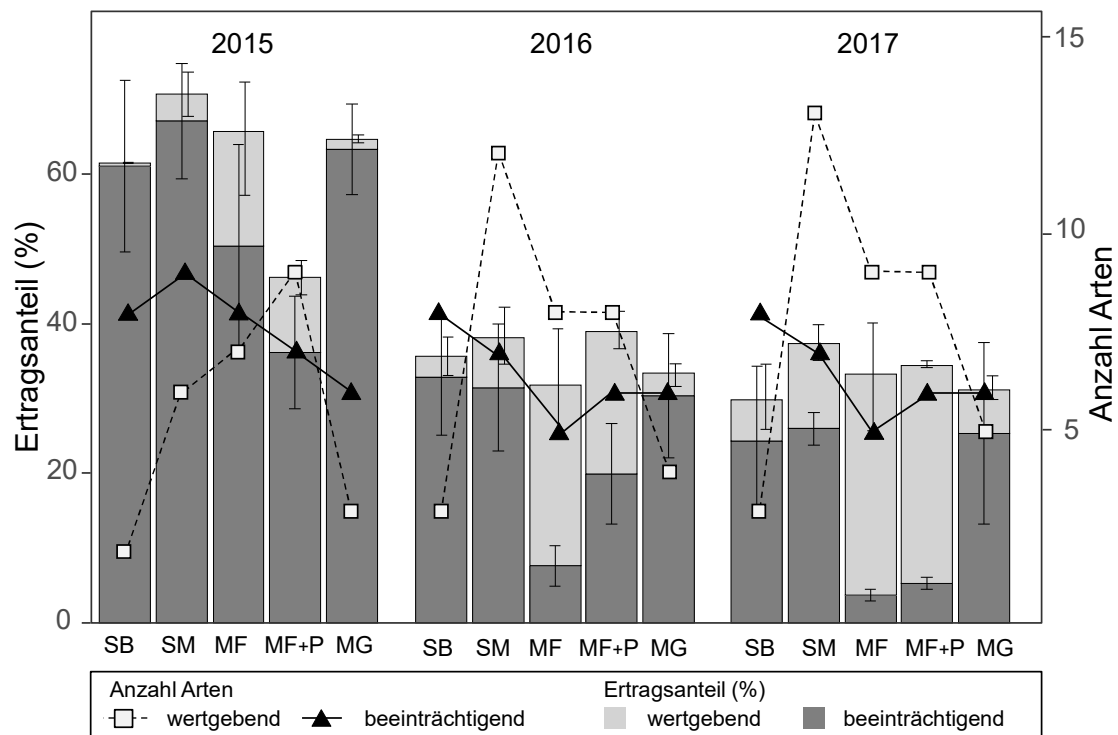


Abb. 2: Ertragsanteile (Mittelwert \pm Standardfehler in %) und durchschnittliche Anzahl der wertgebenden und beeinträchtigen Arten in den verschiedenen Versuchsvarianten (Abkürzungen siehe Tab. 1) im Jahresvergleich 2015-2017 am Standort Friedingen.

Abbildung 2 zeigt die dreijährige Entwicklung aller wertgebenden und beeinträchtigten Arten am Versuchsstandort Friedingen. Zwar gibt es in der Variante SM bis auf 2015 insgesamt die meisten wertgebenden Arten (nicht nur durch Ansaat sondern auch aus Bodensamenbank), jedoch ist deren Anteil am Ertrag relativ gering. Bereits 2015 ist der größte Anteil der wertgebenden Arten am Ertrag in der Variante MF zu finden, welches sich durch in den folgenden Jahren weiter bestätigt. Auch in MF+P nimmt der Anteil der wertgebenden Arten deutlich zu. Die meisten beeinträchtigenden Arten gibt es hingegen (bis auf 2015) in der Variante Selbstberasung. Generell nimmt der Ertragsanteil der beeinträchtigenden Arten in Friedingen bisher mit jedem Jahr weiter ab, alle Varianten scheinen dementsprechend eine positive Entwicklung zu nehmen.

Insgesamt zeichnet sich besonders in Friedingen ein Trend ab: Die Übertragung von frisch geerntetem Mahdgut führte zu einer hohen Anzahl und höheren Ertragsanteilen an Magerkeitszeigern im Varianten-Vergleich, während der Anteil von den Lebensraumtyp beeinträchtigenden Arten vergleichsweise gering war. Die Ergebnisse bestätigen bisherige Erkenntnisse (Kirmer et al. 2012), wonach der Samenverlust bei der Trocknung höher ist als bei getrocknetem. Artzahlen und Ertragsanteile von 2017 zeigen weiterhin, dass die Frischmahdgut-Variante mit tiefer Bodenbearbeitung nicht im Vorteil gegenüber flacher Bodenbearbeitung war. Jedoch scheinen sich diese beiden Varianten in Bezug auf Magerkeitszeiger und den Lebensraum beeinträchtigende Arten anzunähern (Abb. 2), da der Ertragsanteil an beeinträchtigenden Arten bei gleichbleibender Artenzahl zurückgegangen ist.

Ein Grund für die gute Entwicklung bei der Frischmahdgut-Übertragung ist vermutlich, dass die Pflanzen der Spenderfläche in der unmittelbaren Umgebung gewachsen sind und somit optimal an Klima und Standortbedingungen angepasst sind. Die Etablierung von einem größeren Artenspektrum könnte über eine wiederholte Frischmahdgut-Übertragung (dann jeweils nur auf Teilflächen der Empfängerfläche) bzw. die Kombination von mehrfachen

Ernten bei der getrockneten Mahdgut-Übertragung erfolgen. Zusätzlich könnte bei beiden Varianten erworbenes regionales Wildpflanzen-Saatgut beigemischt werden. Optimierungspotential gibt es bei der Wiederherstellung über die Ansaat von Regiosaatgutmischung. Hierzu könnte anstatt einer Standardmischung mit Samen aus einer doch relativ großen Region, eine jeweilige Mischung mit typischen Arten des näheren Umfelds gezielt zusammengestellt und eventuell die Ansaatstärke variiert werden.

Schlussfolgerungen

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich an allen drei Standorten die Varianten mit frischer Mahdgut-Übertragung bisher am erfolgreichsten für die Wiederherstellung bzw. die Neuanlage der FFH-Mähwiesen-Artenzusammensetzung zeigte: Es etablierte sich ein höherer Ertragsanteil an Magerkeitszeigern. Die meisten wertgebenden Arten, unabhängig von deren Ertrag, gab es jedoch durch die Ansaat über die Saatgutmischung.

Danksagung

Die Autoren danken dem Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg für die Förderung dieses Projektes.

Literatur

FLL (1999): *Empfehlungen für Besondere Begrünungsverfahren*, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (Hrsg.), Bonn

LUBW (2017): Ergänzung zu den Kartieranleitungen für die beiden Lebensraumtypen 6510 Magere Flachland-Mähwiesen und 6520 Berg-Mähwiesen - Artenliste. *Handbuch zur Erstellung von Management-Plänen für die Natura 2000-Gebiete in Baden-Württemberg: Anhang XIV*, 461-476

KIRMER, A. & KORSCH, H. (2009): *Spenderflächenkataster zur Gewinnung von autochthonem Grünland-Saatgut für Thüringen - Methodik, Stand und Perspektiven*. Unter Mitarbeit von Gottfried Jetschke, Andreas Lux, Brigitte Max, Norbert Müller und Werner Westhus. Hg. v. Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (TLUG)

KIRMER, A., KRAUTZER, B., SCOTTON, M. & TISCHEW, S. (2012): *Praxishandbuch zur Samengewinnung und Renaturierung von artenreichem Grünland*. Irdning: HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

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

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2006): *R: a language and environment for statistical computation*, Wien, <http://www.r-project.org>

Sortenunterschiede in Blattmasseertrag bei Rotklee und Luzerne

^{1,2}A. PACZKOWSKI, ²J. ISSELSTEIN UND ¹S. HARTMANN

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

²Georg-August Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,
Graslandwissenschaft

anna.paczkowski@lfl.bayern.de

Einleitung und Problemstellung

Mit Hilfe der Separierung der Blatt- und Stängelfractionen bei Luzerne und Rotklee können höhere Rohproteingehalte und Verbesserungen des Aminosäureprofils für die Verfütterung an Monogastrier erreicht werden (Sommer und Sundrum 2013, 2014). Aus diesem Grund wird der Luzerne- und Rotkleeblattmasse immer mehr Bedeutung zugeschrieben. Bei der Untersuchung der Rohprotein- und Rohfaserkonzentrationen in Luzerneblättern wies Popovic et al. (2001) auf die signifikante Bedeutung von Anbaujahr, Schnittnummer, Entwicklungsstadium und Höhe des Bestandes auf die Rohproteinkonzentration in Luzerneblättern hin und bestritt die Signifikanz der Sorte. Sommer und Sundrum (2015) bestätigen teilweise, dass die Faktoren Anbaujahr, Standort und Anbaumethoden die wichtigsten Varianzursachen für Rohproteingehalt in Blattmasse von kleinkörnigen Leguminosen sind. Dennoch wurden bisher der speziellen Sorteneignung und der Interaktion aus Sorte und Umwelt wenig Beachtung geschenkt. Bisher veröffentlichte Ergebnisse liefern kaum Informationen in Bezug auf die Blattmasseerträge von Luzerne und Rotklee unter Berücksichtigung von Standortunterschieden wie Klima oder Bodenart.

Um den Einfluss des Standortes auf die Blattmasseerträge ausgewählter Luzerne- und Rotkleesorten aufzuklären, wurde im Jahr 2017 ein langfristiger Versuch gestartet. Im Rahmen des Versuchs wurden an sieben Standorten aus dem dritten Schnitt Luzerne- und Rotkleeproben erhoben, mittels eines Steigsichters in Blatt- und Stängelfraktion getrennt und anschließend die Blattmasseerträge pro Standort geschätzt. Die unten präsentierten Ergebnisse beziehen sich auf die ersten Daten eines ‚multi-site‘ Experiments zu den Blattmasseerträge von Luzerne und Rotklee in Deutschland.

Material und Methoden

Proben für die durchgeführten Versuche stammen aus den regulären Landessortenversuchen für Luzerne und Rotklee, die im Frühling und Sommer 2016 angelegt wurden. An allen Standorten wurden Parzellenversuche als randomisierte Blockanlagen mit vier Wiederholungen angelegt. Untersucht wurden vier Luzerne- und fünf Rotkleestandorte in Thüringen (TH), Hessen (HE) und Bayern (BY). Es wurden diploide und tetraploide Sorten verwendet; die Anzahl der insgesamt je Standort angebauten Sorten variierte (Tab. 1). Die Standorte haben unterschiedliche Klimabedingungen; das gilt für die langjährigen Mittel von Temperatur und Niederschlag (Tabelle 1) wie auch die Witterungsbedingungen des untersuchten Aufwuchses (Abbildung 1).

Die Probennahme und Parzellenbeerntung erfolgten gleichzeitig mittels Biomassevollernters mit Ertragsfeststellung. Danach wurden die entnommenen Proben schonend in einer Satz Trocknung bei 40 °C getrocknet und anschließend mit einem Steigsichter (bzw. Windsichter) in Blatt- und Stängelfractionen getrennt.

Der Blattmasseertrag wurde mit Hilfe des Blattmasseanteils (Daten nicht dargestellt) und des Parzellenertrags berechnet (Trockenmasse, 105 °C). Statistische Auswertungen wurden mittels R Version 3.3.0., und dem R-Paket „agricolae“ durchgeführt. Das statistische Modell bestand aus drei fixen Effekten: Genotyp, Umwelt (bzw. Standort) und Wiederholung sowie einer Interaktion zwischen Genotyp und Umwelt. Paarweise Vergleiche wurden nach Newman-Keuls ermittelt und durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p < 0,05$). Mittelwertevergleich der Ploidie beim Rotklee erfolgte mittels t – Test ($p < 0,05$).

Tab. 1: Langjährige Klimadaten, Anbaubedingungen an den Luzerne- und Rotkleestandorten (Quelle: Angaben der Versuchsstationen) sowie Anzahl der angebauten Sorten und deren Ploidie (diploide Sorten (D): R01, R03, R07, R08, R10, R11, R13, R18, tetraploide Sorten (T): R02, R05, R06, R12, R14, R15, R16, R17)

Standort	Art	Sorten- zahl	Boden- art	Wetterstation	Temp. LJ-MI	[°C]	Niederschlag [mm] LJ-MI
Haufeld (TH)	LUZ	12	L	Haufeld	8,9		585
Eichhof (HE)	LUZ	6	IS	Eichhof	7,7		789
Steinach (BY)	RKL	5D + 3T					
	LUZ	15	sL	Steinach	8,9		851
Osterseeon (BY)	RKL	8D + 8T					
	RKL	7D + 6T	Ls	Osterseeon	8,7		998
Schwarzenau (BY)	LUZ	15	uL	Schwarzenau	10,3		654
Grafenreuth (BY)	RKL	8D + 8 T	Ls	Braunersgrün	7,9		690
Puch (BY)	RKL	8D + 8T	Ls	Puch	9,4		716

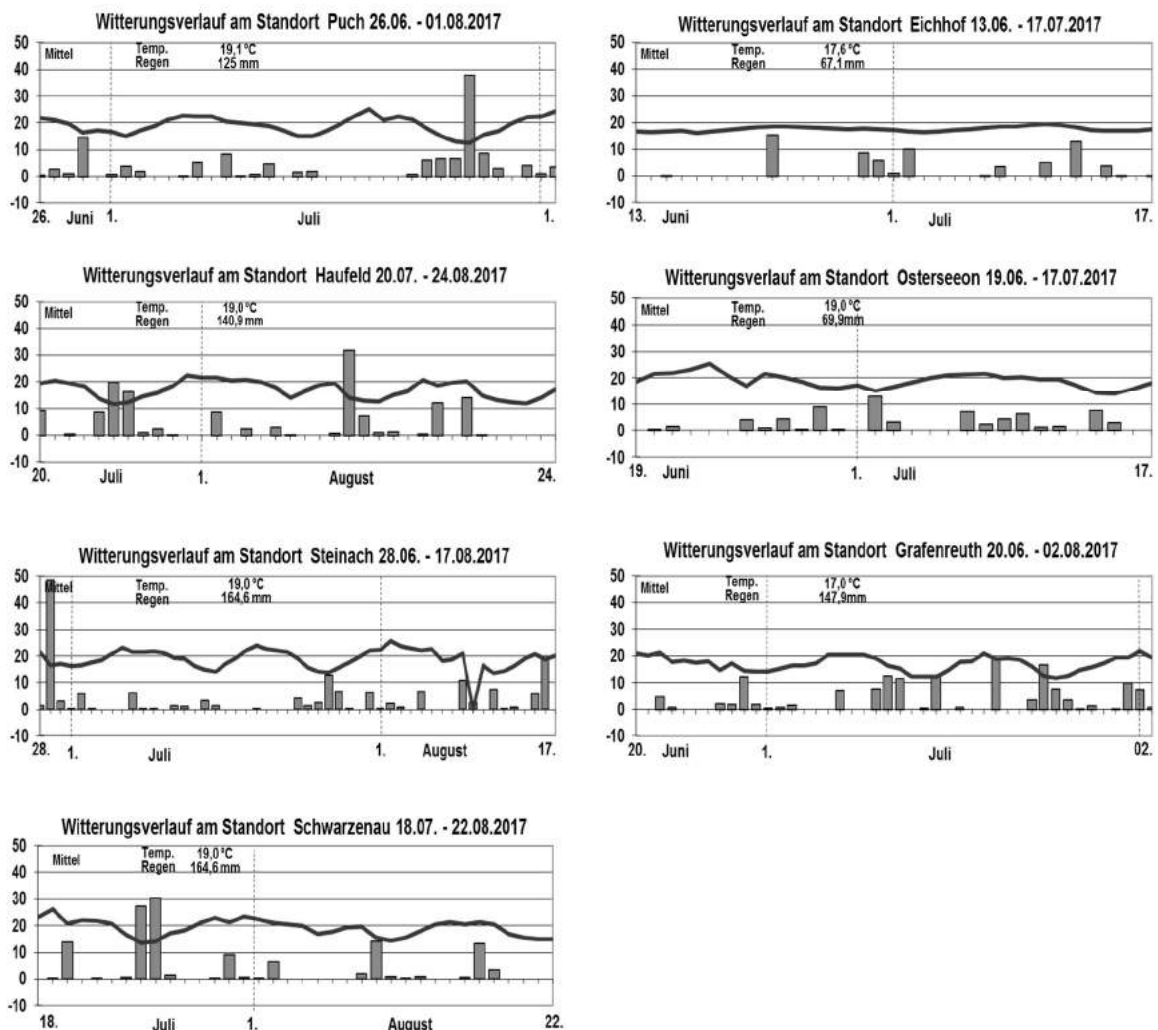


Abb. 1: Witterungsverlauf an untersuchten Standorten in der dritten Aufwuchsphase

Ergebnisse und Diskussion

Die Interaktion zwischen den Anbauort und Sorte (Tabelle 2) ist für Luzerne sowie für Rotklee signifikant. Die Signifikanz der Unterschiede kann durch die unterschiedlichen Witterungen an den jeweiligen Standorten erklärt werden.

Tab. 2: Ergebnisse der ANOVA für den Einfluss der experimentellen Faktoren auf die Luzerne- und Rotklee-Blattmasseerträge

Leguminose	Faktor	FG	QS	MQS	F-Wert	p-Wert
Luzerne	Genotyp	14	88,67	6,334	2,56	<0,01
	Wiederholung	3	5,22	1,742	0,7	0,552
	Umwelt	3	232,07	77,357	31,21	<0,001
	Genotyp:Umwelt	30	137,77	4,592	1,85	<0,01
Rotklee	Genotyp	15	718,6	47,91	16,29	<0,001
	Wiederholung	3	3,4	1,12	0,38	0,768
	Umwelt	4	4042,3	1010,57	343,36	<0,001
	Genotyp:Umwelt	49	211,7	4,32	1,47	0,036

Blattmasseerträge beim Rotklee

Am Standort Eichhof wurden deutlich niedrigere Rotklee-Blattmasseerträge erreicht im Vergleich zu den restlichen Rotkleestandorten, was durch den vergleichsweise hohen Anteil an diploiden Sorten im dort angebauten Prüfsortiment erklärbar ist. Die diploiden Rotkleesorten haben an allen Standorten durchschnittlich $1,5 \text{ dt ha}^{-1}$ niedrigere Blattmasseerträge erreicht und unterscheiden sich signifikant von den tetraploiden Sorten ($p < 0,05$). Dennoch gehörten diploide Rotkleesorten R07, R08 und R10 an den Standorten Grafenreuth, Osterseeon und Steinach zu den Leistungsfähigsten.

Der Faktor Genotyp und Ploidie der Sorte waren an den Standorten mit optimalen Wetterbedingungen für das Rotkleewachstum (ausreichende Wasserzufuhr, milde Temperaturen und schwere Böden) nicht entscheidend und sowohl diploide als tetraploide Sorten ein hohes Blattmasseertragsniveau sicherten (Abbildung 2). Die Standorte Puch und Osterseeon wurden vor dem dritten Schnitt geringen Niederschlägen und langanhaltenden hohen Temperaturen ausgesetzt. Die ungünstigen Witterungen führten zu deutlicher sichtbaren Genotypen. Die tetraploiden Sorten erreichten wesentlich höhere Blattmasseerträge im Vergleich zu den diploiden und unterscheiden sich signifikant mit einer Spanne von $19,96 \text{ dt ha}^{-1}$ (R14) bis $12,63 \text{ dt ha}^{-1}$ (R10) in Puch ($p < 0,05$) und von $10,85 \text{ dt ha}^{-1}$ (R14) bis $7,96 \text{ dt ha}^{-1}$ in Osterseeon ($p < 0,05$). Die Beobachtungen weisen auf eine größere Widerstandsfähigkeit der tetraploiden Sorten gegenüber den diploiden Sorten in Bezug auf extreme Wetterfaktoren hin. Im Gegensatz zum Standort Puch wurden am Standort Osterseeon keine höheren Niederschläge kurz vor dem dritten Schnitt registriert. Die trocken-warmen Wetterbedingungen in Osterseeon erleichterten die Entwicklung von Krankheitserregern (Anthracnose), was in Hinblick auf den Blattmasseertrag mindernd wirkte.

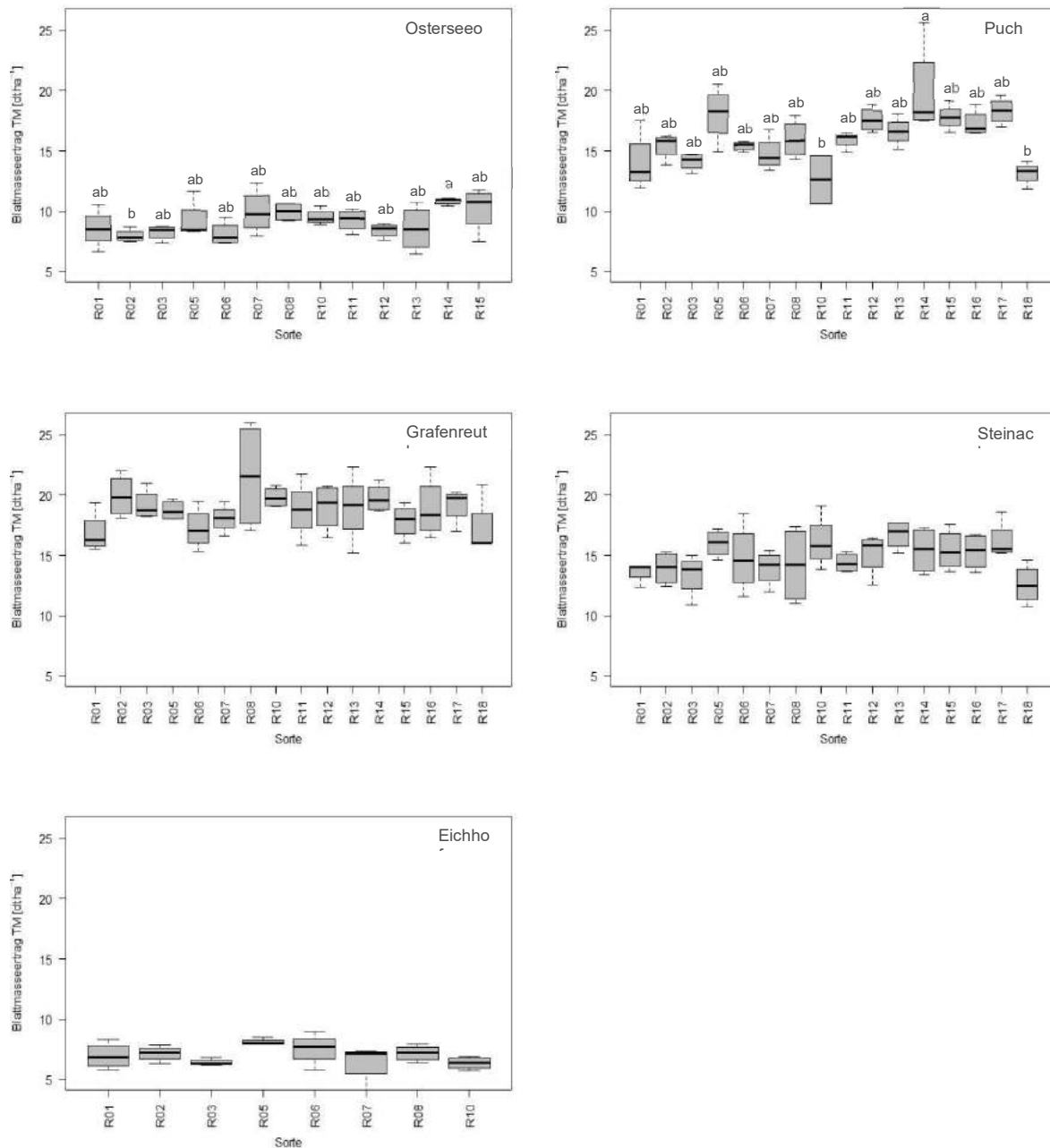


Abb. 2: Mittelwerte der Rotklee-Blattmasseerträge an jeweiligen Standorten. Paarweise Vergleiche wurden nach Newman-Keuls ermittelt und bei signifikanten Unterschieden durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p < 0,05$).

Blattmasseerträge bei der Luzerne

Die Luzernesorten zeigten eine stärkere Interaktion zwischen Anbauort und Genotyp als die Rotkleeorten und passten sich flexibler an die Umweltfaktoren des Anbauortes an (Tab. 2). Dies führte zu unterschiedlichen Sortenreihungen und in Folge davon zu nichtsignifikanten Unterschieden der Blattmasseerträge bei den angebauten Sorten (Abb. 3).

Die Standorte unterscheiden sich signifikant in den Blattmasseerträgen, mit einer Spanne von $11,95 \text{ dt ha}^{-1}$ in Eichhof bis $16,22 \text{ dt ha}^{-1}$ in Haufeld. An den Standorten Haufeld, Schwarzenau und Steinach wirkten sich zum Zeitpunkt des dritten Schnitts günstige Wetterbedingungen auf den Bestand aus. Zwar waren dort ergiebige Niederschläge registriert, jedoch waren sie mit verhältnismäßig hohen Temperaturen verbunden und

trugen somit zu einem höheren Ertragsniveau bei. Die ungünstigen Witterungsbedingungen am Standort Eichhof, mit niedrigeren Temperaturen und Niederschlägen führten zu einem Befall undefinierter Blattflecken bei Luzerne und wirkten sich dort mindernd auf den Blattmasseertrag aus.

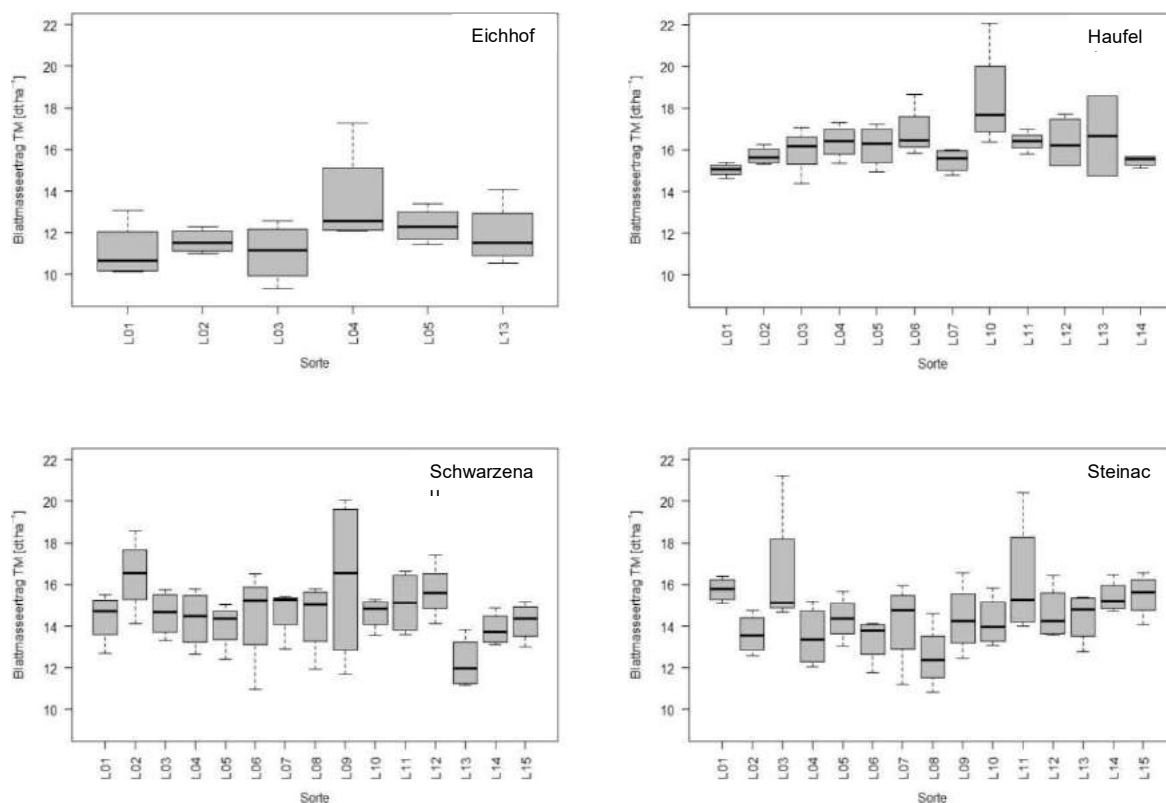


Abb. 3: Mittelwerte der Luzerne-Blattmasseerträge an jeweiligen Standorten. Paarweise Vergleiche wurden nach Newman-Keuls ermittelt und bei signifikanten Unterschieden durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet ($p < 0,05$).

Schlussfolgerungen

Sowohl die diploiden als auch die tetraploiden Rotkleearten liefern hohe Blattmasseerträge. An Standorten mit optimalen Witterungsbedingungen für die Rotkleeentwicklung sind beide Gruppen wettbewerbsfähig. Jedoch, beim Auftreten von extremen Witterungsfaktoren zeigen sich tetraploide Rotkleearten weniger anfällig und bieten stabilere Blattmasseerträge. Die Luzernesorten zeigen starke Wechselwirkungen zwischen Sorte und Umwelt, wodurch keine Trends bei den Blattmasseerträgen der Luzernesorten zu erkennen sind. Die oben präsentierten Ergebnisse sind Teil eines laufenden Versuchsvorhabens. Um belastbare Aussagen zur Leistungsfähigkeit, der in Deutschland in größerem Umfang angebauten Luzerne- und Rotkleearten für ihren Blattmassenertrag zu liefern, wird das Vorhaben an den genannten Standorten fortgesetzt.

Literatur

SOMMER, H. & SUNDRUM, A. (2013): Blattmasse von Rotklee als Proteinquelle für Schweine. In: Beitr. 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Bonn.

SOMMER, H. & SUNDRUM, A. (2015): Ganzpflanze und Blattmasse verschiedener Grünleguminosen als Eiweißquelle in der Schweinefütterung. 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Eberswalde, Tagungsband.

SOMMER, H. & SUNDRUM, A. (2014): In-Vitro-Verdaulichkeiten der Parameter Rohprotein und Lysin von Blattmasse und Ganzpflanze von Luzerne und Anderen Kleeartigen. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Band 28.

POPOVIC, S., M. STJEPANOVIC, S. GR LJUSIC, T. CUPIC & TUCAK, M. (2001): Protein and fiber contents in alfalfa leaves and stems. In: Delgado I. (ed.) Delgado I. (ed.), Lloveras J. (ed.). Quality in lucerne and medics for animal production. Zaragoza (Spain): CIHRAM-IAMZ, p. 215-218

Grüne Seedeiche für den Küstenschutz

A. GRAUNKE UND N. WRAGE-MÖNNIG

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

annelie.graunke@uni-rostock.de

Einleitung und Problemstellung

See- und Ästuardeiche erfüllen wichtige Funktionen im Küstenschutz und werden so konstruiert und gebaut, dass ein sicherer Sturmflutschutz gewährleistet werden kann. In diesem Sinne liegt auch bei der Auswahl von Ansaatmischungen für Seedeiche der bisherige Fokus auf dem Schutz des Deiches vor einem Versagen durch Ereignisse wie Überströmen, Wellendruckschlag und Erosion. Seedeiche können aber auch als Ökosysteme verstanden werden, die neben den technischen Ansprüchen zusätzlich ökologische Dienstleistungen und Funktionen erfüllen. Vor diesem Hintergrund sollten im Rahmen des Verbundprojekts EcoDike 6 Testvegetationen definiert werden, die den ökologischen Wert der Vegetation von Deichflächen erhöhen sollen, ohne die Deichsicherheit zu beeinträchtigen.

Material und Methoden

Erstellung einer Datenbank

Zum Aufbau einer Artdatenbank wurde eine Literaturrecherche zur Vegetation küstennaher Standorte durchgeführt. Dabei wurden von 7 Autoren 382 Vegetationsaufnahmen von Deichen, Dünen, Deichvorländern, Salzgrünland und Küstenmooren digitalisiert. Eine Ergänzung dieser Artdatenbank erfolgte durch das Einpflegen von Arten aus bestehenden Ansaatmischungen für Seedeiche (u.a. Jittler, 2001) und Empfehlungen für Ansaatmischungen auf Seedeichen (u.a. EAK, 2007; Hiller, 1973). Im Juli und August 2017 wurden zusätzlich Kartierungen auf Deichabschnitten in der Leybucht und im Raum Norddeich sowie auf Pellworm durchgeführt. Um ein möglichst breites Spektrum der Vegetation abzudecken, wurden jeweils 2 Teilflächen von 50 cm x 50 cm auf der Seeseite und der Landseite, sowie auf Höhe der Deichkrone und auf Höhe des Deichfußes untersucht.

Durch die Literaturrecherche, Interviews und die eigenen Kartierungen ergab sich ein Repertoire von 280 Arten. Zur Beurteilung dieser Arten auf ihre Eignung für zukünftige Ansaatmischungen wurden Anforderungen an mögliche Zielarten definiert und den Anforderungen entsprechende Arteigenschaften zugeordnet (Tab. 1).

Tab. 1: Anforderungen an die Zielvegetation und zugeordnete Arteigenschaften (Auszug)

Anforderung an die Zielvegetation	Arteigenschaften
Schutz vor Oberflächenerosion, Erhöhung der örtlichen Standsicherheit	Wuchshöhe, Durchwurzelungstiefe, Lebensformtyp, Lebensdauer, Rosettentyp, Ausläuferbildung, Horstwüchsigkeit, Klasse
Widerstandskraft gegen mechanische Belastungen durch Mensch, Tier und Treibgut	Mahd-, Weide-, Trittverträglichkeit
Salzverträglichkeit, Schwermetallresistenz	Zeigerwertzahlen nach Ellenberg
Steigerung des ökosystemaren Wertes	Blumenklasse, Futterpflanze für Schmetterlinge, Blühzeitraum, Gefährdung, Futterwert

Die Arteigenschaften wurden aus Online-Datenbanken wie BioFlor (Klotz et al., 2002) und FloraWeb (Bundesamt für Naturschutz, 2017) zusammengetragen.

Auswertung der Datenbank

Zur Identifizierung möglicher Zielarten wurde eine Hauptkomponentenanalyse (PCA) für alle monokotylen Arten und eine für alle dikotylen Arten durchgeführt. Da die Arten aus den bekannten Saatmischungen auf Grundlage ihres hohen Erosionswiderstands und den guten Pflegeeigenschaften Verwendung finden, wurden diese Arten als Referenzarten in die statistische Auswertung genommen. Durch die Hauptkomponentenanalysen wurden zunächst mögliche Zielarten mit ähnlich guten Werten bei Eigenschaften wie der Mahd-, Weide- und Trittverträglichkeit sowie dem Futterwert identifiziert. Diese Arten wurden anschließend auf weitere, den Erosionswiderstand und den ökologischen Wert steigernde Eigenschaften untersucht und mit Expertenwissen auf ihre Eignung für zukünftige Saatmischungen eingestuft.

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm R (Version 3.3.2, R Core Development Team 2016) realisiert.

Ergebnisse und Diskussion

Die Hauptkomponentenanalyse der Monokotyledonen ergab eine Clusterung der Arten aus den bestehenden Saatmischungen im unteren rechten Quadranten (Abb. 1, oben). Die Dikotyledonen zeigen eine Clusterung im oberen rechten Quadranten (Abb. 1 unten). Damit konnten potentielle Zielarten über die räumliche Verteilung identifiziert werden. Die Screeplots zu den Hauptkomponentenanalysen zeigen, dass in beiden Fällen die Mahdverträglichkeit und der Futterwert eine große Rolle spielen (Abb. 2).

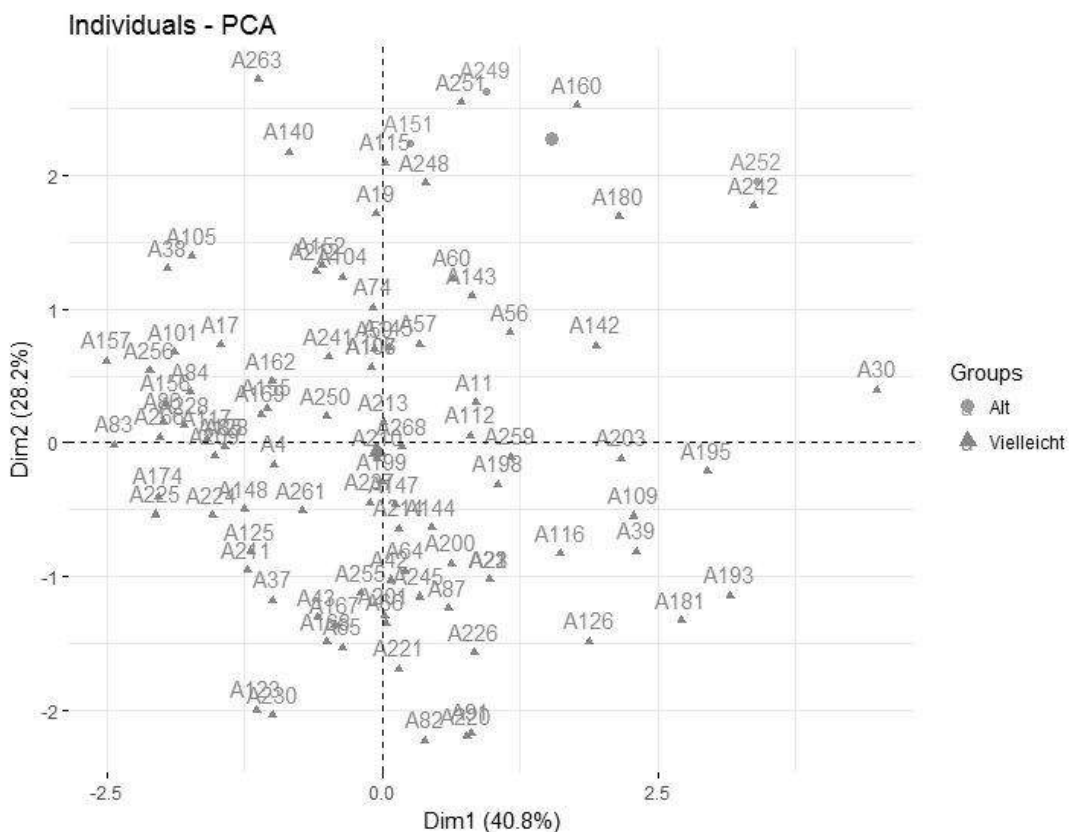
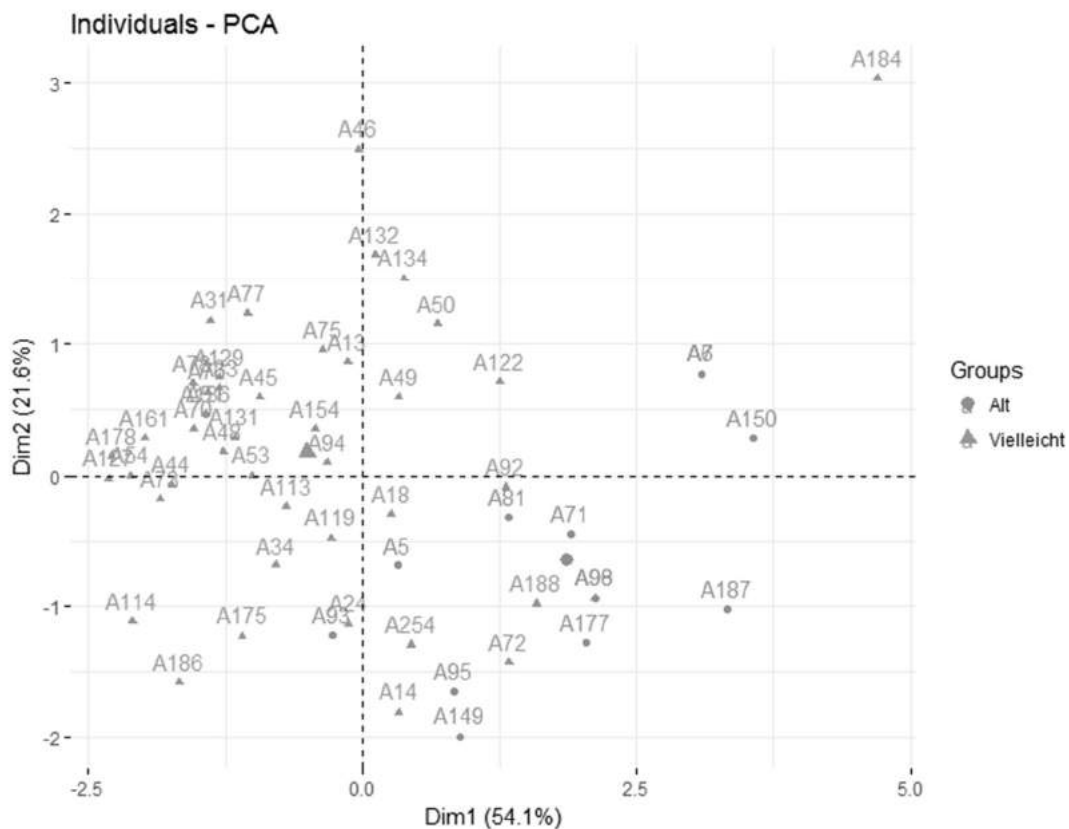


Abb. 1: Hauptkomponentenanalysen der Monokotyledonen oben und Dikotyledonen unten (alt: Arten aus bekannten Saadmischungen und Empfehlungen, vielleicht: potentielle Arten für neue Saadmischungen aus der Datenbank)

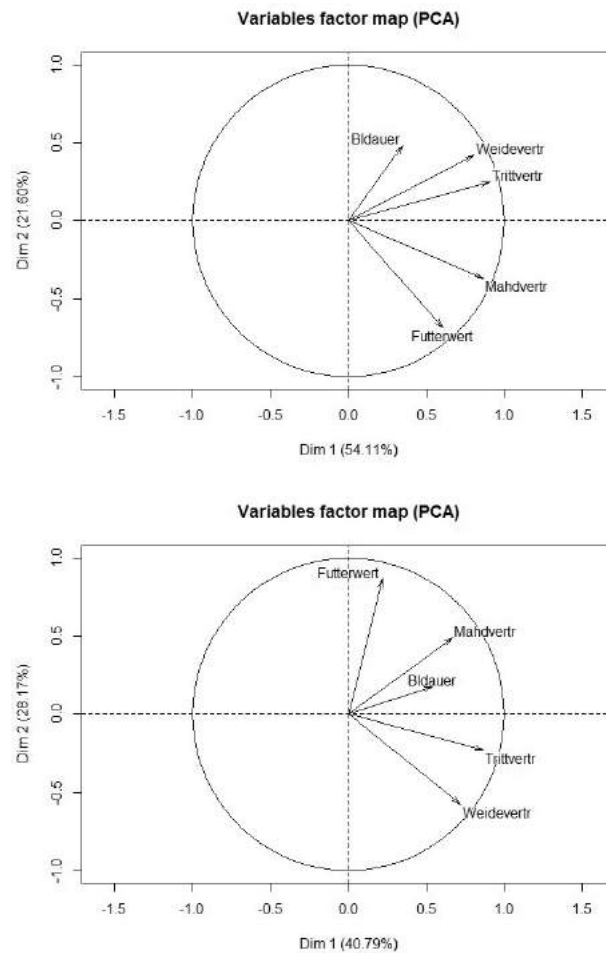


Abb. 2: Screeplots der PCA der Monokotyledonen links und der PCA der Dikotyledonen rechts

Definition der Testvegetationen

Zur Gewährleistung der Deichsicherheit bei gleichzeitiger Steigerung des ökologischen Werts der Vegetation wurde die Standardmischung nach Empfehlung des Kuratoriums für Forschung im Küsteningenieurwesen (EAK, 2007) als Basis genommen und stufenweise abgewandelt (Tab. 2).

Tab. 2: Charakterisierung der Testvegetationen (TV) und der Anteil an Gräsern, Kräutern und Leguminosen sowie die Gesamtartenzahl

	Anzahl Gräser	Anzahl Kräuter	Anzahl Leguminosen	Gesamtartenzahl
TV1: Standard nach EAK	3	1	0	4
TV2: TV1 mit anderen Gräsern	5	1	0	6
TV3: TV1 mit mehr Kräutern	3	2	3	8
TV4: Gräser nach TV2 und Kräuter nach TV3	5	2	3	10
TV5: Bienenweide eigene Mischung	1	11	6	18
TV6: Bienenweide Fertigmischung	0	17	3	20

Die für die Mischung 1 empfohlene Saatkichte von 3 Körnern/cm² (EAK, 2007) wurde für die Mischungen 2-5 auf 0,6 keimfähige Körner/cm² reduziert, um den Konkurrenzdruck zu minimieren. Da es sich bei der Mischung 6 um eine Fertigmischung handelt, wird entsprechend den Herstellerempfehlungen ausgesät.

Schlussfolgerungen/Ausblick

Die sechs Testvegetationen werden auf ihre Eignung zur Begrünung für Seedeiche in Rostock in einem Feldversuch getestet. Alle Mischungen wurden in 4-facher Wiederholung auf Nordsee-, bzw. Ostseedeichsubstraten im April 2018 ausgesät. Es werden Daten zur Auflaufzeit und Entwicklung der Bodendeckung, der Durchwurzelung und dem Blühangebot für verschiedene Bestäuber erhoben. Außerdem sollen über Isotopenanalysen Informationen zur Konkurrenz zwischen den Arten (¹³C) und zur Stickstofffixierung der Leguminosen (¹⁵N) gewonnen werden.

Zur Gewährleistung der Deichsicherheit werden ausgewählte Saadmischungen in großskaligen Experimenten von Projektpartnern unter Belastungen getestet. An der RWTH in Aachen wird am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft das hydraulische Verhalten und der Widerstand der Testvegetationen bei Überströmung untersucht. Dazu wurden Pflanzkästen angelegt, die für entsprechende Untersuchungen in einen Überströmkanal eingebaut werden können. Zusätzlich wurde ein Experiment zur Simulation der Auswirkungen von Wellendruckschlag entwickelt. Am Ludwig-Franzius-Institut in Hannover wird in einem Außenwellenbecken der Einfluss der Wellenbelastung auf die Vegetationsentwicklung und die Widerstandskraft der Grasnarbe untersucht. Dazu werden 4 Mischungen mit und ohne Wellenbelastung über Parameter wie Pull-out Tests, Scherfestigkeit, Bedeckungsgrad und Wurzelparameter verglichen.

Ziel des Projekts ist es, Empfehlungen für neue Vegetationsmischungen für Seedeiche zu entwickeln, die sowohl dem Küstenschutz dienen als auch zusätzliche ökologische Dienstleistungen erbringen.

Literatur

EAK. (2007): Empfehlungen für Küstenschutzwerke. Korrigierte Ausgabe 2007. In: Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI) (Hg.): *Die Küste*, Bd. 65. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau (BAW).

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2017) FLORAWEB: Daten und Informationen zu Wildpflanzen und zur Vegetation Deutschlands Internet: <http://www.floraweb.de>. (letzter Zugriff: 24.02.2017)

HILLER, H. (1973): Über das Schutzvermögen der Grasnarben auf einigen Standorten in Ostfriesland. In: Husemann, C.; Grubinger, H.; Kuntze, H.; Lecher, K. u.a. (Hg). *Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung* 14, 99-111, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

JITTLER, M. (2001): Struktur- und Standortanalysen der Vegetation von Landesschutzdeichen im Elbeästuar: Eine Analyse vor dem Hintergrund der Deichsicherheit. Hamburg: *Kovač, 2001*.

KLOTZ, S., KÜHN, I. & DURKA, W. [HRSG.] (2002): BIOLFLOR - Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. - *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 38. Bonn: Bundesamt für Naturschutz. Internet : <http://www2.ufz.de/biolflor/index.jsp> (letzter Zugriff: 24.02.2017)

R CORE DEVELOPMENT TEAM (2016): R: A Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna.

Was bewegt die AGGF?

Ein Überblick über inhaltliche und strukturelle Entwicklungen 1998-2017

H.K. PAESEL UND J. ISSELSTEIN

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,
Abteilung Graslandwissenschaft, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

hpaesel@gwdg.de

Einleitung und Problemstellung

Die Jahrestagung der AGGF dient als zentrale Austauschplattform für die Grünland- und Futterbauforschung im deutschsprachigen Raum. Im Laufe der letzten Jahrzehnte sind die Anforderungen an die Landwirtschaft stetig gewachsen. Eine stark steigende Nachfrage nach Agrargütern soll befriedigt werden, während gleichzeitig negative Umwelteffekte, klimaschädliche Emissionen und ein weiterer Verlust an Biodiversität verhindert werden sollen. Ebenso fordert die Gesellschaft, Tiere artgerechter zu halten und die Existenzfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe sicherzustellen (DBU 2016, Isermeyer 2014, WBGU 2011). Diese Herausforderungen stehen stellvertretend für eine Reihe an globalen Herausforderungen, welche eine Alternative zum regierenden Wirtschaftsmodell immer dringlicher werden lassen. In diesem Kontext wird eine Reform der Wissenschaft gefordert. Im Rahmen der sog. transformativen Forschung soll sie eine aktive und gestaltende Rolle für die Lösung von Nachhaltigkeitsfragen einnehmen. Ein zentrales Element der transformativen Forschung ist Transdisziplinarität, d.h. ein gleichberechtigter Austausch nicht nur zwischen den Disziplinen, sondern auch zwischen Wissenschaft und Praxis (Harris & Lyon 2014, Schneidewind et al. 2016, WBGU 2011). Es stellt sich die Frage, wie sich die im Rahmen der AGGF repräsentierte Grünlandforschung angesichts der skizzierten Herausforderungen entwickelt hat. Sind bereits Anzeichen in Richtung einer zunehmend transformativen Forschung erkennbar?

Dies wurde im Rahmen einer Auswertung der Tagungsbandbeiträge der Jahre 1998-2017 versucht zu beantworten. Es wurde angenommen, dass Veränderungen in den folgenden Bereichen nachgewiesen werden können:

- 1) Themen – eine stärkere Präsenz von nachhaltigkeits- und umweltbezogenen Fragestellungen
- 2) Art der Forschung – eine Tendenz zu mehr Transdisziplinarität und größeren räumlichen Skalen
- 3) Anwendbarkeit der präsentierten Forschungsergebnisse – eine stärkere Lösungs- und Innovationsorientierung

Material und Methoden

Grundlage für die Auswertung bildet eine im Rahmen des EU-Projekts Inno4Grass erstellte Literaturdatenbank über graue Literatur in der Grünlandforschung. Für die Literaturdatenbank wurden Tagungsbandbeiträge nach einem im Vorfeld erarbeiteten fragebogenartigen Schema inventarisiert und kategorisiert. Neben bibliographischen Angaben (Titel, Autor, Jahr, Beitragsband, Link) wurden u.a. auch inhaltliche sowie formale beitragspezifische Merkmale kategorisch erfasst (Anzahl und Funktion der am Artikel beteiligten Institutionen, Art des Beitrags bzw. der Studie, Produktionssystem, Grünlandtyp, Nutzungstyp, Region und räumliche Skala, erklärende Variablen, Zielvariablen, Innovationpotential, Arten von Innovationen). Für die sich anschließende quantitative statistische Auswertung wurden alle AGGF-Bände der Jahre 1998-2017 aus der Datenbank

extrahiert. Das Jahr 2010 wurde ausgeklammert, da in diesem Jahr keine eigenständige AGGF-Tagung stattfand.

Ergebnisse und Diskussion

Thematische Konstanz

In knapp 81% aller AGGF-Beiträge werden Untersuchungen vorgestellt, welche sich in irgendeiner Art und Weise mit der Analyse von kausalen Zusammenhängen befasst haben. Im Zuge dessen wurden am häufigsten Auswirkungen von Änderungen der Flächenbewirtschaftung untersucht (Abb. 1 A). Dazu zählten vornehmlich die Wahl der Pflanzenart/Sorte/Mischungen, Düngermenge und Düngerart, gefolgt von der Ausgestaltung der Mahdnutzung (v.a. Mahdhäufigkeit und Zeitpunkt) sowie der Beweidung (Abb. 1 B). Als Zielvariable interessierte primär die geerntete Biomasse (Ertrag und Qualität) (Abb. 2). Die Qualität der Biomasse stand diesbezüglich etwas häufiger im Vordergrund als der Ertrag (337 vs. 302 Nennungen). Mit deutlichem Abstand folgten weitere Themen wie z.B. die botanische Zusammensetzung der Grasnarbe, Emissionen und Akkumulationen (insbesondere Stickstoffverluste), das tierische Endprodukt (i.d.R. Milchmenge und Qualität) und Biodiversität (v.a. Flora) (s. Abb. 2). Eine Zeitreihenbetrachtung von 1998-2017 zeigt sowohl hinsichtlich der erklärenden als auch hinsichtlich der Zielvariablen eine starke Konstanz. Abgesehen von Peaks in einzelnen Jahren lassen sich keine signifikanten Tendenzen erkennen.

Die Themen der untersuchten Zielvariablen sind zwar für die eingangs skizzierten Herausforderungen grundsätzlich relevant, doch es fällt auf, dass im Verhältnis zur Biomasse (Ertrag und Qualität), umweltbezogene Themen deutlich seltener untersucht worden sind. Die ökonomische Rentabilität von Maßnahmen wurde in den vorgestellten Beiträgen bislang stark vernachlässigt, obwohl diese häufig für deren praktische Umsetzung entscheidend ist.

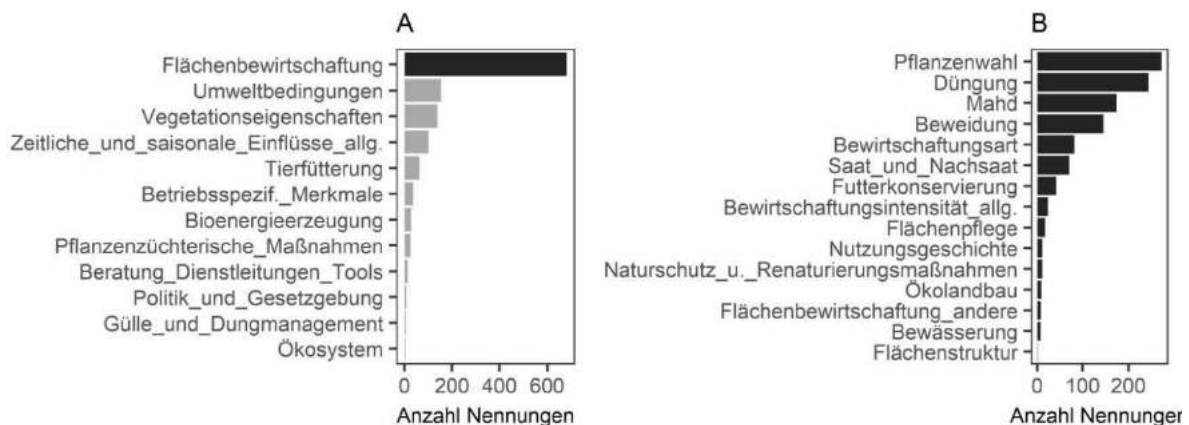


Abb. 1: Themen der untersuchten erklärenden Variablen. A) Oberkategorien, B) Unterkategorien der Oberkategorie Flächenbewirtschaftung.

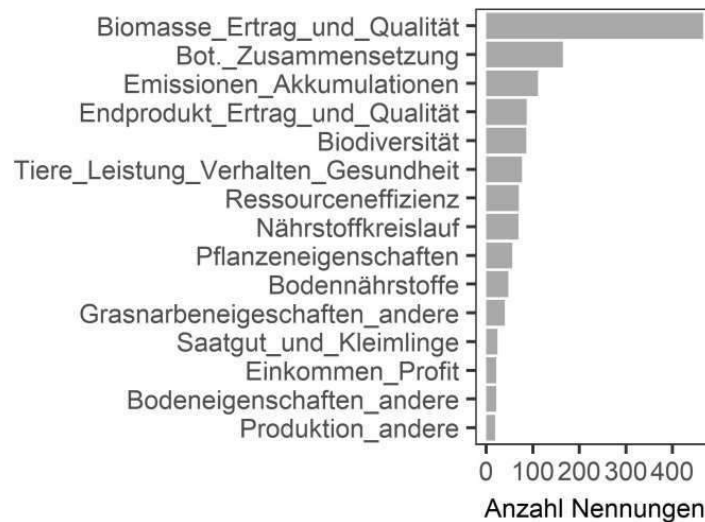


Abb. 2: Themen der untersuchten Zielvariablen (Top15)

Zugewinn an räumlicher Skala und Transdisziplinarität

Der räumliche Fokus der AGGF-Beiträge liegt eindeutig auf Deutschland und hier wiederum auf den grünlandreicheren Bundesländern. Jedoch sind im Laufe der Zeit deutliche skalenbezogene Veränderungen erkennbar. Während 1998 noch durchschnittlich 58% aller Beiträge, denen eine räumliche Ausrichtung oder Studienregion zugeordnet werden konnte, einen lokalen Fokus (Beschränkung auf nur einen Untersuchungsstandort) aufwiesen, sank dieser Anteil auf 38% im Jahr 2017. Im selben Zeitraum stieg der Anteil Beiträge mit regionalem Fokus (mindestens zwei Untersuchungsstandorte) von 14% (1998) auf 36% (2017). Beide Tendenzen sind statistisch signifikant. Der Anteil transregionaler Beiträge, d.h. Beiträge mit einem überregionalen Fokus (i.d.R. Untersuchungen aus verschiedenen, nicht miteinander direkt benachbarten Regionen) blieb im selben Zeitraum auf konstant niedrigem Niveau (Abb. 3). Der nachweisbare Trend zu einer größeren, zumindest regionalen, Skala legt die Schlussfolgerung nahe, dass die vorgestellten Beiträge durchschnittlich an räumlicher Aussagekraft und somit auch an Relevanz für die Praxis gewonnen haben. Eine größere räumliche Skala gilt zwar nicht als ausgewiesenes Merkmal transformativer Forschung, kann aber den Transfer von Lösungen in andere Kontexte erleichtern.

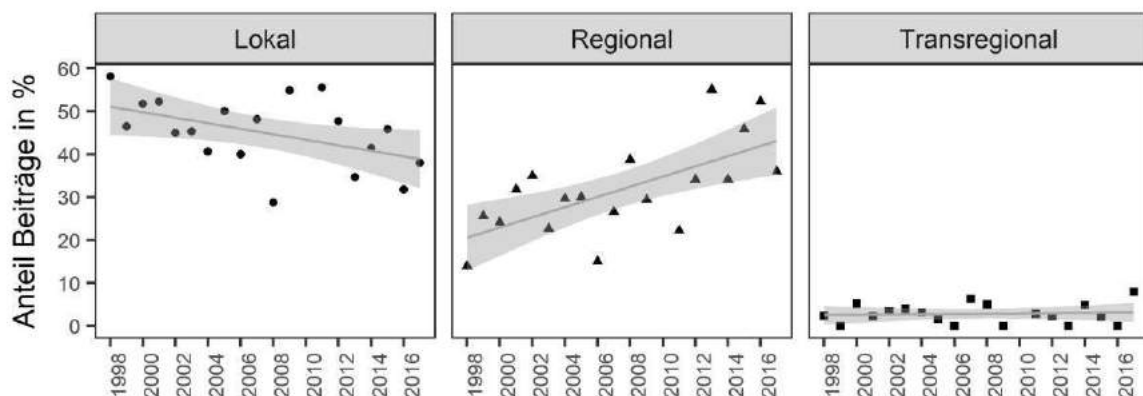


Abb. 3: Zusammenhang zwischen räumlicher Skala und Jahr (Lokal: PEARSON=-0,48, $p \leq 0,05$; Regional: PEARSON-R=0,65, $p \leq 0,01$; Transregional: PEARSON-R=0,05, n.s.). Es wurden nur Beiträge bzw. Studien berücksichtigt, deren räumliche Ausrichtung bestimmt werden konnte.

Signifikante Trends zeigen sich ebenfalls im Hinblick auf die an der Erstellung des Beitrags beteiligten Institutionen. Während 1998 durchschnittlich 1,2 Institutionen an einem Artikel als Autoren beteiligt waren, waren es 2017 bereits 1,7 (Abb. 4 A). Um zu untersuchen, ob diese Tendenz vornehmlich auf eine stärkere Zusammenarbeit zwischen unterschiedlichen wissenschaftlichen Einrichtungen oder auf eine stärkere Zusammenarbeit zwischen wissenschaftlichen und nicht rein wissenschaftlichen Einrichtungen hinweist, wurde zusätzlich geprüft, an wie vielen Artikeln pro Jahr sowohl wissenschaftliche (Universitäten, FHs, Bundesforschungsanstalten etc.) als auch nicht rein-wissenschaftliche Einrichtungen (z.B. Landwirtschaftskammern, Industrie etc.) beteiligt waren. Die Ergebnisse zeigen auch hier einen sehr deutlichen Trend. Während 1998 dieses Kriterium nur auf 9,5% aller Artikel zutraf, waren es 2017 bereits 30% (Abb. 4 B). Das bedeutet, dass die AGGF mittlerweile einen vergleichsweise hohen Anteil an transdisziplinärer Forschung repräsentiert. Zu berücksichtigen ist dabei jedoch, dass a) die Autorschaft von Vertretern unterschiedlicher Institutionen wenig über die Art der Zusammenarbeit aussagt und b) die Ergebnisse i.d.R. keine Rückschlüsse über die Beteiligung von Landwirten und anderen Personen der Zivilgesellschaft erlauben, da diese nicht unbedingt an der Erstellung von wissenschaftlichen Artikeln beteiligt sind.

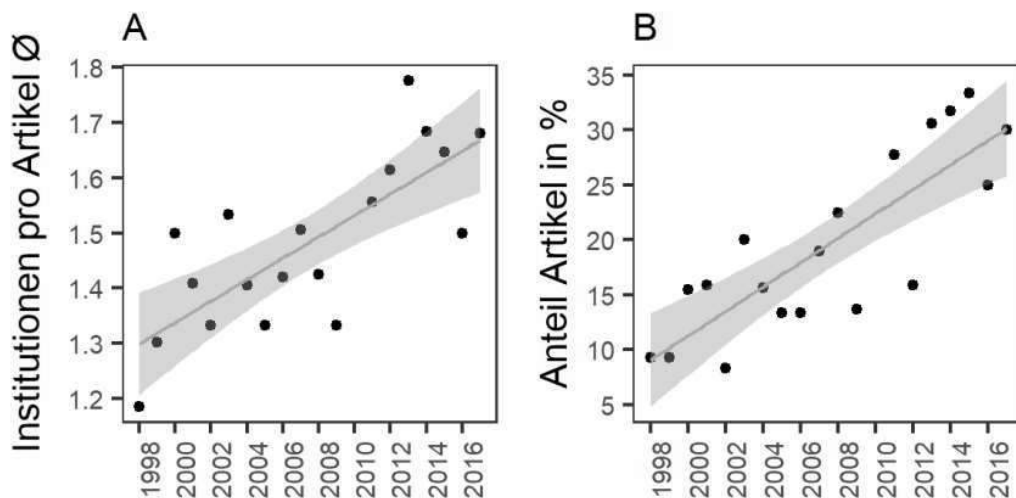


Abb. 4: A) Zusammenhang zwischen A) durchschnittlicher Anzahl der pro Artikel beteiligten Institutionen und Jahr (PEARSON-R = 0.76, $p \leq 0,001$) und B) Anteil Ko-Produktionen aus Wissenschaft und Nichtwissenschaft und Jahr (PEARSON-R = 0.83, $p \leq 0,001$)

Innovationen für die Produktionstechnik

35% aller erfassten Beiträge wurden als für die landwirtschaftliche Praxis direkt innovativ bewertet, 31% als potentiell innovativ und 34% als nicht innovativ (z.B. theoretische Ausrichtung, Fehlen von Ergebnissen). Diese Ergebnisse legen nahe, dass die AGGF-Tagungsbände aus dem gesamten Untersuchungszeitraum zu einem bedeutenden Anteil praxisrelevante Lösungsansätze beinhalten. Fast 100% der potentiellen oder direkten Innovationen lassen sich im weitesten Sinne Änderungen im Produktionsverfahren (v.a. Prozessinnovationen) zuordnen. Endproduktinnovationen oder Innovationen im Marketing und überbetrieblicher Organisation wurden nur in seltenen Fällen thematisiert (10 bzw. 11 von insgesamt 1019 Beiträgen).

Der Innovationsgehalt der Beitragsinhalte ist über die Jahre relativ konstant, schwankt aber thematisch. So sank die Anzahl der innovativen Beiträge zum Thema Umwelt und Natur von 1998 bis 2017 signifikant. Es wurden diesbezüglich alle als direkt oder potentiell innovativ klassifizierten Beiträge berücksichtigt, deren Zielvariablen sich dem Thema „Umwelt & Natur“ unterordnen lassen. Im Jahr 2017 waren dies nur 4 Beiträge (Abb. 5). Vor dem Hintergrund des rapiden Verlustes an artenreichem Grünland (BfN 2014,

Länderinitiative Kernindikatoren 2018) und fortwährender Nährstoffüberschüsse (Umweltbundesamt 2017) ist diese Entwicklung überraschend.

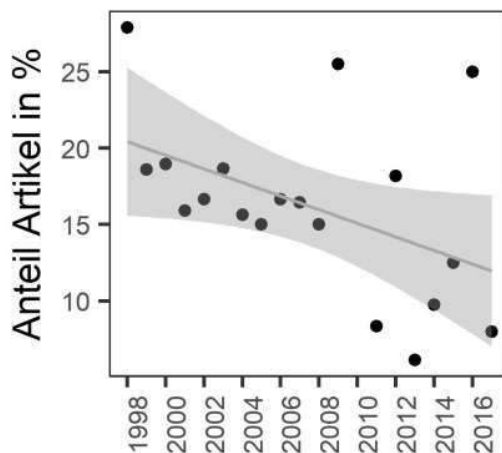


Abb. 5: Anteil der für die Praxis innovativen und potentiell innovativen Beiträge mit Bezug zum Umwelt- und Naturschutz (PEARSON-R = -0.46, $p \leq 0,05$).

Angemerkt sei, dass die Bewertung des Innovationsgehaltes sich darauf bezieht, ob die im Beitrag präsentierten Erkenntnisse prinzipiell für die Praxis relevant sind. Die Zuordnung zur jeweiligen Kategorie unterliegt der Einschätzung des Datenerfassers, erlaubt aber keine Rückschlüsse auf die Qualität der Forschung (Objektivität, Validität, Zuverlässigkeit) oder Allgemeingültigkeit der Aussagen. Es ist zu beachten, dass die AGGF-Beiträge keinen Reviewprozess durchlaufen.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Es konnte nicht gezeigt werden, dass die AGGF-Beiträge heute stärker auf Nachhaltigkeits- und Umweltthemen ausgelegt sind als vor 20 Jahren (Hypothese 1). Im Gegenteil besteht eine große thematische Konstanz. Die Themen der untersuchten Zielvariablen sind zwar von gesellschaftlicher Relevanz, allerdings sind bestimmte Aspekte (Ertragsoptimierung) bereits stark bearbeitet, während zu anderen wichtigen Themenfeldern deutlich weniger oder kaum Beiträge vorliegen (z.B. Biodiversität der Fauna, betriebswirtschaftliche Rentabilität). Die Anzahl der als innovativ klassifizierten Beiträge zum Themenkomplex Umwelt und Natur ist im Untersuchungszeitraum sogar signifikant gesunken. Die Art der Grünlandforschung unterliegt einem deutlichen Wandel. Es ist eine Entwicklung zu mehr Transdisziplinarität und eine Tendenz zu Untersuchungen mit größeren räumlichen Skalen zu beobachten (Hypothese 2). Die AGGF zeigt, dass Wissenschaft und praxisnahe Einrichtungen in der Grünlandforschung bereits stark miteinander kooperieren. Es konnte nicht nachgewiesen werden, dass die AGGF-Beiträge mit der Zeit innovations- und lösungsorientierter geworden sind (Hypothese 3). Beachtlich ist jedoch, dass die Mehrheit der Beiträge bereits potentielle oder direkte innovative Ansätze für die landwirtschaftliche Praxis beinhaltet. Vorausgesetzt, dass die Beiträge auch die qualitativen Anforderungen an wissenschaftliche Forschung erfüllen, sollte dieses vorhandene Wissen besser zugänglich gemacht und stärker verbreitet werden.

Literatur

BFN (2014): Grünland Report. Alles im grünen Bereich?, https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/presse/2014/PK_Gruenlandpapier_30.06.2014_final_layout_barrierefrei.pdf (Zugriff am 14.05.2018).

DBU (2016): Nachhaltige Landwirtschaft – Herausforderungen und Lösungsansätze. DBU-Fachinfo Nr. 2 März 2016: Ausgewählte Förderthemen der Deutschen Bundesstiftung Umwelt.

Isermeyer (2014), F.: Künftige Anforderungen an die Landwirtschaft – Schlussfolgerungen für die Agrarpolitik. Thünen Working Paper 30.

HARRIS, F. & LYON, F. (2014): Transdisciplinary environmental research: a review of approaches to knowledge co-production. Nexus Network Think Piece Series, Paper 002.

Länderinitiative Kernindikatoren 2018: B7 - Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert. <https://www.lanuv.nrw.de/like/index.php?indikator=602&aufzu=0&mode=indi> (Zugriff am 9.5.2018).

Schneidewind, U., Singer-Brodowski, M., Augenstein, K. & Stelzer, F. (2016): Pledge for a Transformative Science. A conceptual framework. Wuppertal Paper 191.

UMWELTBUNDESAMT (2017): Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft und Stickstoffüberschuss. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/naehrstoffeintraege-aus-der-landwirtschaft#textpart-5> (Zugriff am 09.05.2018).

WGBU (2011): Hauptgutachten. Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin.

Stickstoffbilanz und -effizienz von Milchproduktionssystemen auf Basis von frischem Wiesenfutter

^{1,2} F. AKERT, ³H. FREY, ¹K. DORN, ²M. KREUZER UND ¹B. REIDY

¹ Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, 3052 Zollikofen, Schweiz

² ETH Zürich, Institut für Agrarwissenschaften, 8092 Zürich, Schweiz

³ Berufsbildungszentrum Natur und Ernährung BBZN, 6276 Hohenrain, Schweiz

franziska.akert@bfh.ch

Einleitung und Problemstellung

Die Landwirtschaft trägt entscheidend zum anthropogenen Stickstoff (N)-Eintrag in die natürlichen Ökosysteme bei. Aufgrund der hohen N-Belastung gibt es in der Schweiz Bestrebungen die N-Überschüsse in landwirtschaftlichen Systemen zu reduzieren (BLW, 2016). Nährstoffbilanzen auf Ebene Betrieb sind ein geeignetes Mittel, um Nährstoffüberschüsse zu identifizieren und die Nährstoffeffizienz auf Betriebsebene zu beurteilen (Oenema et al., 2003). Im Rahmen des Projekts «Systemvergleich Hohenrain II: Optimierung von Milchproduktionssystemen mit Eingrasen» wurden drei Milchproduktionssysteme untersucht, deren Futterration einen hohen Anteil an frischem Wiesenfutter aufwies. Dabei wurden Optimierungsmöglichkeiten in den Bereichen Arbeits- und Betriebswirtschaft, Futterbau, Tierhaltung, Effizienz und Nachhaltigkeit erarbeitet. Ziel der vorliegenden Studie ist es, über die Berechnung der N-Effizienz und des N-Saldos der drei untersuchten Milchproduktionssysteme Optimierungspotenziale im Bereich der N-Effizienz zu eruieren.

Material und Methoden

Auf dem Gutsbetrieb des Berufsbildungszentrums Natur und Ernährung (BBZN) in Hohenrain wurden drei Milchviehgruppen unter den drei Systemen Vollweide ohne Kraftfutterergänzung (VW), Eingrasen mit Teilweide und Zufütterung von reduzierten (EGKF) und erhöhten Kraftfuttermengen (EGKFplus) separat gehalten (Ineichen et al., 2018). Die untersuchten Systeme sind in Tabelle 1 charakterisiert.

Tab. 1: Mittlerer Kraftfutterverbrauch je Milchkuh, Anzahl Kühe, energiekorrigierte Milchleistung und verkaufte Milchmenge je Produktionssystem (Mittelwert über drei Jahre und Standardabweichung)

	VW	EGKF	EGKFplus
Kraftfutterverbrauch (kg/Kuh und Jahr)	4 ± 5	181 ± 20	856 ± 121
Anzahl Milchkuhe	25.1 ± 0.2	21.5 ± 0.5	24.1 ± 0.8
Milchleistung (kg ECM/Kuh und Jahr)	5'289 ± 153	6'433 ± 343	7'492 ± 158
Milchmenge (kg Milch verkauft/Jahr)	126'334 ± 6'854	133'714 ± 8'551	175'818 ± 12'544

Für alle drei Produktionssysteme wurde jährlich eine Hoftorbilanz für Stickstoff berechnet. Den Bilanzierungsrahmen bildete dabei die Milchkuhherde und ihre Futterflächen inklusive trockenstehende Kühe und Kälber, bis letztere auf den Aufzucht- oder Ausmastbetrieb ausgelagert wurden. Damit wurden drei spezialisierte Milchproduktionssysteme simuliert. Für die N-Bilanzierung wurden zugekaufte Tiere, mineralischer und organischer Dünger, verzehrtes Grundfutter (geschätzt basierend auf Energiebedarf für Milchleistung und Erhaltung), biologische N-Fixierung und atmosphärische N-Deposition als Inputgrößen berücksichtigt. Der N-Output wurde in Form von Export von Milch, Tieren, Grundfutter und organischem Dünger berücksichtigt. Die produzierte Milchmenge wurde täglich erfasst, der Milchproteingehalt wurde elfmal jährlich analysiert und durch den Faktor 6.38 dividiert, um

den N-Gehalt je kg Milch zu berechnen. Die Lebendmasse der Milchkühe wurde alle vier Wochen erfasst. Die Kälber wurden beim Verlassen des Betriebs für die weitere Aufzucht oder Mast gewogen. Der N-Input und Output in Form von Tieren wurde über die Lebendmasse mit einem N-Gehalt von 25 g N/kg Lebendmasse ermittelt (Richner und Sinaj, 2017). Die N-Gehalte der konservierten Grundfuttermittel wurden zweimal jährlich analysiert. Der N-Eintrag der zugeführten Kraffutter und Mineraldünger wurde gemäss den N-Gehaltsangaben der Hersteller- bzw. Lieferantenangaben und den vorgelegten, bzw. ausgebrachten Mengen berechnet. Die biologische N-Fixierung wurde nach Boller et al. (2003) basierend auf dem Leguminosen-Anteil und dem Ertrag an Trockenmasse der Wiesen und Weiden geschätzt. Die atmosphärische N-Deposition wurde mit 25 kg N je Hektare Betriebsfläche berücksichtigt (BAFU, 2014). Da die tierischen Ausscheidungen aller Gruppen in einen einzigen Güllebehälter flossen bzw. auf der Weide anfielen, wurden die Zu- und Wegfuhren an organischem Dünger geschätzt. Dazu wurden die tierischen Ausscheidungen an N im Stall je Gruppe berechnet (Richner und Sinaj, 2017) und die angefallene Gesamtmenge anschliessend gemäss dem Verhältnis des ausgebrachten Volumens entsprechend der Futterflächen der drei Herden berechnet. Der N-Saldo je ha Betriebsfläche wurde als N-Input minus N-Output je ha und die N-Effizienz als Verhältnis von N-Output zu N-Input berechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Milchproduktionssysteme VW, EGKF und EGKFplus wiesen einen mittleren N-Saldo von 163 ± 15 (Mittelwert \pm Standardabweichung), 87 ± 9 und 87 ± 6 kg N/ha auf. Der mittlere N-Input war mit 236 (± 11) und 232 (± 16) kg N/ha höher für VW und EGKFplus als für EGKF mit 177 (± 11) kg N/ha pro Jahr. Die atmosphärische Deposition und die biologische N-Fixierung waren in allen drei Systemen für rund die Hälfte des N-Inputs verantwortlich (Abbildung 1). Ohne Berücksichtigung der N-Deposition und N-Fixierung, machte die Zufuhr an mineralischen und organischen Düngemitteln in VW und EGKF über 50% des Inputs aus, während in EGKFplus über die Hälfte (57%) des zugeführten N über das Kraffutter eingebracht wurde. Mineralische Düngemittel, Futterzukaufe und biologische N-Fixierung wurden auch auf Ebene Schweizer Landwirtschaft von Spiess (2011) als wichtigste N-Input Grössen bezeichnet.

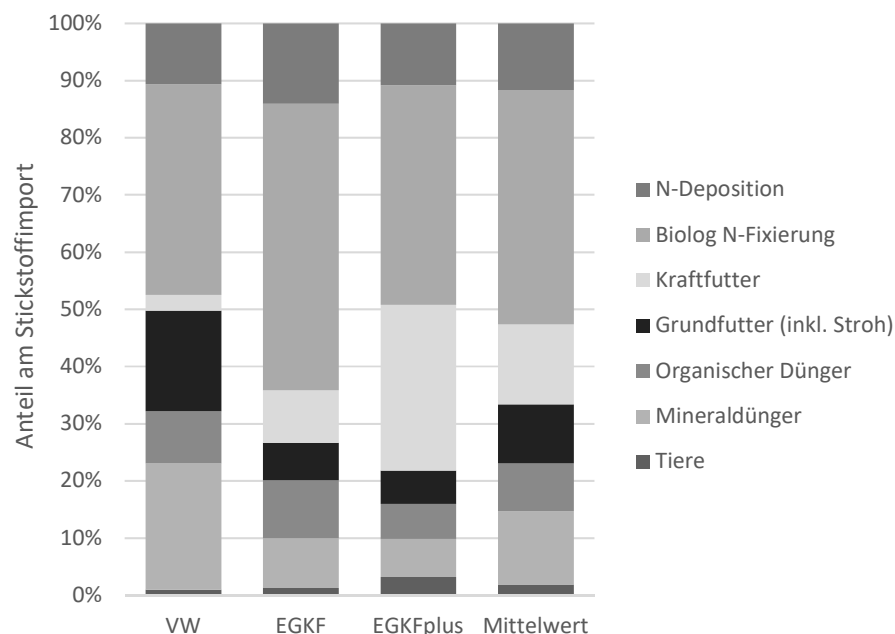


Abb. 1: Stickstoffzufuhren dargestellt als relativer Anteil am Gesamt N-Import je System (VW, EGKF, EGKFplus) sowie der Mittelwert über alle Systeme (Mittelwert über drei Jahre je System).

Der N-Output je System betrug 73 ± 4 , 90 ± 9 und 144 ± 10 kg N/ha für VW, EGKF und EGKFplus. Der grösste Anteil stellte dabei der N-Export via Milch dar (Abbildung 2).

Die N-Effizienz betrug 31 ± 3 , 51 ± 4 bzw. 62 ± 0 % für VW, EGKF und EGKFplus. Die beiden Systeme, in denen Eingrasen und Weiden kombiniert wurde, zeigten eine effizientere N-Nutzung als die Vollweide. Dabei spielte der Export von Grundfutter eine bedeutende Rolle. Der N-Verwertung in Milchproduktionssystemen sind biologische Grenzen gesetzt, einerseits durch die physiologische Limitierung Futter-N in Milch-, Fleisch und Kot-N umzuwandeln und andererseits auch durch begrenzte Umsetzungsmöglichkeit von Dünger-N in pflanzliche Biomasse (Powell et al., 2010). In den Systemen EGKF und EGKFplus konnte durch die Ergänzung der Futterration von energiereichem Krafftutter die Konvertierung von Futter-N in Milch-N verbessert werden.

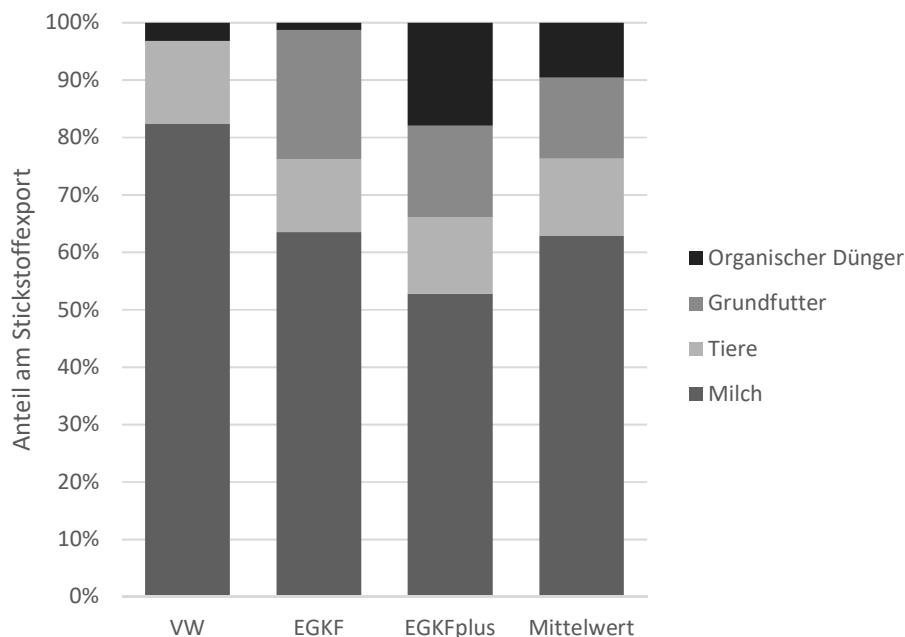


Abb. 2: Stickstoffwegfuhren dargestellt als relativer Anteil am totalen N-Export je System (VW, EGKF, EGKFplus) und im Mittel über alle Systeme (Mittelwert über drei Jahre je System).

Schlussfolgerungen

Die untersuchten wiesenfutterbasierten Milchproduktionssysteme wiesen alle rechnerisch einen N-Überschuss in Bezug auf ihre Flächen auf. Diese Überschüsse werden entweder in Form von organischer Substanz gespeichert oder gelangen durch N-Emissionen in die Umwelt. Neben atmosphärischer N-Deposition und biologischer N-Fixierung stellten in den Systemen VW und EGKF die Düngemittel und im System EGKFplus das zugekaufte Krafftutter wichtige N-Importe auf Betriebsebene dar. Die N-Effizienz aller drei Systeme lag bei mindestens 31%, wobei die beiden Systeme mit Kombination aus Weidenutzung und Eingrasen eine deutlich höhere Effizienz aufwiesen.

Literatur

BAFU (2104): Bundesamt für Umwelt: Karte Stickstoff-Deposition.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung-historische-daten/karten-jahreswerte/karte-stickstoff-deposition.html>.

BLW (2016): Agrarbericht 2016. Zugang: <http://2016.agrarbericht.ch/de/umwelt/stickstoff/stickstoff-in-der-landwirtschaft> [11.05.2018].

BOLLER, B., LÜSCHER, A. & ZANETTI, S. (2003): Schätzung der biologischen Stickstoff-Fixierung in Klee-Gras-Beständen. *Schriftenreihe der FAL* 45, 47-54.

- INEICHEN, S., AKERT, F., FREY, H., WYSS, U., HOFSTETTER, P., SCHMID, H., GUT, W. & REIDY, B. (2018): Serie Systemvergleich Hohenrain II: Versuchsbeschreibung und Qualität des frischen Wiesenfutters. *Agrarforschung Schweiz* 9 (4), 112-119.
- RICHNER, W. & SINAJ, S. (EDS) (2017): Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD 2017). *Agrarforschung Schweiz* 8 (6), 47-66
- Oenema O., Kros H. & de Vries, W. (2003): Approaches and uncertainties in nutrient budgets: implications for nutrient management and environmental policies. *European Journal of Agronomy* 20, 3-16.
- POWELL J.M., GOURLEY C.J.P., ROTZ C.A. & WEAVER, D.M. (2010): Nitrogen use efficiency: A potential performance indicator and policy tool for dairy farms. *Environmental Science & Policy* 13, 217-228

Ertrags- und Qualitätsparameter standorttypischer Grünlandgesellschaften in Thüringen in Abhängigkeit von der Düngungs- und Nutzungsintensität

T. BAUMGÄRTEL UND D. ZOPF

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Straße 98, 07743 Jena

tina.baumgaertel@tll.thueringen.de

Einleitung und Problemstellung

Das Thüringer Dauergrünland weist einen hohen Anteil standorttypischer Grünlandgesellschaften auf (z. B. Glatthafer-, Goldhafer-, Wiesenfuchsschwanzwiesen). Diese wurden durch jahrelange Mahd geprägt und werden weniger intensiv genutzt als durch Ansaat entstandenes, weidelgras- bzw. wiesenschwingelbetontes Dauergrünland. Aufgrund sinkender Tierbestände (z. B. Aufgabe Milchviehhaltung) werden solche standorttypischen Wiesentypen zunehmend extensiver genutzt. Andererseits gibt es Bestrebungen seitens einiger Landwirte, nach Teilnahme an AUK-Maßnahmen und damit jahrelang extensiv genutzte Wiesentypen mit Potenzial, wieder einer ertrags- und qualitätsorientierteren Nutzung zuzuführen.

Auf drei Thüringer Standorten wird seit einigen Jahren untersucht, welchen Einfluss die Düngungs- und Nutzungsintensität auf Ertrag, Futterqualität und die Bestandszusammensetzung typischer Grünlandgesellschaften haben. Das Bewirtschaftungsspektrum reicht dabei von intensiv (ausgerichtet auf beste Futterqualität) bis zur Mindestbewirtschaftung mit jährlicher Mahd bzw. Mulchen.

Material und Methoden

Zur Klärung dieser Fragen werden in Thüringen an drei Standorten (Tab. 1) Parzellenversuche (n=4) auf jeweils standorttypischen Grünlandgesellschaften durchgeführt.

Tab. 1: Charakteristik der Versuchsstandorte

Standort	Anbauggebiet	Geologie	Höhenlage [m NN]	Temperatur [°C] ¹⁾	Niederschlag [mm] ¹⁾
Wechmar	6 / sommerk-trocken	Oberer Muschelkalk	350	8,6	593
Heißberg	7 / günstige Übergangslage	Aueton	380	8,2	822
Oberweißbach	10 / Mittelgebirgslagen Ost	Physoden-Tonschiefer	690	6,4	902

¹⁾ Jahresmittelwert, langjähriges Mittel 1981 – 2010 (DWD)

Erfasst werden parzellenweise Ertragsdaten und Trockenmassegehalte aller Aufwüchse mittels Probemahd. Die Erfassung der Futterqualitätsdaten erfolgt für die einzelnen Varianten parzellenübergreifend in Mischproben, ebenfalls in allen geernteten Aufwüchsen. Analysiert werden die Weender-Rohnährstoffe sowie die Gasbildung nach VDLUFA-Standardmethoden im hauseigenen Labor. Die Schätzung der NEL-Gehalte erfolgt mittels Gasbildungsformel (GfE, 2008). Die Einschätzung des Pflanzenbestandes wird über die Schätzung der Ertragsanteile (EA) nach Klapp und Stählin (1936) im zweijährigen Rhythmus vorgenommen. Die statistische Auswertung (Mittelwertvergleich) der

Ertragsdaten erfolgte mittels Tukey-Test mit einer Signifikanzschwelle von $p \leq 0,05$ im Programm Statistika für Windows 9.0.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Auswahl der Düngungs- und Nutzungsvarianten der jeweiligen Wiesentypen, die der vorliegenden Untersuchung zu Grunde liegen. Die NPK-Düngung erfolgte in den Varianten „intensiv“ und „mittelintensiv“ jeweils entzugsorientiert. Die Auswertung umfasst den Zeitraum 2012 bis 2016.

Tab. 2: Übersicht über die Standorte und Bewirtschaftung der Wiesentypen

Intensitätsstufe/Wiesentyp	Standort	Düngungsniveau (kg/ha)			Anzahl Schnitte ¹⁾
		N	P	K	
„intensiv“ (hohes Düngungsniveau, hohe Schnitffrequenz mit 4 – 5 Schnitten, 1. Nutzung zur Weidereife in 1. Maidekade)					
Glatthaferwiese (GL-Wiese)	Wechmar	200	30	220	4
Fuchsschwanzwiese (WF-Wiese)	Heßberg	260	30	220	5
Goldhaferwiese (GO-Wiese)	Oberweißbach	200	25	200	4
„mittelintensiv“ (mittleres Düngungsniveau, mittlere Schnitffrequenz mit 3 – 4 Schnitten, 1. Nutzung zur Siloreife in 2. Maidekade)					
Glatthaferwiese (GL-Wiese)	Wechmar	130	25	180	3
Fuchsschwanzwiese (WF-Wiese)	Heßberg	180	25	200	4
Goldhaferwiese (GO-Wiese)	Oberweißbach	130	25	200	3
„extensiv“ (keine Düngung, 2 Schnitte, 1. Nutzung zur späten Heureife in 3. Junidekade)					
Glatthaferwiese (GL-Wiese)	Wechmar	-	-	-	2
Fuchsschwanzwiese (WF-Wiese)	Heßberg	-	-	-	2
Goldhaferwiese (GO-Wiese)	Oberweißbach	-	-	-	2

¹⁾geplant

Ergebnisse und Diskussion

In den Jahren 2013, 2015 und 2016 konnten auf der GL-Wiese aufgrund von Trockenheit in der intensiven Variante nur 3, in der mittelintensiven Variante nur 2 sowie in der extensiven Variante nur 1 Aufwuchs (AW) geerntet werden. Auch auf der WF-Wiese musste in der mittelintensiven Variante 2016 auf einen Schnitt verzichtet werden.

Die höchsten mittleren Jahreserträge im Zeitraum 2012 – 2016 wurden auf der WF-Wiese realisiert (Abb. 1). In der mittelintensiven Variante lag der TM-Ertrag im Mittel der Jahre bei knapp 90 dt/ha, in der intensiven Variante etwa 5 dt/ha darunter. Die Erträge der GL-Wiese und der GO-Wiese in den gleichen Nutzungsvarianten waren mit 63 – 70 dt/ha deutlich geringer. Wie nicht anders zu erwarten, wurde in den ungedüngten Varianten mit zweimaliger Nutzung im Gegensatz dazu bei allen Wiesentypen jeweils nur etwa die Hälfte des Ertrages erreicht ($P < 0,001$).

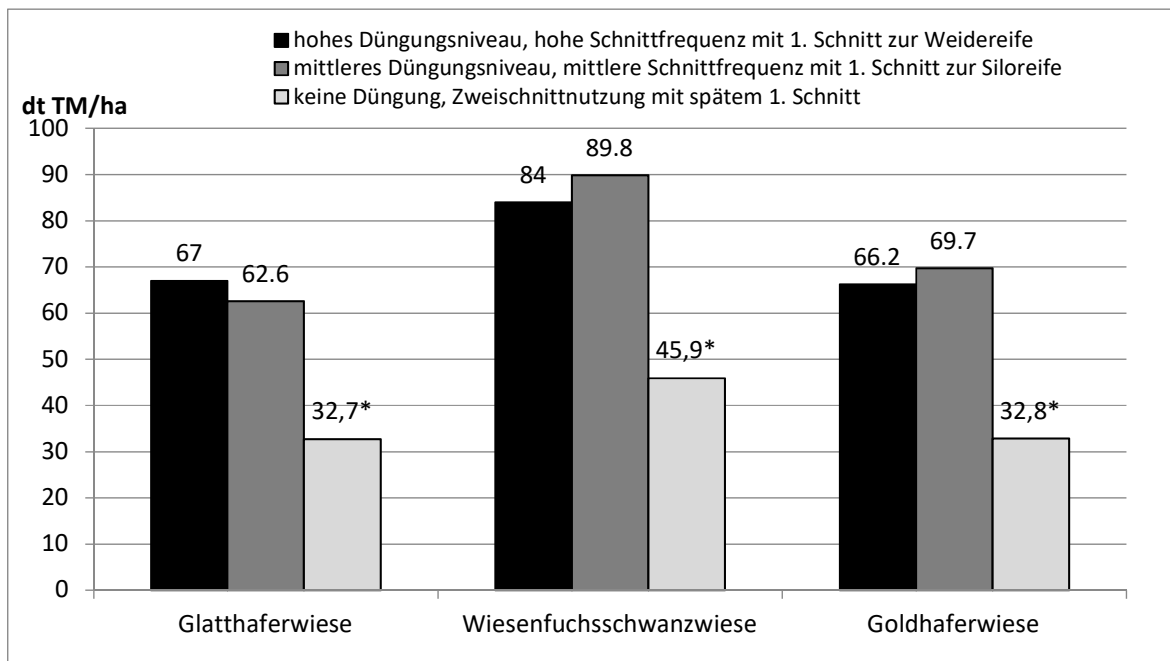


Abb. 1: Trockenmasseerträge unterschiedlicher Wiesentypen in Abhängigkeit von der Düngungs- und Nutzungsintensität im Mittel der Jahre 2012 – 2016 (* kennzeichnet signifikante Unterschiede zwischen den Intensitäten innerhalb eines Wiesentyps, $p \leq 0,05$)

Die höchsten Energie- und Proteingehalte sowohl in den 1. AW als auch im Jahresmittel erreichte die GO-Wiese (Tab. 3). In der intensiven Variante wies der 1. AW im Versuchszeitraum mittlere Gehalte von 7,1 MJ NEL/kg TM und 19,9 % Rohprotein in der TM auf. Als Ursache kann sicherlich der mit 18,8 % der TM sehr geringe Rohfasergehalt gesehen werden, der zum realisierten Schnitttermin (11.05.) auf ein frühes Vegetationsstadium hindeutet. Auch in Aufwüchsen der übrigen beiden Varianten lag der Rohfasergehalt der GO-Wiese deutlich unter den Werten der anderen Wiesentypen. Selbst im spät geschnittenen Aufwuchs (20.06.) konnten hier noch Qualitäten erreicht werden, die sicherlich nicht dem Bedarf von Hochleistungskühen entsprechen, im geringeren Leistungsbereich jedoch durchaus passabel sind. Generell lässt sich jedoch feststellen, dass mit zunehmend späterer 1. Nutzung erwartungsgemäß eine deutliche Zunahme der Rohfasergehalte und entsprechend eine teils starke Abnahme der Rohprotein- und Energiegehalte bei allen drei Wiesentypen zu beobachten waren, wobei dieser Futterqualitätsverlust am deutlichsten zwischen der mittelintensiven und der extensiven Variante zu Tage trat. Doch auch wenn der 1. Schnitt nur um 9 Tage verzögert erfolgte, reduzierte sich der Rohproteingehalt bereits um 3,3 bis 4,9 %-Punkte, was einem täglichen Rückgang von etwa 0,4 bis 0,5 %-Punkten entspricht. Der Rohfaserzuwachs innerhalb dieser 9 Tage lag zwischen 2,6 und 3,3 %-Punkten (+0,3 bis 0,4 %-Punkte täglich). Die Abnahme der Energiegehalte nahm zwischen den Wiesentypen ein etwa vergleichbares Maß an. Innerhalb von 9 Tagen verminderte sich der NEL-Gehalt um 0,4 – 0,6 MJ/kg TM.

Bei einem Schnitt zur Siloreife konnten in den 1. AW sowohl bei der GL- als auch der WF-Wiese mit Rohfasergehalten > 22 % der TM, Rohproteingehalten < 15 % und NEL-Gehalten < 6,4 MJ/kg TM keine optimalen Futterqualitäten mehr erreicht werden. Hier hätte der Schnitt bereits etwa eine Woche eher erfolgen müssen.

Tab. 3: Datum des 1. Schnittes sowie mittlere Energie- und Rohproteingehalte im 1. Aufwuchs und im Jahresdurchschnitt (2012 – 2016)

	Intensität	Datum 1. Schnitt	Rohprotein [% der TM]		Rohfaser [% der TM]		NEL [MJ/kg TM]	
			im	im	im	im	im	im
			1. AW	Jahres- $\bar{\varnothing}^{1)}$	1. AW	Jahres- $\bar{\varnothing}^{1)}$	1. AW	Jahres- $\bar{\varnothing}^{1)}$
GL- Wiese	intensiv	06.05.	16,6	15,4	20,9	22,9	6,7	6,2
	mittelintensiv	15.05.	13,2	12,0	24,2	25,5	6,2	5,8
	extensiv	23.06.	8,5	9,0	28,9	28,1	5,2	5,2
WF- Wiese	intensiv	08.05.	19,3	17,8	22,0	25,2	6,8	6,4
	mittelintensiv	17.05.	14,4	14,4	25,1	26,6	6,2	5,9
	extensiv	23.06.	8,0	9,1	31,2	30,1	5,0	5,1
GO- Wiese	intensiv	11.05.	19,9	17,3	18,8	21,7	7,1	6,7
	mittelintensiv	20.05.	16,6	14,2	21,4	22,9	6,7	6,3
	extensiv	20.06.	8,6	9,2	24,8	23,8	5,5	5,5

¹⁾ gewogenes Mittel

Die Grasanteile waren in der WF-Wiese mit über 80 % deutlich höher als in den übrigen Wiesentypen, der Krautanteil hingegen mit etwa 14 % geringer (Tab. 4). Die Leguminosenanteile steigen in allen drei Wiesentypen mit zunehmend extensiver Bewirtschaftung an. So stieg der Leguminosenanteil in der extensiven Variante der GL-Wiese auf 23 %, bei gleichzeitiger Abnahme des Krautanteils. In der GO-Wiese war ebenfalls ein Anstieg des Leguminosenanteils von 3 (intensiv) auf 13 % (extensiv), vornehmlich Wiesen-Rotklee, zu beobachten, der hingegen mit einer Abnahme des Grasanteils einherging. Die geringsten düngungs- und nutzungsabhängigen Unterschiede hinsichtlich der Ertragsanteile traten auf der WF-Wiese auf.

Mit Blick auf das Arteninventar wies die WF-Wiese die geringsten Zahlen auf, wobei eine extensive Bewirtschaftung dieses Wiesentyps einen deutlichen Anstieg, insbesondere der Kräuter, erkennen ließ. Die dominierenden Grasarten (Daten nicht gezeigt) bei intensiver Bewirtschaftung waren Wiesenfuchsschwanz (WF), sowie in geringeren Anteilen Wiesenrispe und Gemeine Rispe. Bei mittelintensiver Bewirtschaftung war eine Zunahme des Wolligen Honiggras zu beobachten, welches in der extensiven Variante den Wiesenfuchsschwanz auf Anteile von 9 % zurückdrängte. Insgesamt waren in der WF-Wiese mit Werten zwischen 30 (extensiv) und 41 % (mittelintensiv) die höchsten Anteile an minderwertigen Futtergräsern (Rasenschmiele, Wolliges Honiggras, Gem. Rispe, Gem. Quecke) vertreten.

Die Artenzahl der GL-Wiese war bis 2015 kaum von der Bewirtschaftungsintensität beeinflusst. Die Gesamtartenzahl lag zwischen 28 und 31, wobei die Krautfraktion (v.a. Gemeiner Löwenzahn, Wiesenstorchschnabel, Wiesenlabkraut) am artenreichsten war. Die Grasfraktion dominierten Glatthafer, insbesondere in der mittelintensiven Variante mit Anteilen von einem Drittel, Wiesenrispe und Rotschwingel. Mit zunehmend extensiver Bewirtschaftung sinkt der Glatthaferanteil wieder zugunsten eines höheren Goldhaferanteils. Auch eine intensive Düngung und Nutzung wirkt sich erfahrungsgemäß negativ auf Glatthafer aus. Dementsprechend lag der Anteil in der intensiven Variante lediglich bei 14 %.

Die GO-Wiese wies mit Zahlen zwischen 31 und 35 ein etwas höheres Arteninventar auf. Auch in diesem Wiesentyp waren die Artenzahlen im Krautanteil (v.a. Gem. Löwenzahn, Spitzwegerich, Wiesenbärenklau, Wiesensauerampfer, Gem. Schafgarbe und Wiesenkerbel) am höchsten, besonders in der extensiven Variante. Goldhafer dominierte in allen drei Varianten die Grasfraktion, wobei der Anteil in der mittelintensiven Variante mit 16 % am höchsten war. Während in der intensiven Variante Wiesenschwingel, Wiesenrispe

und Gem. Knautgras in Anteilen von 7 bis 9 % vertreten waren, kam es bei extensiver Bewirtschaftung zu einer Umschichtung der Grasfraktion zugunsten von Rotschwingel und Wolligem Honiggras.

Tab. 4: Ertragsanteile und Artenzahlen der Gräser, Kräuter und Leguminosen¹⁾

	Intensität	Ertragsanteile [%]			Artenzahlen		
		Gräser	Kräuter	Leguminosen	Gräser	Kräuter	Leguminosen
GL-Wiese	intensiv	61	39	0	9	17	2
	mittelintensiv	62	31	7	10	15	6
	extensiv	61	16	23	8	15	5
WF-Wiese	intensiv	87	13	0	11	5	0
	mittelintensiv	86	14	0	11	6	0
	extensiv	82	12	6	13	11	2
GO-Wiese	intensiv	66	31	3	14	15	2
	mittelintensiv	60	33	7	12	16	4
	extensiv	55	32	13	11	21	3

¹⁾ Erhebungen aus dem Jahr 2015 bzw. für die GO-Wiese 2016

Schlussfolgerungen

Ertraglich war die WF-Wiese der GL- sowie der GO-Wiese deutlich überlegen. Die Unterschiede zwischen der intensiven und der mittelintensiven Variante waren, unabhängig vom Wiesentyp nahezu marginal. Das Ertragspotenzial wurde bei Schnitt zur Weidereife bei der WF- und GO-Wiese zugunsten der Futterqualität nicht voll ausgeschöpft. Bei extensiver Nutzung (ungedüngt, 1. Nutzung ab 20.6.) fallen die Erträge um etwa die Hälfte ab. Die Futterqualitäten nehmen erwartungsgemäß mit zunehmend späterer 1. Nutzung ab, wobei die höchsten Qualitäten jeweils auf der GO-Wiese erreicht werden. Eine extensive Bewirtschaftung bewirkte eine Zunahme des Leguminosenanteils. Die jeweils bestandsprägenden Grasarten Glatthafer und Goldhafer nehmen in der mittelintensiven Variante die höchsten Anteile ein. Wiesenfuchsschwanz ist hingegen bei intensiver Bewirtschaftung am stärksten etabliert.

Weitere Ergebnisse sowie die Auswirkungen der Mindestbewirtschaftung auf Ertrag, Qualität und Pflanzenbestand verschiedener Grünlandgesellschaften sind im Bericht von Zopf (2017) zu finden.

Literatur

GFE (AUSSCHUSS FÜR BEDARFSNORMEN DER GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE) (2008): New Equations for Predicting Metabolisable Energy of Grass and Maize Products for Ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, S. 191 – 198.

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

ZOPF, D. (2017): Erhaltung Dauergrünland in gutem landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (GLÖZ). *Versuchsbericht*, TLL-Eigenverlag, 39 S.

Untersuchungen zum Vegetationsbeginn im Grünland und Düngezeitpunkt verschiedener organischer Düngemittel im Frühjahr

¹MH BOCKWOLDT UND ²C. WIERMANN

¹ Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Grüner Kamp 15 – 17, D-24768 Rendsburg,

² Fachhochschule Kiel, Fachbereich Agrarwirtschaft, Grüner Kamp 11,
D-24783 Osterrönfeld

mbockwoldt@lksh.de

Einleitung und Problemstellung

Gesetzliche Rahmenbedingungen, Umweltbelastungen sowie betriebswirtschaftliche Gründe fordern einen effizienteren Einsatz organischer Düngemittel auf Milchviehfutterbaubetrieben in Schleswig-Holstein, um Mineraldüngerkäufe zu reduzieren. Dabei kommt der Grünlandbewirtschaftung eine besondere Bedeutung zu.

Für den effizienten Nährstoffeinsatz im Grünland ist unter anderem der Düngezeitpunkt im Frühjahr bedeutsam. Die Nährstoffe sollten den Pflanzen zu Beginn des anhaltenden Gräserwachstums zur Verfügung stehen, damit Nährstoffeinträge in die Umwelt reduziert und das Ertragspotential der Grünlandnarbe optimal ausgenutzt werden. Um den Zeitpunkt des Vegetationsbeginns in Schleswig-Holstein zukünftig noch besser abschätzen zu können, wurde in einem Projekt, das im Rahmen der europäischen Innovationspartnerschaft (EIP) durchgeführt wird, das Konzept der korrigierten Grünlandtemperatursumme (kT-Summe) nach ERNST und LOEPER (1976) für die verschiedenen Naturräume und Grünlandregionen Schleswig-Holsteins angepasst. Die Richtwerte werden für die Praxis und Beratung in einer Web-Applikation zur Verfügung gestellt.

Parallel zu diesen Untersuchungen wurde im September 2016 auf der Versuchsstation der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein in Schuby ein Exaktversuch angelegt, um den optimalen Düngezeitpunkt für Wirtschaftsdünger, der aufgrund der verzögerten Nährstoffmobilisierung (u.a. Mineralisierung) eine gewisse Zeit vor dem eigentlichen Vegetationsbeginn liegen wird, zu ermitteln. In diesem Versuch werden Rindergülle, Gärrest und separierte Flüssiggülle in direkter Wechselwirkung mit der korrigierten Grünlandtemperatursumme erprobt.

Material und Methoden

Die Untersuchungen zum Vegetationsbeginn wurden an sechs Standorten in Schleswig-Holstein durchgeführt. Diese Standorte verteilen sich auf die Naturräume und typischen Grünlandregionen Schleswig-Holsteins. Je Standort wurden zwei Untersuchungsflächen festgelegt. Auf jeder Untersuchungsfläche wurden 5 Messstäbe (10 Messstäbe pro Betrieb) mit Millimeterskala fest im Boden verankert. Durch Auflegen einer Lochplatte aus Styropor (Durchschnitt 50 cm, Dicke 5 cm) konnte die Graslänge in regelmäßigen Abständen abgelesen werden. Das Messareal wurde im Frühjahr bis zum Abschluss der Messung nicht gedüngt. Der Zeitpunkt des Einsetzens des anhaltenden Gräserwachstums wurde bei einem Zuwachs von 3 mm an allen Messstellen eines Standortes angenommen und die kT-Summe für diesen Zeitpunkt ermittelt (ERNST und LOEPER, 1976). Für die Berechnung der kT-Summe wurde an jedem Untersuchungsstandort die Lufttemperatur in 2 m Höhe im Stundentakt gemessen, um daraus die Tagesmittelwerte zu ermitteln.

Der Feldversuch wurde im September 2016 auf den Versuchsflächen der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein in Schuby (Bodenart: humoser Sand, Bodentyp: Podsol) angelegt. Die 13 Versuchsvarianten sind in Tabelle 1 dargestellt. Sie

liegen in vierfacher Wiederholung vor. Die Parzellen wurden randomisiert, im Plot-in-Plot-Design in sechs Blöcken angelegt. Als Mischung wurde die Ackergrasmischung A5 spät verwendet. Als organische Düngemittel wurden Rindergülle, Gärrest und die flüssige Phase separierter Rindergülle geprüft. Die organischen Düngemittel wurden zu einem gemeinsamen frühen, mittleren, sowie späten Düngezeitpunkt ausgebracht. Angestrebt wurden hierfür der 1. Februar, der 22. Februar sowie der 15. März. Die Ausbringungstermine wurden entsprechend der Befahrbarkeit und Witterung angepasst. Die Ausbringung erfolgte bodennah im Schleppschlauchverfahren. Die Düngung der mineralischen Vergleichsvarianten sowie die mineralische Ergänzung der organisch gedüngten Parzellen wurden zeitnah nach dem späten organischen Düngungstermin durchgeführt. Die Menge der ausgebrachten organischen Düngemittel richtete sich nach dem Stickstoffgehalt, so dass mit jedem organischen Düngemittel die gleiche Stickstoffmenge gedüngt wurde. Inklusive der mineralischen Ausgleichsdüngung liegt die N-Düngemenge der organischen Varianten bei 262 kg N/ha/Jahr. Die mineralischen Varianten umfassen drei Stufen mit 222 kg N/ha/Jahr, 262 kg N/ha/Jahr und 302 kg N/ha/Jahr. Für die Auswertung wurden Ertrags- und Qualitätsparameter erfasst, der Vegetationsbeginn im oben beschriebenen Verfahren für alle Varianten ermittelt sowie die kT-Summe zum jeweiligen Düngezeitpunkt und zum Vegetationsbeginn berechnet. Die statistische Auswertung der Erträge sowie der Phosphor- und Stickstoffentzüge erfolgte über die Programmsoftware SAS („Statistical Analysis System“) als t-Test ($\alpha = 0,05$).

Ergebnisse und Diskussion

Korrigierte Grünlandtemperatursumme (kT-Summe) und Vegetationsbeginn

Das anhaltende Gräserwachstum setzte an den verschiedenen Untersuchungsstandorten zu unterschiedlichen Zeitpunkten und bei unterschiedlichen kT-Summen ein. Von den drei dargestellten Untersuchungsjahren begann es sowohl 2016 als auch 2018 später als 2017. Der Vegetationsbeginn lag zwischen dem 4. April 2016 und dem 19. April 2016 sowie zwischen dem 9. April 2018 und dem 19. April 2018. Dem Gegenüber war es 2017 zwischen dem 04. März und dem 27. März so weit. Da 2016 hohe Bodenwassergehalte und 2018 negative Tagesmitteltemperaturen bis Mitte/Ende März vorlagen, kann davon ausgegangen werden, dass für 2017 normale Ergebniswerte vorliegen und die Ergebnisse von 2016 und 2018 denen für späte Frühjahre mit einer verzögerten Wachstumsentwicklung durch langsamere Bodenerwärmung entsprechen. 2016 wurden in Ostenfeld bei Rendsburg im Februar Niederschläge von 95,7 mm gemessen. Das langjährige Mittel (1981-2010) liegt hier für den Februar bei 56 mm. Die Durchschnittstemperatur lag an dieser Station im Februar 2018 bei -0,6 °C gegenüber dem langjährigen Mittel (1981-2010) von 1,5 °C und im März 2018 bei 1,6 °C gegenüber 5,0 °C.

2017 war der Vegetationsbeginn bei kT-Summen von 146 bis 237 °C. Im östlichen Hügelland in Rumohr setzte das anhaltende Gräserwachstum in allen Untersuchungsjahren als erstes ein. Die Ergebnisse sind in Abbildung 1 dargestellt.

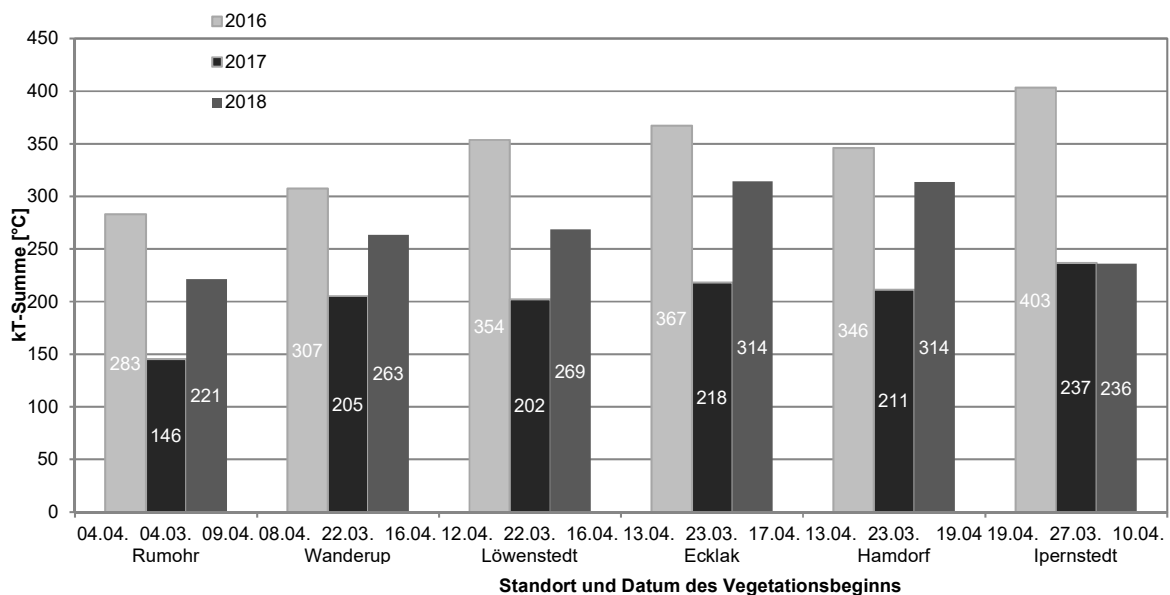


Abb. 1: Vegetationsbeginn und korrigierte Grünlandtemperatursumme an verschiedenen Standorten in Schleswig-Holstein in den Jahren 2016 bis 2018

Web-Applikation „Wann wächst das Gras?“

Ausgehend von den sechs Standortergebnissen, die je nach Jahr und Kenntnisstand angepasst werden können, wurden die Daten für das gesamte Schleswig-Holstein interpoliert und in einer öffentlichen Web-Applikation zusammengefasst. Diese ist auf der Internetseite der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein in dem Bereich Grünland zu finden. Die Interpolation erfolgte bisher anhand der Parameter Bodentyp, Lufttemperatur und Niederschlag. Eine Einbeziehung der Faktoren Grundwasserflurabstand und Bodentemperatur ist geplant. Der Anwender kann so eine beliebige Grünlandfläche auswählen. Für diese Fläche wird ihm angezeigt bei welcher kT-Summe der Vegetationsbeginn im Schnitt einsetzt. Außerdem berechnet die Anwendung automatisch welche kT-Summe aktuell an diesem Standort vorliegt. Mithilfe von aktuellen Wetterdaten wird eine Prognose gegeben wie lange es noch bis zum Einsetzen des anhaltenden Gräserwachstums dauert. In der Abbildung 2 ist die Benutzeroberfläche der Web-Applikation dargestellt. Durch fortlaufende Datenerhebungen auch in den kommenden Jahren werden die Prognosen weiter verbessert und angepasst.

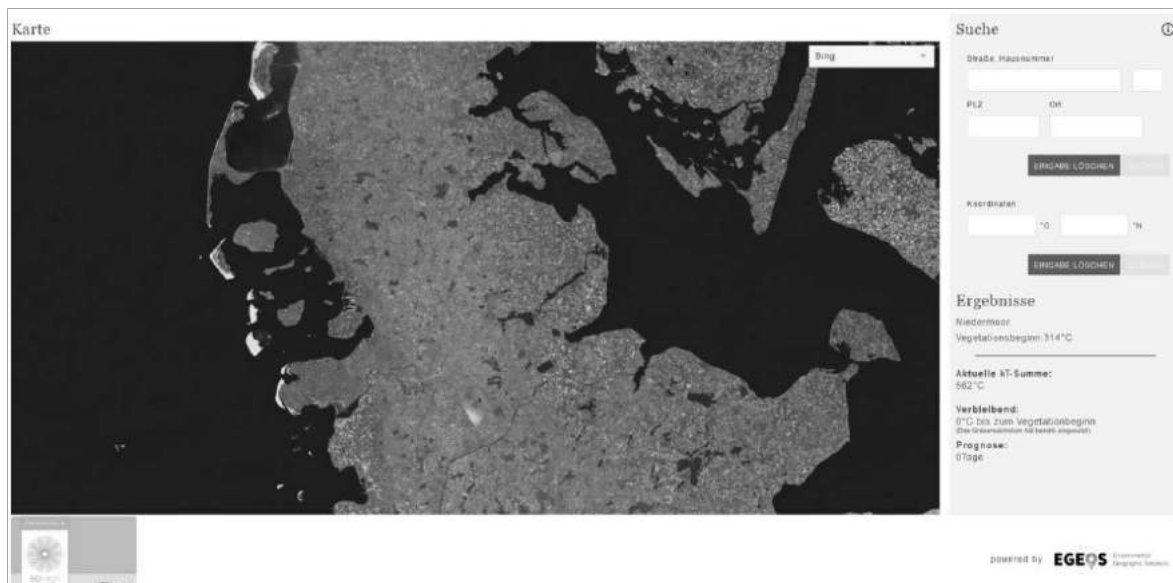


Abb. 2: Benutzeroberfläche der Web-Applikation „Wann wächst das Gras?“

Exaktversuch zum optimalen Düngetermin verschiedener organischer Düngemittel im Frühjahr

In den Abbildungen 3 bis 5 sind die ersten Ergebnisse des Düngeversuchs für das Jahr 2017 dargestellt. Sie zeigen die Trockenmasseerträge sowie die Stickstoff- und Phosphorentzüge der verschiedenen Varianten. Insgesamt zeigen sich zwischen den Varianten nur wenig signifikante Unterschiede. Der $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt des Gärrestes war mit $1,65 \text{ kg/m}^3$ etwas höher als bei der dünnen separierten Gülle und der Rohgülle. Diese zeigen mit $1,39 \text{ kg NH}_4\text{-N/m}^3$ in der separierten Flüssiggülle und $1,30 \text{ kg NH}_4\text{-N/m}^3$ in der Rohgülle keine deutlichen Unterschiede. Dies könnte die nur geringen Unterschiede im Ertrag und den Nährstoffentzügen begründen. Die insgesamt geringen Erträge und Nährstoffentzüge der ungedüngten Kontrollvariante sind darauf zurückzuführen, dass der Standort vor Anlage des Versuches ausschließlich mineralisch gedüngt wurde. Eine höhere Ausnutzung der separierten Flüssiggülle durch ihre positiven Eigenschaften hinsichtlich der Fließfähigkeit lassen sich bisher nicht deutlich erkennen. Allerdings handelt es sich hier bisher auch um einjährige Versuchsergebnisse.

Der Vegetationsbeginn lag bei den Varianten der frühen Gülledüngung am 13. März 2017 bei einer kT-Summe von $143,6 \text{ °C}$ und bei den restlichen Varianten am 22. März 2017 bei $201,8 \text{ °C}$.

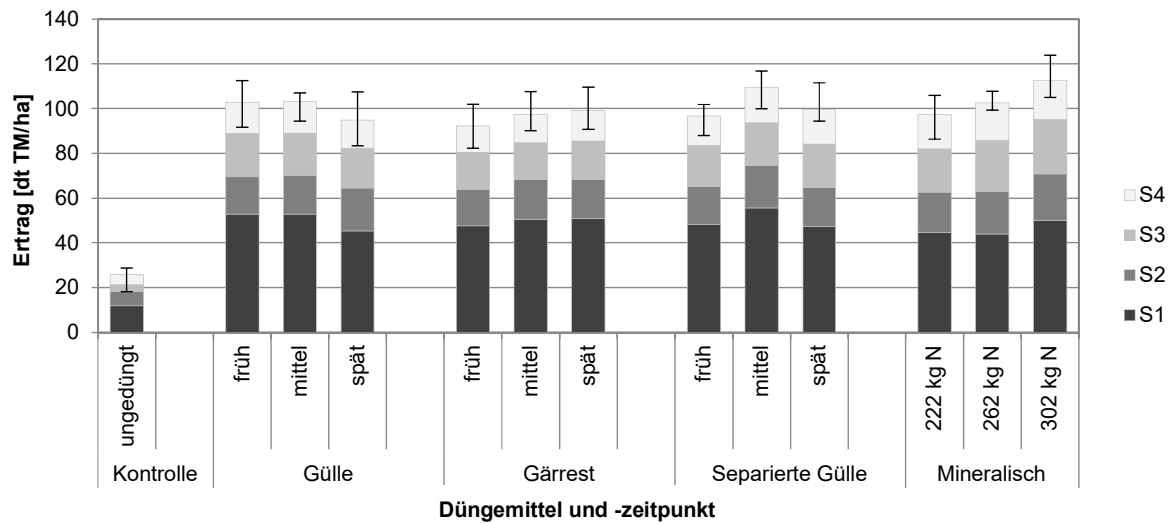


Abb. 3: Jahresertrag [dt TM/ha] als Summe aller Schnitte 2017 (S1-S4)
 (t-Test: absolute GD = 11,18 dt TM/ha; $\alpha = 0,05$)

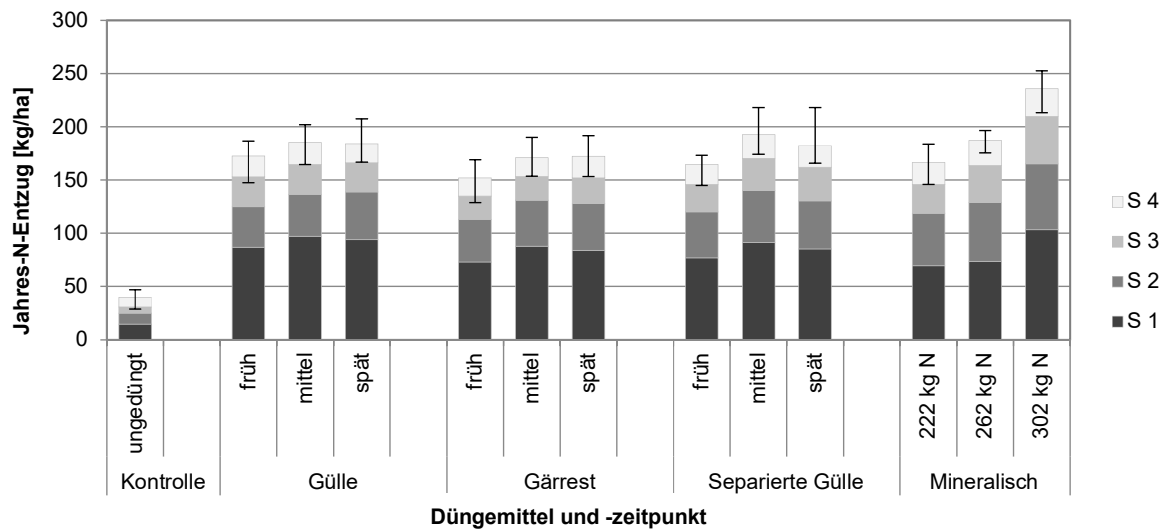


Abb. 4: Jahres-N-Entzug [kg/ha] als Summe aller Schnitte 2017 (S1-S4)
 (t-Test: absolute GD = 23,53 kg/ha; $\alpha = 0,05$)

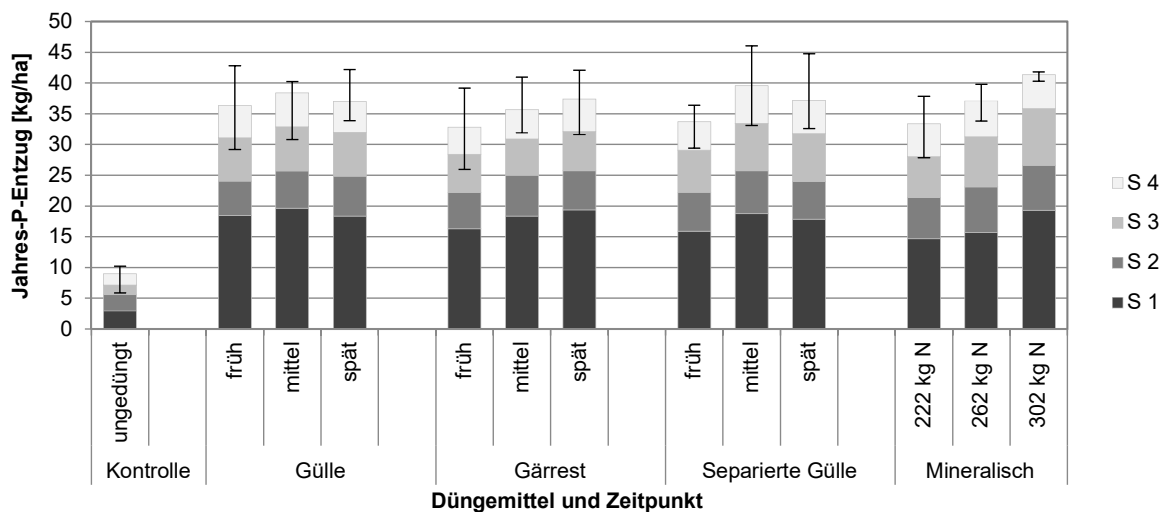


Abb. 5: Jahres-P-Entzug [kg/ha] als Summe aller Schnitte (S1-S4) 2017
 (t-Test: absolute GD = 6,0 kg/ha; $\alpha = 0,05$)

Schlussfolgerungen

Mit der Anwendung der regional angepassten Richtwerte für den Vegetationsbeginn und der entwickelten Web-Applikation wird eine noch präzisere Ableitung standortspezifischer Beratungsempfehlungen zum optimalen Düngezeitpunkt in Schleswig-Holstein möglich. Der vorgestellte Exaktversuch soll nach weiteren Versuchsjahren eine Beziehung zwischen Vegetationsbeginn, kT-Summe und optimalem organischen Düngetermin beschreiben. Ob eine Unterscheidung zwischen den geprüften organischen Düngemitteln dabei ausschlaggebend ist, wird sich nach weiterer Untersuchung feststellen lassen.

Literatur

ERNST, P. & LOEPER, E.G. (1976): Temperaturentwicklung und Vegetationsbeginn auf dem Grünland. Das Wirtschaftseigene Futter 22: 5-11.

Deutscher Wetterdienst (DWD) (2018): Anwendung WESTE-XL.

Zuwachsleistung und N-Aufnahme von Zwischenfrüchten unter norddeutschen Bedingungen: Potentiale zur Vermeidung negativer Umwelteffekte

M. BÖLDT, R., LOGES, C. KLUß UND F. TAUBE

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

mboeldt@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Die Anbaubedeutung von Zwischenfrüchten (ZF) hat in Deutschland in den letzten Jahren stark zugenommen. So wurden im Jahr 2016 auf 14,7% der genutzten Ackerfläche ZF angebaut. Dies stellt eine 50 %ige Steigerung gegenüber dem Bezugsjahr 2010 dar (Destatis 2011, 2017). Eine weitere Zunahme des ZF-Anbaus ist unter dem Aspekt der derzeitigen agrar- und umweltpolitischen Ziele Deutschlands sehr wahrscheinlich. Beispielhaft wären hier die „Körnerleguminosenstrategie“ (BMEL 2016, MELUND 2017) sowie die „Zukunftsstrategie ökologischer Landbau“ (BMEL 2016) zu nennen. Beide Strategien fordern nachhaltige Anbausysteme, die ohne den ZF-Anbau langfristig die gesetzten Ziele verfehlen. Einerseits kann die Erzeugung heimischer Eiweißfuttermittel aus Körnerleguminosen aufgrund hoher Rest-N_{MIN}-Mengen in der Nachernteperiode zu erheblichen umweltrelevanten Stickstoff(N)-Verlusten führen (Hauggaard-Nielsen et al. 2009). Andererseits macht der Verzicht von mineralischen Düngemitteln im ökologischen Landbau die Minderung von Nährstoffverlusten unerlässlich (Leithold et al. 2017). Die Integration von ZF in die Fruchtfolgen kann durch eine erfolgreiche Konservierung der Nährstoffe über die Winterperiode diesen Problemen entgegenwirken (Kaye et al. 2017, Valkama et al. 2015). Insbesondere in Norddeutschland können die Witterungsbedingungen einen erfolgreichen ZF-Anbau allerdings nicht immer gewährleisten (späte Erntetermine, hohe Niederschläge im Herbst, milde Winter). Unter diesem Hintergrund wurden in Schleswig-Holstein auf einer ökologisch umgestellten Fläche über zwei Anbaujahre unterschiedliche ZF getestet. Der Fokus lag hierbei auf der vergleichenden Untersuchung von winterharten, abfrierenden und als Untersaaten in die Vorfrucht etablierten ZF-Kulturen. Der Einfluss der Fruchtfolgestellung durch zwei unterschiedlicher Vorfrüchte (Getreide / Körnerleguminose) fand zusätzlich Berücksichtigung.

Das Ziel der Studie war die Erfassung der N-Pfade und -Verluste im Kontaktraum Pflanze-Boden. Dabei wurde eine Bewertung des Zwischenfruchtanbaus in Bezug auf umweltrelevante Parameter durchgeführt.

Es wurden folgenden Hypothesen formuliert:

1. Abfrierende Zwischenfrüchte weisen gegenüber winterharten Zwischenfrüchten höhere N-Verluste auf.
2. Eine als Untersaat etablierte Zwischenfrucht reduziert die N-Verluste am effektivsten.

Material und Methoden

Der Versuch wurde in den Jahren 2015/16 und 2016/17 auf einer seit 2013 ökologisch bewirtschaftenden Fläche mit der viehlosen Fruchtfolge „Klee gras – Sommerweizen – Wintertriticale – Erbse – Hafer – Dinkel + Klee gras-Untersaat“ durchgeführt. Der Standort befindet sich im Naturraum Vorgeest in Schleswig-Holstein (54.32 N, 9.80 O; Ø-

Jahrestemperatur 8,8° C; Ø-Jahresniederschlagssumme 826 mm; Bodenart SI2; Bodentyp Braunerde). Nach den Vorfürchten Erbse (ER) und Triticale (TR) wurde jeweils eine randomisierte mehrfaktorielle Blockanlage mit sechs verschiedenen Zwischenfruchtvarianten angelegt (n=4). Die Varianten waren Gelbsenf (GS, abfrierend), Winterrübse (WR, winterhart) und Deutsches Weidelgras (DW, winterhart, Untersaat in die Vorfrucht). Jeder dieser Reinsaaten wurden als weitere Varianten ein legumer Gemeengepartner beiseitegestellt. Die Aussaatstärke lag hier bei der Hälfte der sortenspezifischen Empfehlung. Als Kontrollvarianten dienten Parzellen in Schwarzbrache (SB) und Selbstbegrünung (SG). Der Untersuchungszeitraum erstreckt sich jeweils von der ZF-Aussaat Ende August bis zum Umbruch im März des Folgejahres. Es wurden die Parameter Lachgas(N₂O)-Emissionen, Nitrat(NO₃)-Auswaschung (NO₃), mineralischer Boden-N (N_{MIN}) sowie N-Gehalte in der ober- und unterirdischen pflanzlichen Biomasse vergleichend untersucht. Geprüft wurde der Einfluss der Faktoren Vorfrucht, Zwischenfrucht und Gemengeanbau. Die oberirdische und unterirdische (Steingrobe et al. 2000) Biomasse wurde zu mehreren Terminen beprobt und auf deren N-Gehalte hin untersucht. Die N₂O-Emissionen wurden mittels statischer Messkammern im wöchentlichen Rhythmus bestimmt und über den Betrachtungszeitraum kumuliert (Hutchinson & Mosier 1981). Die Erhebung der N-Auswaschungen (Oktober - März) erfolgte durch im Oberboden installierte keramische Saugkerzen in einer Tiefe von 75 cm. Hier wurden wöchentlich die N-Konzentrationen im Sickerwasser analysiert und die Gesamtfrachten mittels klimatischer Wasserbilanz berechnet (Mohrlok 2009).

Ergebnisse und Diskussion

Ein statistisch abgesicherter Einfluss eines legumen Gemeengepartners in der Zwischenfruchtansaat auf die Untersuchungsparameter konnte nicht festgestellt werden. Die dargestellten Ergebnisse beziehen sich daher auf die Ergebnisse aus den Reinsaatvarianten. Tabelle 1 stellt die Stickstoffpfade und -verluste im Mittel der zwei Anbauperioden dar. Die Nitrat-Auswaschungsverluste (NO₃-N) waren bei der Kontrolle Schwarzbrache (SB) unabhängig von der Vorfrucht gegenüber allen anderen Varianten signifikant erhöht (Tabelle 1). Die Zwischenfrüchte konnten die Nitratfracht insgesamt um durchschnittlich 64 % verringern. Innerhalb der Zwischenfrüchte wies der abfrierende Gelbsenf (GS) die höchsten Nitratverluste auf (sig. nach Triticale). Unter Berücksichtigung der Verläufe der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser und Stickstoffmengen in der Biomasse (Daten nicht dargestellt) zeigt sich, dass GS den zuvor gebundenen Stickstoff bereits im Februar/März wieder freisetzt, was auf eine frühzeitige Mineralisierung der abgestorbenen Biomasse nach dem Winter schließen lässt.

Tabelle 1. Stickstoffverluste und -aufnahmen ausgewählter Zwischenfrüchte nach den Vorfürchten Erbse und Triticale im Mittel über die zwei Anbaujahre (kg N ha⁻¹).

Zwischenfrucht	NO ₃ -N Fracht		N ₂ O-N _{kum}		N _{MAX} ANPP *		N _{MAX} BNPP **		N _{MAX} fBNPP ***	
	Vorfrucht		Vorfrucht		Vorfrucht		Vorfrucht		Vorfrucht	
	Erbse	Triticale	Erbse	Triticale	Erbse	Triticale	Erbse	Triticale	Erbse	Triticale
Dt. Weidelgras	37,5 ^b	15,2 ^{bc}	1,12 ^b	0,40 ^b	98,2	59,2 ^a	54,5 ^a	60,7 ^a	0,30	0,62
Gelbsenf	54,1 ^{ab}	29,6 ^b	1,82 ^a	1,02 ^a	114,9	73,1 ^a	22,4 ^c	35,8 ^b	0,04	0,17
Winterrübse	34,5 ^b	8,3 ^c	1,50 ^{ab}	0,48 ^b	111	58,9 ^a	37 ^b	53,7 ^a	0,12	0,49
Selbstbegrünung	42,1 ^b	11,2 ^c	1,59 ^{ab}	0,48 ^b	91,1	37,7 ^b	32,2 ^{bc}	45,3 ^{ab}	0,11	0,55
Schwarzbrache	96,5 ^a	64,1 ^a	1,30 ^{ab}	0,57 ^b	-	-	-	-	-	-

* ANPP = Aboveground net primary production; ** BNPP = Belowground net primary production

*** fBNPP = fraction of BNPP

Die Lachgasemissionen (N_2O-N) waren nach der Vorfrucht Erbse (ER) am größten und zeigten mit Werten über einem Kilogramm im Betrachtungszeitraum ein vergleichsweise hohes Emissionspotenzial auf (Tabelle 1). GS wies gegenüber den winterharten Zwischenfrüchten die signifikant höchsten Flussraten auf. Hier führten insbesondere Frost-Tau-Ereignisse im Winter zu Emissionsspitzen. Die Anwesenheit von schnell verfügbarem Kohlenstoff und Stickstoff bei GS, als Folge der Umsetzung der abgestorbenen Pflanzenbestandteile, könnten hier als zusätzlicher Treiber für die lachgasbildenden Denitrifikationsprozesse gedient haben.

Die in Tabelle 1 gezeigte maximalen Stickstoffgehalte (N_{MAX}) in den Zwischenfrüchten zeigen auf die Gesamtpflanze bezogen ($N_{ANPP} + N_{BNPP}$) nach beiden Vorfrüchten eine vergleichsweise hohe N-Akkumulation von über 100 kg N ha^{-1} . Nach der Vorfrucht Erbse waren die N-Aufnahmen insgesamt am höchsten. Bei alleiniger Betrachtung der oberirdischen N-Gehalte konnten allerdings keine signifikanten Unterschiede unter den Zwischenfrüchten festgestellt werden. Allerdings scheint das Deutsche Weidelgras (DW) tendenziell das höchste N-Aneignungsvermögen zu besitzen. Demgegenüber zeigt sich bei den N-Gehalten in den Wurzeln, dass GS gegenüber Winterrübe (WR) und DW signifikant geringere Werte aufweist. Hier zeigt DW ebenfalls die höchsten Werte, welches sich durch eine generell stärkere Wurzelbildung der homorhizischen Gräser erklären lässt. Bei Betrachtung der N-Verteilung innerhalb der ober- und unterirdischen Biomasse ist ein Einfluss der Vorfrucht sichtbar. Nach der abtragenden Triticale (TR) neigen die Zwischenfrüchte zu stärkeren unterirdischen N-Bindung (N_{fBNPP}), was auf das pflanzenphysiologische Prinzip des „funktionellen Gleichgewichts“ (functional equilibrium) hindeutet. Demnach wird eine negative Korrelation zwischen Nährstoffverfügbarkeit im Boden und Wurzelbildung angenommen. Die Ergebnisse in Abbildung 1 bilden hierzu ergänzend die N-Verfügbarkeit im Boden ab. Hier zeigen sich die Boden- N_{MIN} -Werte nach TR gegenüber ER überall als verringert. Insgesamt konnten die Zwischenfrüchte gegenüber der Kontrolle SB die N_{MIN} -Werte bis zum November um 60 % signifikant senken und somit das N-Auswaschungspotenzial über Winter minimieren. Statistische Unterschiede innerhalb der Zwischenfrüchte konnten aber nicht festgestellt werden. Weiterhin zeigten die Zwischenfruchtvarianten im März im Vergleich zum November überwiegend höhere N_{MIN} -Werte an.

GS stellt hier tendenziell am meisten Boden-Stickstoff der Folgekultur zur Verfügung. Dies weist ebenfalls auf eine frühzeitigere Mineralisierung der abgestorbenen Pflanzenbestandteile bei GS hin.

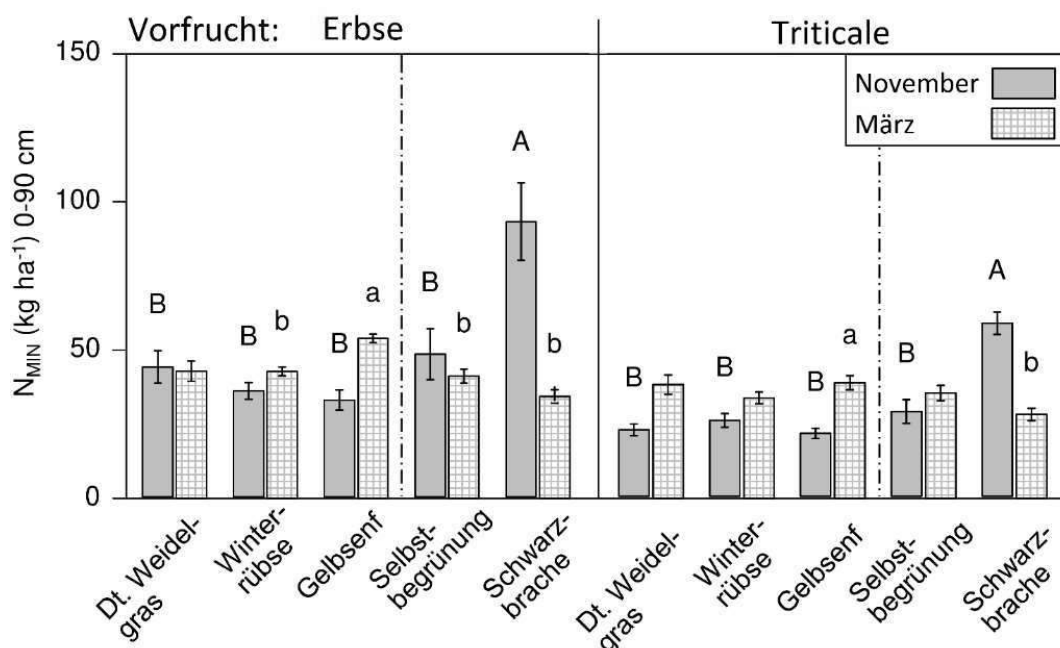


Abb. 1: Boden- N_{MIN} -Werte ausgewählter Zwischenfrüchte nach den Vorfrüchten Erbse und Triticale im Mittel über die zwei Anbaujahre (kg N ha^{-1}).

Schlussfolgerungen

Es bestätigte sich, dass insbesondere beim Körnerleguminosenanbau mit höheren N-Verlusten in der Nachernteperiode zu rechnen ist. Hier führte der nachgestellte Anbau von ZF zu einer nennenswerten Minimierung der unerwünschten systemaren N-Austräge. Der Anbau von nicht winterharten ZF stellt sich unter den norddeutschen Witterungsbedingungen allerdings als unvorteilhaft heraus. Eine vorzeitige Mineralisierung des zuvor gebundenen N kann hier bereits während der ZF-Periode zu einer frühzeitigeren N-Freisetzung und somit zu Verlusten führen. Unter Berücksichtigung aller Untersuchungsparameter zeigt die winterharte Untersaat-ZF das größte Potenzial für einen erfolgreichen N-Transfer über den Winter. Die im Verhältnis ausgeprägtere Wurzelbildung wirkte diesbezüglich begünstigend. Dies könnte sich langfristig auch positiv auf die Humusbilanz auswirken. Daher findet derzeit eine Auswertung der Studie unter Berücksichtigung der Kohlenstoffeinträge statt.

Literatur

- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2016): Ackerbohne, Erbse & Co. Eiweißpflanzenstrategie des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft.
URL: <www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/EiweisspflanzenstrategieBMEL.pdf?__blob=publicationFile> (Abruf: 15.04.2018)
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2016): Zukunftsstrategie ökologischer Landbau - Impulse für mehr Nachhaltigkeit in Deutschland
URL: <www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Zukunftsstrategie-%C3%B6kologischer-Landbau.pdf?__blob=publicationFile> (Abruf: 15.04.2018)
- DESTATIS (2011 & 2017): *Agrarstrukturerhebung. Blatt 1101 T & 1302 R*
- HAUGGAARD-NIELSEN, H., MUNDUS, S. & JENSEN, E. S. (2009): Nitrogen dynamics following grain legumes and subsequent catch crops and the effects on succeeding cereal crops. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 84(3), 281-291.
- HUTCHINSON, G. L. & MOSIER, A. R. (1981): Improved soil cover method for field measurement of nitrous oxide fluxes. *Soil Science Society of America Journal*, 45(2), 311-316.
- KAYE, J. P. & QUEMADA, M. (2017): Using cover crops to mitigate and adapt to climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 37(1), 4.
- LEITHOLD ET AL. (2017): *Stickstoff und Schwefel im ökologischen Landbau*. Verlag Dr. Köster Berlin. ISBN 978389574882
- MINISTERIUM FÜR ENERGIEWENDE, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT, NATUR UND DIGITALISIERUNG DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (MELUND) (2017): *Richtlinien für die Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung (MSL)*:
URL: <www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/F/foerderprogramme/MELUR/LPLR/Foerderungweiser/Downloads/10_RiLi_29122017.pdf?__blob=publicationFile&v=4> (Abruf: 17.04.2018)
- MOHRLOK, U. (2009): *Bilanzmodelle in der Grundwasserhydraulik*. Universitätsverlag Karlsruhe, Karlsruhe, S. 120ff. 10.5445/KSP/1000012015
- STEINGROBE, B., SCHMID, H. & CLAASSEN, N. (2000): The use of the ingrowth core method for measuring root production of arable crops—influence of soil conditions inside the ingrowth core on root growth. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 163(6), 617-622.
- VALKAMA, E., LEMOLA, R., KÄNKÄNEN, H. & TURTOLA, E. (2015): Meta-analysis of the effects of undersown catch crops on nitrogen leaching loss and grain yields in the Nordic countries. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 203, 93-101.

Weideprämie als Agrar-Umwelt-Klimamaßnahme

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

¹Lycée technique Agricole, Ettelbrück

²Centre of Resiliency, Wiltz

³Administration des services techniques de l'agriculture, Luxembourg

⁴CONVIS, Ettelbrück

gerard.conter@education.lu

Einleitung und Problemstellung

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

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

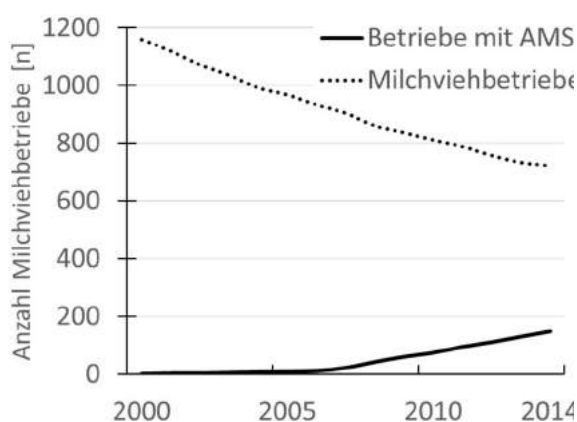


Abb. 1: Entwicklung der Anzahl der Milchviehbetriebe: mehr als 20 % der luxemburgischen Milchviehbetriebe melken mit AMS

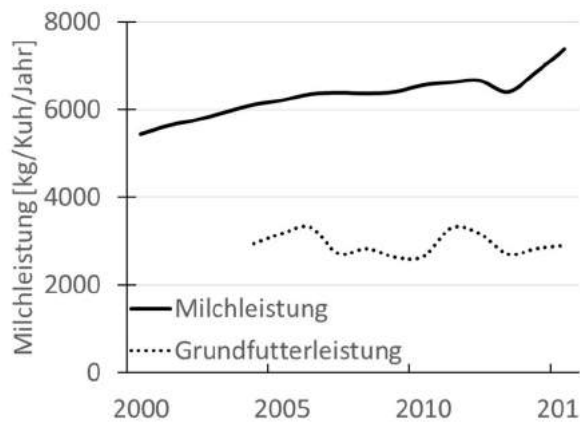


Abb.2: Entwicklung der Milch- und Grundfutterleistung

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

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

Material und Methoden

Seit 2003 arbeitet in Luxemburg eine multidisziplinäre FILL¹-Grünlandgruppe aus Experten von LTA², ASTA³, SER⁴, CONVIS⁵, und IBLA⁶ zusammen, um die Vorteile einer effizienten Weidehaltung aufzuzeigen und in der Praxis umzusetzen. Im Rahmen der Teilnahme am europäischen Autograssmilk⁷-Projekt lag der Arbeitsschwerpunkt in der praktischen Umsetzung einer effizienten Weidehaltung in Kombination mit AMS. Überzeugt von der Nachhaltigkeit und Resilienz effizienter Weidehaltung, auch in großen und modern geführten Milchviehherden wurde im Rahmen dieses On-Farm-Projektes die Idee der Einführung einer Weideprämie in Kombination mit spezifischer Weideberatung ausgearbeitet. Da die Vollweide in Luxemburg aufgrund mangelnder Flächenverfügbarkeit, ungünstiger Parzellierung und Klimabedingungen häufig nicht möglich ist, besteht das Ziel der Weideberatung in der Etablierung einer effizienten Teilzeitweide. Wöchentliche Grasmessungen und angepasste Zufütterung im Stall bilden die Basis dazu.

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

Die ganzjährige Stallhaltung von Milchkühen geht oftmals mit einer intensiven Schnittnutzung (4-5 Schnitte) der Grünlandflächen einher. Aus ökologischer Sicht ist diese Wirtschaftsweise mit negativen Impakten auf die Biodiversität und hauptsächlich auf die Vogelpopulationen (Kiebitz, Braunkehlchen, Wiesenpieper, ...) verbunden. Die Weidehaltung von Rindern dagegen bietet den betroffenen Vogelpopulationen durch die Förderung von Insekten bessere Überlebenschancen – zudem entstehen durch die heterogen genutzten und dadurch besser strukturierten Grünlandflächen gute Rückzugs- und Brutmöglichkeiten für die Bodenbrüter, welche durch späte Mahd- und Mulchtermine unterstützt werden (SCHNEIDER et al. 2017). Weiterhin vermag eine effiziente Weidenutzung, bei ausgeglichenem Energie/Eiweißverhältnis den Einsatz von Maissilage in der Milchviehfütterung zu reduzieren und damit gleichzeitig auch die Reduktion benötigter Sojaimporte mit allen einhergehenden negativen Umweltimpakten auf den Schattenflächen in den Produktionsländern zu unterstützen. Aus politischer und gesellschaftlicher Perspektive versucht Luxemburg schließlich, im Rahmen der Priorität 3a⁸ der GAP eine lokale Weidemilchproduktion umzusetzen – es besteht somit eine konkrete Nachfrage nach regionaler Weidemilch.

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

¹ Fördergemeinschaft integrierte Landbewirtschaftung Luxemburg

² Lycée technique Agricole

³ Administration des services techniques de l'agriculture

⁴ Service d'économie rurale

⁵ Herdbuchverband

⁶ Institut für biologische Landwirtschaft und Agrarkultur

⁷ Europäisches-FP7 Projekt zur Förderung der Weidehaltung in Kombination mit AMS

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

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

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

Die Höhe des finanziellen Ausgleichs wurde auf der Grundlage von INLB⁹-Daten berechnet und dies unter Berücksichtigung folgender Aspekte:

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

Die gewährten Kompensationszahlungen werden im Rahmen der GAP zu 25% kofinanziert. Je nach gewählter Prämienoption und Beweidungsintensität hat die AUK-Weideprämie einen finanziellen Impact von +0,5 bis +0,9 ct/kg Milch¹⁰.

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

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

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

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

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

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

Ergebnisse und Diskussion

Die AUK-Weideprämie wurde im Jahr 2014 eingeführt. Im vergangenen Jahr 2017 haben 110 von insgesamt 682 luxemburgischen Milchproduzenten an der AUK-Weideprämie

⁹ Europäisches Informationsnetz landwirtschaftlicher Buchführungen

¹⁰ Bei einer angenommenen Milchleistung von 7.500 kg/Kuh/Jahr

teilgenommen. Mit insgesamt 5.750 Milchkühen entspricht dies etwa 12% der nationalen Milchproduktion oder einer Produktionsmenge von 40.000t Milch pro Jahr!

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

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

- Frühe Weide
- Angepasste Zufütterung im Stall
- Angepasste Düngung

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

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

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

Schlussfolgerung

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

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

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

Literatur

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

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

SER, Statistics. (2018): Milk production, www.ser.public.lu/statistics/animal_production/index.html

Untersuchungen zur Phosphor- und Schwefelbelastung des Bodenwassers unter Acker und Grünland

M. DIEPOLDER, L. HEIGL UND S. RASCHBACHER

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
 Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz (IAB)
 Lange Point 12; 85354 Freising
 michael.diepolder@lfl.bayern.de

Einleitung und Problemstellung

Im Frühjahr 2018 hat die Lysimeterkooperation der Länder Thüringen, Sachsen-Anhalt, Sachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Hessen und Bayern eine neue gemeinsame Broschüre zur Auswaschung der Nährstoffe Phosphor, Kalium, Magnesium und Schwefel aus landwirtschaftlich genutzten Böden veröffentlicht (Knoblauch et al., 2018). Ausgewertet wurden hierfür langjährige, präzise Messreihen der Stoffkonzentrationen des Sickerwassers und des Stoffaustrages, welche mit Hilfe von Lysimetern und Saugsonden auf mehreren Standorten und unter dem Einfluss verschiedener Bewirtschaftungsvarianten ermittelt worden sind.

Der folgende Beitrag ist eine kurze Darstellung der Ergebnisse mehrerer bayerischer Untersuchungsreihen auf zwei Versuchsstationen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ab dem Jahr 2000. Eine ausführliche Zusammenfassung der Einzelversuche geben Diepolder und Heigl (2018) in der o.g. Broschüre.

Material und Methoden

Auf zwei Versuchsstationen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wurden mittels Saugkerzenanlagen auf lehmigen Böden (Parabraunerde) die P- und S-Konzentrationen in 60-130 cm Tiefe über 10 Jahre in mehreren Messreihen bei Acker- und Grünlandnutzung (Dauergrünland) erfasst. Am Standort Spitalhof/Kempton stehen nur Grünlandparzellen, die Anlage in Puch/Fürstenfeldbruck umfasst sowohl Acker- als auch Grünlandnutzung.

Tab. 1: Standortbeschreibung

Naturraum Standort	Alt-Moränenhügelland Puch (Fürstenfeldbruck)	Allgäuer Alpenvorland Spitalhof (Kempton)
Höhe (m ü. NN)	550	730
Ø Temperatur (°C)	8,0	7,0
Ø Niederschlag (mm)	920	1290
Ø Sickerwasseranfall (mm)	280 (Acker) / 220 (Grünland)	570 (Grünland)
Bodentyp Bodenart	Parabraunerde Ls // Lu-Ut4	Parabraunerde Lu (mit Steinen durchsetzt)
Corg (%)	1,50 (A); 1,99 (GL)	3,74 (GL)
CAL-P ₂ O ₅ mg 100 g ⁻¹	14,0 (A); 8,2 (GL)	8,9 (GL)
Pflanzenbestand Acker (A)	WW-Zwfr.-KM	-
Pflanzenbestand Grünland (GL)	Dauergrünland, Leitgras Dt. Weidelgras	Dauergrünland, sehr weidelgrasreich

Alle drei Versuche befanden sich über Saugkerzenanlagen nach Czeratzki (1971). Bei diesen Anlagen wird das unter den Parzellen versickernde Bodenwasser durch dauerhaft im Boden installierte Keramik-Saugkerzen, an die mit einer automatisch gesteuerten

Vakuumpumpe mehrmals am Tag ein Unterdruck von 0,5 bar angelegt wird, kontinuierlich aufgefangen. Die Saugkerzen sind in ca. 60 cm und 120-130 cm Bodentiefe eingebaut. Gemessen wurden die Stoffkonzentrationen im aufgefangenen Bodenwasser, eine Messung der Sickerwassermengen zur exakten Frachtberechnung konnte nicht erfolgen. Allerdings wurde versucht, die mittleren P- und S-Frachten zumindest grob, unter Einbeziehung klimatischer Literaturangaben und Wasserbilanzen nach Wetterdaten, zu quantifizieren.

Ergebnisse und Diskussion

Phosphor

TP-Konzentrationen:

Auf dem Standort Puch bewegten sich die mittleren Konzentrationen an Gesamt-P (TP) im aufgefangenen Bodenwasser in 60-130 cm Bodentiefe bei der Winterweizen-Zwischenfrucht-Körnermais-Fruchtfolge in einer Größenordnung von 0,10 bis 0,19 mg TP l⁻¹, unter Dauergrünland lagen sie bei einer Größenordnung von 0,19 bis 0,33 mg TP l⁻¹ tendenziell höher.

Wesentlich niedrigere P-Konzentrationen als in Puch wurden auf dem niederschlagsreicherem Grünlandstandort Spitalhof im Allgäu in 60-120 cm Bodentiefe gemessen. Hier bewegten sich die mittleren P-Konzentrationen in einer Größenordnung von 0,04 bis 0,07 mg TP l⁻¹. Bei allen Versuchen zeigten beide Beprobungstiefen (60 und 120/130 cm) hinsichtlich der mittleren P-Konzentrationen keine signifikanten Unterschiede.

TP-Frachten:

Für die Fruchtfolge (WW-Zwfr.-KM) in Puch, einem tiefgründigen Ackerbaustandort mit Bodengehaltsklasse „C“ wurde eine durchschnittliche TP-Fracht aus dem Wurzelraum von rund 0,37 kg P (0,85 kg P₂O₅) ha⁻¹ a⁻¹ ermittelt. Dies entsprach knapp 1 % der gedüngten P-Menge.

Auf dem Pucher Grünland, welches ebenfalls hinsichtlich der Bodenkennwerte eine optimale P-Versorgung aufweist, jedoch für einen Grünlandboden vergleichsweise humusarm ist (Ansaat 1986), wurden P-Frachten in einem Bereich von ca. 0,5 bis 0,7 kg TP (1,1-1,6 kg P₂O₅) ha⁻¹ a⁻¹ ermittelt, was in etwa 1-2 % des gedüngten Phosphors entsprach. Eine Beziehung zwischen der Höhe des P-Saldos und der Höhe der P-Konzentration bzw. des kalkulierten P-Austrags ließ sich aus den Einzelversuchen nicht ableiten.

Am Spitalhof, einem gegenüber Puch deutlich niederschlags- und humusreicheren, jedoch an CAL-P nicht so hoch versorgten Grünland-Standort (Tab. 1), wurden mit rund 0,3 kg P (ca. 0,7 kg P₂O₅) ha⁻¹a⁻¹ weniger als 1 % der gedüngten P-Menge aus dem Wurzelraum ausgetragen. Bei fehlender P-Düngung unterschied sich der P-Austrag nicht von den gedüngten Varianten.

Die gemessenen P-Konzentrationen bzw. die errechneten P-Frachten unter Ackernutzung sind ähnlich wie die Ergebnisse von Amberger (1996), der anhand langjähriger Lysimeteruntersuchungen (1 m Tiefe) in Weihestephana mit „üblicher, meist dreigliedriger Fruchtfolge“ bei lehmigen Böden mit rund 280 mm mittlerem jährlichem Sickerwasseranfall mittlere P-Konzentrationen im Perlokationswasser von 0,05-0,3 mg P l⁻¹ und jährliche P-Austräge von 0,3-0,5 kg P ha⁻¹ a⁻¹ quantifizierte.

Langjährige Messungen von Knoblauch et al. (2018) ergaben auf mittel- bis norddeutschen Lysimetern (Acker) - bei durchschnittlichen Niederschlagsverhältnissen von rund 550-690 mm a⁻¹ bzw. Sickerwasserraten von <50 bis <200 mm a⁻¹ - P-Konzentrationen von 0,02-0,28 mg TP/l bzw. P-Frachten von 0,02-0,37 kg P ha⁻¹ a⁻¹ im mehrjährigen Mittel. Dabei kam es im Mittel von 10-32 Jahren auf Böden mit P-Gehaltsklasse „B“ bis „D“ nur auf einem von sechzehn Ackerstandorten zu einer Überschreitung von 0,15 mg TP l⁻¹ (Grenzwert für Oberflächengewässer nach LAWA, 2007) im Sickerwasser.

Bohner und Rohrer (2013) fanden auf einem Grünlandstandort in der Steiermark/Österreich mit 1035 mm Niederschlag und Bodengehaltsklasse „B“ P-Konzentrationen im Hauptwurzelraum von durchschnittlich etwa 0,01-0,03 mg P l⁻¹, was in der Größenordnung den mittleren P-Konzentrationen am Spitalhof entspricht. Um ein Vielfaches höhere mittlere P-Konzentrationen (Bereich 0,1- >5 mg TP l⁻¹) können dagegen im Drainagewasser unter Grünland gefunden werden (Diepolder und Raschbacher, 2010; Ulrich und Forster, 2012). Amberger (1996) vermerkt, dass „unter Grünlandnutzung, mit Ausnahme von sehr intensiven Mähweiden, praktisch keine P-Auswaschung auftritt“. Dies lässt sich für den Standort Spitalhof bestätigen. Interessanterweise liegen dagegen in Puch die P-Konzentrationen bzw. geschätzten Auswaschungsraten bei Grünland nicht niedriger, sondern sogar tendenziell höher als bei der Ackerfruchtfolge. Dieses Ergebnis lässt sich nicht schlüssig durch stark unterschiedliche Bodenarten, verfügbare P_{CAL}-Gehalte, oder P-Bilanzen erklären. Vermutet werden Makroporenflüsse nach Starkregen evtl. in Zusammenhang mit lückigen Grasnarben als Ursache für die erhöhten P-Austräge unter dem Pucher Grünland.

Schwefel

SO₄-Konzentrationen:

Die mittleren Schwefelkonzentrationen lagen in Puch unter Acker in den Varianten mit Gülle (S org. gebunden) in einer Größenordnung von ca. 15 mg SO₄ l⁻¹. Für den Fall, dass Schwefel nicht über Gülle, sondern in einer Höhe von 40 kg S ha⁻¹ als Sulfat mit der mineralischen Grunddüngung nach der Winterweizenernte ausgebracht wurde, erhöhte sich die Konzentration signifikant auf über 24 mg SO₄ l⁻¹; dies trotz rechnerisch gleichem und – über die Fruchtfolge betrachtet - ausgeglichenem S-Saldo.

Unter Grünland bewegten sich die mittleren S-Konzentrationen am Standort Puch in einer Größenordnung von rund 7 bis 16 mg l⁻¹, sofern Schwefel über Gülle ausgebracht wurde.

Am niederschlagsreicheren Standort Spitalhof lagen die mittleren SO₄-Konzentrationen im aufgefangenen Bodenwasser bei den Versuchsvarianten mit fehlender bzw. geringer S-Zufuhr über Gülle bzw. Stallmist in einem Bereich von 0,9 mg SO₄ l⁻¹ bis 2,8 mg SO₄ l⁻¹ und damit niedriger als in Puch.

Auf beiden Grünlandstandorten bewirkten mineralische S-Gaben, welche bei weitem die S-Aufnahme durch die Biomasse überstiegen, einen signifikanten Anstieg der S-Konzentration im Bodenwasser. Dabei betragen in den Teilversuchen in Puch bei einem positiven S-Saldo von knapp 60 kg S ha⁻¹ die Konzentrationen ca. 26 mg SO₄ l⁻¹. Das war mehr als das Dreifache gegenüber den Varianten mit einem mehr oder weniger ausgeglichenen S-Saldo. Interessanterweise wurden auch am Spitalhof in einem Teilversuch im fünfjährigen Mittel bei positiven S-Salden von rund 50-60 kg S ha⁻¹ mittlere Konzentrationen von etwa 23 bis 25 mg SO₄ l⁻¹ erreicht, jedoch wurde, obwohl gleichfalls weit über Entzug gedüngt, in einem weiteren, dreijährigen Teilversuch auf dem gleichen Standort eine wesentlich niedrigere mittlere S-Konzentration (5,1 mg SO₄ l⁻¹) gemessen. Diese lag jedoch immerhin noch signifikant rund um das Drei- bis Fünffache über den Messwerten bei Varianten mit deutlich niedrigerem S-Saldo. Teilweise unterschieden sich die mittleren SO₄-Konzentrationen der einzelnen Beprobungstiefen, jedoch lag kein einheitlicher Trend vor.

S-Frachten

Als mittlere S-Frachten wurden für den Standort Puch bei Ackernutzung mit Gülle rund 13 kg S ha⁻¹ a⁻¹ bzw. bei mineralischer S-Düngung nach der Weizenernte (PK-Grunddüngung alle 2 Jahre mit Triple-Superphosphat) ca. 21 kg S ha⁻¹ a⁻¹ ermittelt. Dies entsprach rechnerisch im Mittel in etwa der durch Düngung zugeführten Schwefelmenge. Die für den Standort Puch berechneten S-Frachten bei Grünlandnutzung bewegten sich in einer Spannweite von ca. 6-9 kg S ha⁻¹ a⁻¹, sie stiegen jedoch auf ca. 20 kg ha⁻¹ a⁻¹ an, wenn mineralischer Schwefel weit über dem Entzug ausgebracht wurde.

Am Spitalhof wurden aus dem Grünland im Falle von S-Salden bis max. 20 kg S ha⁻¹ a⁻¹ schätzungsweise rund 2-5 kg S ha⁻¹ a⁻¹ aus dem Wurzelraum ausgetragen. Bei fehlender

S-Düngung unterschied sich der S-Austrag nicht von den organisch gedüngten Varianten. Bei mineralischer S-Düngung und hohem S-Saldo lag dagegen die kalkulierte jährliche S-Fracht teilweise in der Größenordnung des positiven S-Saldos, teilweise auch deutlich darunter.

Insgesamt konnte für Schwefel mit den Saugkerzenanlagen nachgewiesen werden, dass eine nicht dem Pflanzenwachstum angepasste Düngung in Sulfatform zu einer deutlichen Belastung des Sickerwassers beitragen kann.

Im Vergleich zu den mittel- und norddeutschen Untersuchungen (Knoblauch et al., 2018) lagen die im Alpenvorland gemessenen S-Konzentrationen und S-Frachten auf sehr niedrigem Niveau. Extrem hohe Konzentrationen von 630 bzw. ca. 1400 mg SO₄ l⁻¹ im Sickerwasser wurden dagegen bei niederschlagsarmen Standorten auf tiefgründigen Lößböden mit hoher S-Zufuhr u.a. durch atmosphärische Deposition bzw. aufgrund geogener Besonderheiten (Gipseinlagerungen in Tonmergeln) gemessen, verbunden mit mittleren S-Frachten von 130 bzw. 600 kg S ha⁻¹ a⁻¹.

Schlussfolgerungen

Die auf zwei süddeutschen Standorten über 900 mm durchschnittlichem Jahresniederschlag gewonnenen Ergebnisse mehrerer Messreihen sind in Tab. 2 zusammengefasst. Bei landwirtschaftlicher Nutzung lag die mittlere Phosphorbelastung des Sickerwassers bei 0,05-0,32 mg Gesamt-P (TP) pro Liter und die mittlere Schwefelbelastung bei 1,2-15,1 mg Sulfat-S pro Liter Sickerwasser. Daraus ergeben sich, grob geschätzt, P-Frachten von etwa 0,3-0,7 kg TP (ca. 0,7-1,6 kg P₂O₅) bzw. 2-14 kg Schwefel pro Hektar und Jahr.

Eine über dem aktuellen Bedarf liegende mineralische Ergänzungsdüngung mit Sulfat führte sowohl bei Acker- als auch bei Grünland zu einem starken Anstieg der mittleren S-Konzentrationen.

Tab. 2: Zusammenfassung der Ergebnisse von Saugkerzenanlagen mit Acker und Grünlandnutzung in zwei Naturräumen Bayerns

Naturraum	Alt-Moränenhügelland		Allgäuer Alpenvorland Spitalhof (Kempten) 1290 Parabraunerde Schluffiger Lehm
	Puch (Fürstenfeldbruck) 920		
Standort	Parabraunerde	Parabraunerde	
Ø Niederschlag (mm)			
Bodentyp	Sandiger Lehm	Schluffiger	
Bodenart		Lehm	
Nutzung	Acker (WW-Zw.fr.- KM)	Dauergrünland	Dauergrünland
Zeitraum Messungen	2000-2013	2003-2010	2000-2010
ØP-Konzentration [mg TP l ⁻¹]	0,13	0,22-0,32	0,055
ØS-Konzentration [mg SO ₄ l ⁻¹]	15,1	7,5-12,8	1,2-2,2
Geschätzter Ø Sickerwasseranfall [mm a ⁻¹]	280	220	570
Geschätzte Ø P-Fracht [kg TP ha ⁻¹ a ⁻¹]	0,36	0,5-0,7	0,3
Geschätzte Ø S-Fracht [kg S ha ⁻¹ a ⁻¹]	14	6-9	2-4

Literatur

- AMBERGER (1996): Pflanzenernährung: Ökologische und physiologische Grundlagen, Dynamik und Stoffwechsel der Nährelemente. 4. Neubearb. Aufl., Stuttgart (Hohenheim), Ulmer Verlag, 319 S..
- BOHNER, A. & ROHRER, V. (2013): Jahreszeitlicher Verlauf der Phosphor-Konzentrationen im Bodenwasser eines Grünlandbodens. In: Bericht über das 18. Alpenländische Expertenforum 2013 „Phosphor im Grünlandbetrieb – Bedeutung und aktuelle Problembereiche“, 33-40, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.
- CERATZKI (1997): Saugvorrichtung für kapillar gebundenes Bodenwasser. Landbauforschung Völkenrode 21, 13-14.
- DIEPOLDER, M. & RASCHBACHER, S. (2010): Projekt „Saubere Seen“ - Untersuchungen zu Phosphorausträgen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. In: Bericht über das 2. Umweltökologische Symposium „Boden- und Gewässerschutz in der Landwirtschaft“, 79-88. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-Irdning.
- KNOBLAUCH, S, SCHRÖDTER, M., TAUCHNITZ, N., GRUNERT, M., KOCH, D., BULL, I., SCHULZ, CH., RAMP, C., HAFERKORN, U., RUST, M., DIEPOLDER, M., HEIGL, L. & MEIßNER, R. (2018): Kooperation Lysimeter – Langjährige Untersuchungen zur P-, K-, Mg-, und S-Auswaschung aus landwirtschaftlich genutzten Böden in Deutschland. Berichte 2018-1: Neues aus Untersuchung und angewandter Forschung. Beiheft zur Schriftenreihe „Landwirtschaft und Landespflege in Thüringen“. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Jena, 250 S..
- LAWA-RAHMENKONZEPTION (RAKON, TEIL B) (2007): Arbeitspapier II „Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten“; Stand 07.03.2007.
- ULRICH, H. & FORSTER, M. (2012): Untersuchungen zum Phosphoraustrag aus drainierten Grünlandböden im Einzugsbereich des Waginger-Tachinger Sees. In: Bericht über das 3. Umweltökologische Symposium „Wirkung von Maßnahmen zum Boden- und Gewässerschutz“, 87-90. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, A-Irdning.

Jellyfish as an organic fertilizer

¹I. EMADODIN UND ¹T. REINSCH

¹ Institute for Crop Science and Plant Breeding, University of Kiel, Germany

iemadodin@gfo.uni-kiel.de

Abstract

Agricultural lands cover around 38% of the earth's land and despite providing food; they are a major contributor to greenhouse gases, water pollution and soil degradation. Therefore, a sustainable agricultural system in a long period should provide human food demand, efficient use of land and resources, environmental quality through adoption of agricultural practices and sustainable social and economic conditions for local people. The main target of our preliminary overview is to study the possibility use of jellyfish as an organic fertilizer. It is assumed that the jellyfish fertilizer enhances soil quality and improve soil ecosystem services and functions.

Introduction

Increase in global temperature has caused serious impacts on marine and terrestrial biomes, as an example changes in global temperature increased both frequency and magnitude of jellyfish bloom especially in temperate regions (Gibbons and Richardson 2013, Lucas et al. 2014). In many coastal regions around the world jellyfishes are considered as pest because of their negative impacts on ecosystem productivity by decreasing harvested valuable fish stocks, limiting carbon and energy flow to higher trophic levels, blocking cooling water systems of the power plants (e.g. Fukushi et al., 2004) and causing negative economic influences on coastal infrastructure, aquaculture and tourism industry (e.g. Purcell et al. 2007). A few research has been done to assess the utilization of jellyfishes as fertilizer (Hossain et al., 2013; Woo Chun et al, 2011; Fukushi et al, 2003; Seo et al., 2014) therefore our understanding about the impacts of jellyfish fertilizer on soil as well as ecosystem services is still quite limited.

Methodology

According to the impacts of marine organic fertilizer on environment, a schematic representation is shown in figure 1. This model emphasizes on the relationship between main components which are involved in utilization of seagrass and jellyfish as a fertilizer and the impacts of them on natural ecosystem. The figure indicates that a strong relationship between research centres and industry partners is needed to improve the quality of fertilizers as well as sustainable utilization of marine products additionally the monitoring of each process and also quality assessments are recommended. It is also supposed that the marine organic fertilizers could improve soil water holding capacity (Emadodin et al., in preparation; Figure 1).

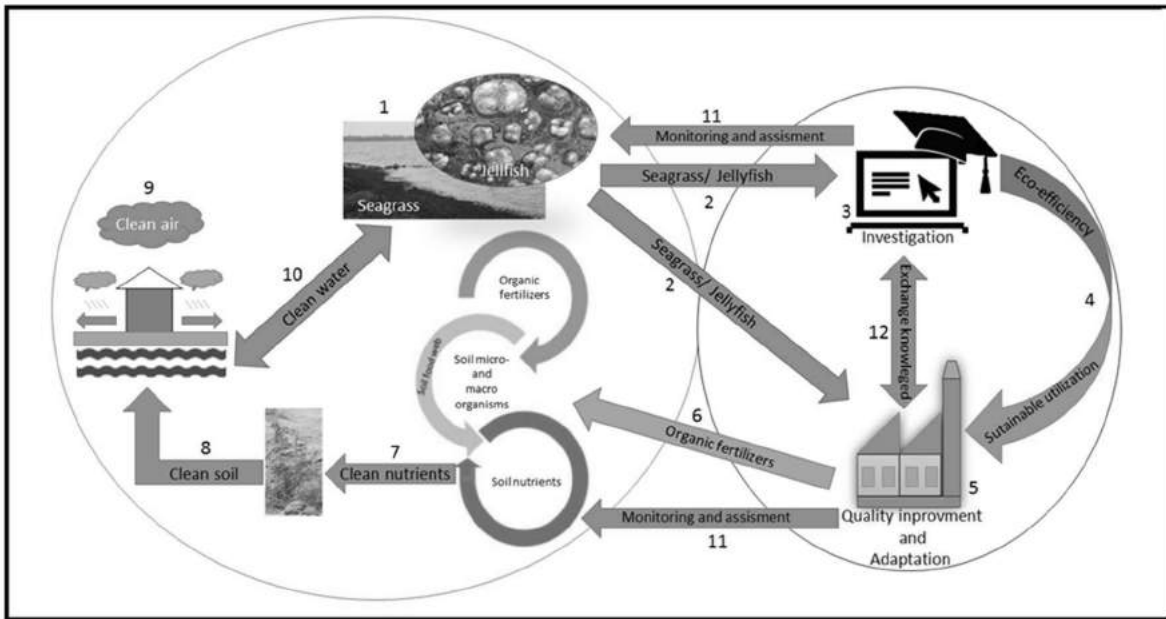


Figure 1: A schematic representation of the utilization of Jellyfish as an organic fertilizer and its environmental effects (extracted from Emadodin et al., in preparation)

Conclusion

It is assumed that the jellyfish fertilizer enhances soil quality, mitigates climate change impacts, reduces waste from marine environment and improves human health and nutrition (Figure 2; Emadodin et al., in preparation).

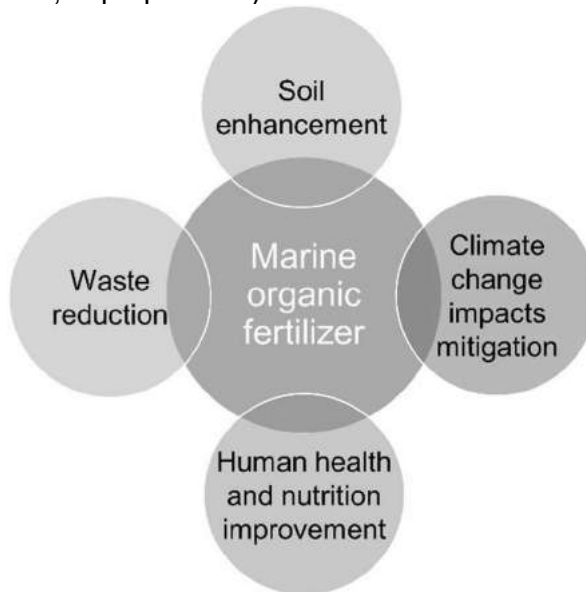


Figure 2: Impacts of marine organic fertilizer on soil ecosystem services and functions

This preliminary overview also suggests some important research questions on this relationship:

Is jellyfish fertilizer contributing to the sustainable agricultural activities?

Which of ecosystems services do link the jellyfish fertilizer and humans?

Is jellyfish fertilizer useful for restoration of degraded soil and vascular vegetation establishment?

References

- EMADODIN, I, REINSCH, T., ROTTER, A., ORLANDO-BONACA, M., KOGOVŠEK, T., TAUBE, F., JAVIDPOUR, J. (IN PERPARATION): Application of marine organic fertilizers for sustainable management of ecosystem services.
- FUKUSHI, K. ISHIO, N. TSUJIMOTO, J. YOKOTA, K. HAMATAKE, T. SOGABE, H. TORIYA, K. & NIMOMIYA, T. (2003): Preliminary Study on the Potential usefulness of Jellyfish fertilizer. *Bull. Soc. Sea Water Sci.*, 2:209-217.
- GIBBONS, M. J. & RICHARDSON, A. J. (2013): Beyond the jellyfish joyride and global oscillations: advancing jellyfish research. *J. Plankton. Res.*, 35: 929–938.
- HOSSAIN, S.T., SUGIMOTO, H., ASAGI, N., ARAKI, T., UENO, H., MOROKUMA, M. & KATO, H. (2013): The use of desalinated-dried jellyfish and rice bran for controlling weeds and rice yield, *Journal of Organic Systems*, 8 (1), pp. 28-37.
- LUCAS, C. H., GELCICH, S. & UYE, S. I. (2014): Living with jellyfish: management and adaptation strategies. In *Jellyfish Blooms*, pp. 129–150. Ed. by Lucas, C. H. Pitt, K. A., Springer, Dordrecht, Netherlands.
- PURCELL, J., UYE, S. & LO, W. (2007): Anthropogenic causes of jellyfish blooms and their direct consequences for humans: A review. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 350, 153-174.
- SEO, J., KIM, Y.R., OTSUKI, K., KIM, S.W., YEOM, K.J., JAE-SEON YI, J.S., AHN, Y.S., EZAKI, T., CHUN, K. W. (2014): Contributions of Jellyfish Fertilizer to Survival and Growth of Seedlings Planted in a Recently Burned Forest, Republic of Korea, *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, 59, 181–189
- WOO CHUN, K., ENKHJARGAL, D., YEOM, K. & EZAKI, T. (2011): Effect of jellyfish fertilizer application on seedling growth. *Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology*, 37, 155-158.

Einfluss der Flächenfragmentierung auf die Futterzusammensetzung und Milchleistung weidebasierter Milchproduktionssysteme

^{1,2}F. FENGER, ²I.A. CASEY AND ¹J. HUMPHREYS

¹Animal and Grassland Research and Innovation Centre, Teagasc, Moorepark, Fermoy, Ireland

²Department of Chemical and Life Sciences, Waterford Institute of Technology, Waterford, Ireland

friederike.fenger@teagasc.ie

Einleitung und Problemstellung

Die Nachfrage nach Milchprodukten steigt weltweit. Die Verfügbarkeit von Land und die Zugänglichkeit der Nutzflächen sind in sämtlichen Bereichen der Landwirtschaft und besonders in weidebasierten Systemen limitierend für eine Intensivierung der Produktion (del Corral et al., 2011; Ramsbottom et al., 2015). Auch auf der Mehrheit der irischen Milchviehbetriebe ist nicht die gesamte Fläche am Hof gelegen, sondern ist im Mittel auf 3,5 Flächenstücke pro Betrieb verteilt (CSO, 2016). Das Weideland (englisch „grazing platform“), welches das als Weide für laktierende Milchkühe zugängliche Flächenstück beschreibt, stellt dabei ungefähr 60 % der gesamten Betriebsfläche dar (O'Donnell et al., 2008). Auf einem fragmentierten Betrieb kann die Besatzstärke (BS) auf zwei Arten definiert werden: die Gesamtbesatzstärke des Betriebes (GBS) beschreibt die Anzahl an GVE auf der gesamten Nutzfläche des Betriebes (Allen et al., 2011), wohingegen die Besatzstärke auf dem Weideland (WBS) die Anzahl an GVE auf der zugänglichen Weidefläche beschreibt. Folglich geht eine erhöhte GBS mit einer deutlich höheren WBS einher. Ein bestimmender Faktor für eine Intensivierung der Produktion und weitere Ausdehnung der BS in weidebasierten Systemen ist die Größe und der Anteil des Weidelands und die WBS die davon nachhaltig versorgt werden kann. Auch in Deutschland stellt Flächenfragmentierung durch einen höheren Urbanisierungsgrad und Zerschneidungen von Straßen eine deutliche Einschränkung für landwirtschaftliche Produktion und besonders für weidende Betriebe dar. Die Umstellung von Stallsystemen in Richtung weidebasierter Produktion ist oftmals durch die Verfügbarkeit von zugänglichem Weideland eingeschränkt.

Weidebasierte Produktionssysteme zeigen sich auch im mitteleuropäischen Raum im Vergleich zu stallbasierten Systemen als wirtschaftlich konkurrenzfähig (Gazzarin et al., 2011) und unempfindlich gegenüber schwankenden Milchpreisen. In einem traditionellen weidebasierten System mit mittlerer Besatzstärke (2 bis 3 GVE pro ha) kann das tägliche Graswachstum genügend Futter bereitstellen um den Futterbedarf einer Milchviehherde von April bis Oktober zu decken. Zwischen der BS eines Systems und der Milchproduktion pro Einheit Fläche besteht eine enge Beziehung (Macdonald et al., 2008; McCarthy et al., 2011). Wenige Studien haben bisher den Einfluss der Flächenfragmentierung auf die Produktivität und Profitabilität weidebasierter Milchproduktionssysteme quantifiziert. Insbesondere muss untersucht werden, wie Systeme sich verhalten, wenn eine höhere WBS durch die Zufütterung von konserviertem Futter von der nicht beweidbaren Flächen gestützt wird. Vorgestellt werden hier einige der Ergebnisse des ersten Jahres eines dreijährigen Projekts, das diese Fragestellung näher untersucht.

Material und Methoden

Der Versuch wurde auf der Solohead Research Farm in Tipperary, Irland (52°51'N, 08°21'W) angelegt und wird in den Versuchsjahren 2017, 2018 und 2019 durchgeführt. Das Klima ist maritim mit durchschnittlichem Niederschlag von 1070 mm pro Jahr und einer potenziell langen Wachstums- und Weidesaison von Anfang Februar bis Ende November. Der Versuch besteht aus vier Systemen, jedes mit einer GBS von 2,5 GVE ha⁻¹. Insgesamt steht jedem System eine Versuchsfläche von 9,75 ha zur Verfügung. Variierende Anteile der Versuchsfläche stehen als Weideland zur Verfügung: 100 % (S1), 82 % (S2), 70 % (S3) und 61 % (S4). Die entsprechende WBS beträgt 2,5 (S1), 3,0 (S2), 3,5 (S3) und 4,0 (S4) GVE ha⁻¹. Das Weideland ist als Weide und für die Produktion von Grassilage verfügbar wohingegen die übrige Fläche nur zur Produktion von Grassilage verwendet wird. Ca. 95 % des gesamten Futters (Weidegras und Grassilage) werden innerhalb des Systems produziert.

Die Milchviehherde besteht zu 100 % aus saisonal im Frühjahr abkalbenden Tieren. Das Weidemanagement und der Weidedruck sind identisch zwischen den Systemen. Die Kühe werden drei Tage nach dem Abkalben auf die Weide gelassen und verbleiben dort bis Ende November. Wenn ausreichend Weidefutter zur Verfügung steht, wird die Herde ausschließlich von der Weide versorgt. Ausnahmen bestehen nur, wenn die Bodenverhältnisse zu nass zum Weiden sind (Bodenwassergehalt > 60 %) oder wenn das Weidefutterangebot zu niedrig ist, das heißt, wenn das tägliche Graswachstum unterhalb des täglichen Futterbedarfs der Milchviehherde liegt und der jeweilige Aufwuchs an TM (>4 cm) vor der Beweidung unterhalb des Zielwerts von 1200 kg TM ha⁻¹ liegt. Futterdefizite von der Weide werden während der Hauptweidesaison mit Grassilage, gefüttert im Stall, ausgeglichen und im Frühling und Herbst mit einer Kombination aus Grassilage und Kraftfutter. Die Weidefuturaufnahme in TM pro Kuh wird geschätzt als die Differenz zwischen der Energiezufuhr (NE) aus Grassilage und Kraftfutter und dem Energiebedarf für Laktation, Erhaltung und Trächtigkeit (Jarrige et al., 1986). Die Menge an genutztem Grundfutter pro ha Gesamtfläche wird berechnet als Grundfuturaufnahme (Weidefutter und Grassilage) multipliziert mit der GBS. Die Länge der Weidesaison wird als Anzahl an Weidetagen pro Kuh gemessen. Während der Weidesaison wird der Aufwuchs an TM vor jeder Beweidung und die Futterqualität in abgetrennten Parzellen (13 x 3 m) bestimmt. Der Aufwuchs wird mit einem Etesia Hydro 124DS Rasenmäher (Etesia UK Ltd., Sherington, Oxon, UK) beerntet (1,1 x 10 m). Der jährliche Ertrag (kg TM ha⁻¹) wird berechnet aus der Summe aller Aufwüchse vor jeder Beweidung und jedem Schnitt für Grassilage.

Ergebnisse und Diskussion

Der Bedarf an Weidefutter des Kontrollsystems S1 (40 kg TM ha⁻¹ Tag⁻¹), welches ein traditionell geführtes, weidebasiertes Milchproduktionssystem darstellt, wurde während der Hauptweidesaison zwischen März und Oktober vollständig durch das tägliche Graswachstum gedeckt (Abbildung 1).

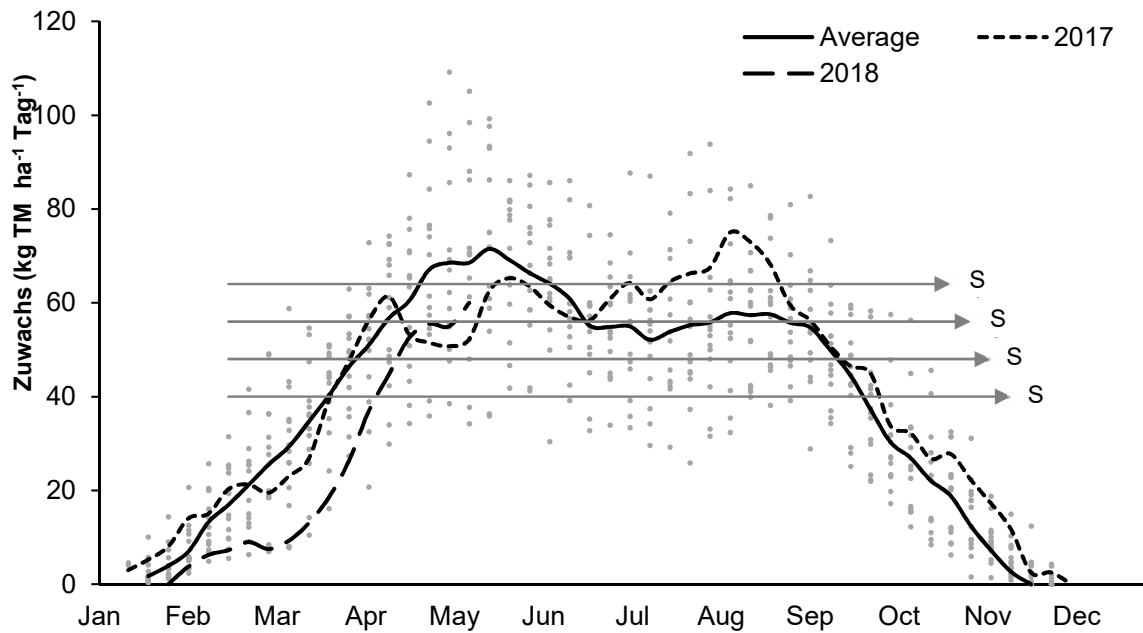


Abb. 1: Tägliche Wachstumsrate der Solohead Research Farm in 2017 und 2018 im Vergleich zum Durchschnitt der letzten 15 Jahre und der jährlichen Variation. Der Futterbedarf vom Weideland der jeweiligen Versuchsherde der Systeme S1 – S4 ist mit Pfeilen dargestellt

Das Versuchsjahr 2017 bot gute Wachstumsbedingungen mit 292 Wachstumstagen (Bodentemperatur > 6°C). Der Futterbedarf der Systeme vom Weideland steigt mit steigender WBS. Je höher die WBS, desto unwahrscheinlicher wird das tägliche Graswachstum auf dem Weideland den Futterbedarf des Systems decken. Im Versuchsjahr 2017 jedoch, passte die ungewöhnliche, flachere Wachstumskurve gut zum Bedarf einer höheren WBS. Die Weidesaison begann mit Halbtagsbeweidung am 1. März und ab dem 24. März begann die Vollweidesaison für alle Herden. Verursacht durch ein zeitweiliges Wachstumstief im Mai und Ende Juni, war später eine Stallperiode von insgesamt drei Tagen zwischen dem 07.07. und dem 17.07. mit Silagefütterung im Stall notwendig um Futterdefizite auszugleichen. Hohe Wachstumsraten im August und Anfang September erlaubten es, ein „Grasdepot“ aufzubauen, welches später im Herbst genutzt werden konnte. Die Anzahl Weidetage pro Kuh betrug 239 Tage in S1 und sank mit steigender WBS um 7, 22 und 24 Tage in den jeweiligen Systemen S2, S3, und S4. Schwierige Weidebedingungen im späten Herbst und Winter limitierten die Weidesaison, wodurch diese kürzer war als in Solohead üblich (255 Tage). Eine Analyse unter irischen Weidebauern zeigte ebenfalls eine Tendenz zu einer verkürzten Weidesaison mit steigender BS, wobei die Länge der Weidesaison dort zwischen 245 und 239 Tagen variierte (Creighton et al., 2011). Insgesamt zeigte der Gesamttrockenmasse-Ertrag keine Unterschiede zwischen den Systemen (P=0.96). Vergleichbare Studien zeigten ebenfalls keine Unterschiede im Trockenmasse-Ertrag bei variierender BS, wenn der Weidedruck sich nicht unterschied (Fariña et al., 2011; Patton et al., 2016). Mit steigender WBS wurden steigende Anteile des Aufwuchses der Gesamtfläche als Silage geerntet (Abbildung 2), wohingegen der Anteil an Grassilage vom Weideland mit der WBS von 33 % (S1) auf 7 % (S4) sank. Insgesamt war die Silageproduktion aller Systeme ausreichend für den Jahresbedarf an Silage jeder Herde.

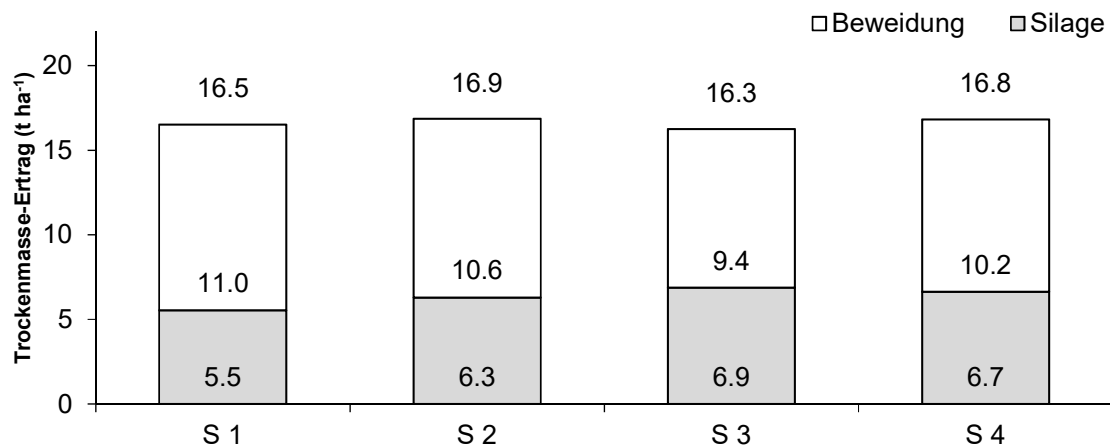


Abb. 2: Jährlicher Gesamttrockenmasse-Ertrag (t ha⁻¹) von der Gesamtfläche der vier Systeme in 2017; aufgeteilt in Silageschnitte und Beweidungen

Die Milchleistung zeigte in 2017 keine Unterschiede zwischen den Systemen. (Tabelle 1). Der Fettgehalt lag bei 4,6 % und der Proteingehalt bei 3,6 % im Mittel der Systeme. Die Gesamtfutteraufnahme war vergleichbar zwischen den Systemen, jedoch stieg der Anteil an Grassilage mit steigender WBS. Diese zusätzliche Silage wurde während der Laktation gefüttert, was bedeutet, dass qualitativ hochwertige Silage in einem System mit geringerem Anteil an Weideland zur Verfügung stehen muss. Das aufgenommene Grundfutter pro ha war vergleichbar zwischen den Systemen mit über 11000 kg TM ha⁻¹ und betrug im Mittel 71 % des aufgewachsenen Trockenmasse-Ertrags. Der Anteil an aufgenommenem Weidefutter pro ha am insgesamt aufgenommenem Grundfutter pro ha sank mit steigender WBS von 68 % (S1) auf 64 % (S4). Die Menge an aufgenommenem Weidefutter wurde kürzlich als Messwert der Effizienz und Wirtschaftlichkeit eines weidebasierten Milchproduktionssystems identifiziert (Hanrahan et al., 2018).

Tab. 1: Milchleistung und geschätzte Futteraufnahme der Systeme S1 – S4 in 2017

	S 1	S 2	S 3	S 4	P-Wert
Abkalbedatum	21 Feb	21 Feb	21 Feb	21 Feb	0,99
Milchleistung (kg Kuh ⁻¹ Jahr ⁻¹)	5778	5942	6233	6037	0,24
Fett + Protein (kg Kuh ⁻¹ Jahr ⁻¹)	479	505	501	500	0,48
ECM (kg Kuh ⁻¹ Jahr ⁻¹)	6383	6710	6707	6677	0,45
Flächenleistung ¹ (kg ECM ha ⁻¹ Jahr ⁻¹)	15712	16517	16510	16436	
Aufgenommenes Weidefutter (kg Kuh ⁻¹ Jahr ⁻¹)	3115	3162	3085	3041	
Aufgenommene Grassilage (kg Kuh ⁻¹ Jahr ⁻¹)	1452	1538	1702	1730	
Krafftutter (kg Kuh ⁻¹ Jahr ⁻¹)	550	550	550	550	
Gesamtfutteraufnahme (kg Kuh ⁻¹ Jahr ⁻¹)	5117	5250	5337	5321	
Silageaufnahme in Laktation (Mär – Dez)	25%	31%	41%	43%	

¹Flächenleistung bezieht sich auf die Gesamtfläche des Systems (9,75 ha)

Schlussfolgerungen und Ausblick

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

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

Der nächste Schritt dieser Studie wird sein, die Wirtschaftlichkeit und Profitabilität der Systeme zu untersuchen. Dieser Versuch wird eine Datenbasis an Milchproduktionssystemen mit fragmentierter Fläche generieren, anhand welcher anschließend der Punkt identifiziert werden kann, an dem die Vorzüge einer gesteigerten Milchleistung durch die mit Flächenfragmentierung assoziierten höheren Kosten ausgeglichen wird. Basierend auf dieser Untersuchung soll die optimale Besatzstärke auf dem Weideland von fragmentierten, weidebasierten Milchviehbetrieben bestimmt werden, unter Berücksichtigung variierender wirtschaftlicher Hintergründe.

Literatur

- ALLEN, V. G., BATELLO, C., BERRETTA, E. J., HODGSON, J., KOTHMANN, M., LI, X., MCVIVOR, J., MILNE, J., MORRIS, C., PEETERS, A. & SANDERSON, M. (2011): An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and Forage Science* **66**, 2-28.
- CREIGHTON, P., KENNEDY, E., SHALLOO, L., BOLAND, T. M. & O' DONOVAN, M. (2011): A survey analysis of grassland dairy farming in Ireland, investigating grassland management, technology adoption and sward renewal. *Grass and Forage Science* **66**, 251-264.
- CSO (2016): Statistical Data for Agriculture and Fishing Central Statistics Office, Ireland.
- DEL CORRAL, J., PEREZ, J. A. & ROIBAS, D. (2011): The impact of land fragmentation on milk production. *J Dairy Sci* **94**, 517-25.
- FARIÑA, S. R., GARCIA, S. C., FULKERSON, W. J. & BARCHIA, I. M. (2011): Pasture-based dairy farm systems increasing milk production through stocking rate or milk yield per cow: pasture and animal responses. *Grass and Forage Science* **66**, 316-332.
- GAZZARIN, C., FREY, H.-J., PETERMANN, R. & HÖLTSCHI, M. (2011): Weide- oder Stallfütterung – was ist wirtschaftlicher? Systemvergleich Milchproduktion Hohenrain. *Agrarforschung Schweiz* **2**, 418–423.
- HANRAHAN, L., MCHUGH, N., HENNESSY, T., MORAN, B., KEARNEY, R., WALLACE, M. & SHALLOO, L. (2018): Factors associated with profitability in pasture-based systems of milk production. *Journal of Dairy Science* **101**, 5474-5485.
- JARRIGE, R., DEMARQUILLY, C., DULPHY, J. P., HODEN, A., ROBELIN, J., BERANGER, C., GEAY, Y., JOURNET, M., MALTERRE, C., MICOL, D. & PETIT, M. (1986): The INRA "Fill Unit" System for Predicting the Voluntary Intake of Forage-Based Diets in Ruminants: A Review. *Journal of Animal Science* **63**, 1737-1758.
- MACDONALD, K. A., PENNO, J. W., LANCASTER, J. A. & ROCHE, J. R. (2008): Effect of stocking rate on pasture production, milk production, and reproduction of dairy cows in pasture-based systems. *J Dairy Sci* **91**, 2151-63.
- MCCARTHY, B., DELABY, L., PIERCE, K. M., JOURNOT, F. & HORAN, B. (2011): Meta-analysis of the impact of stocking rate on the productivity of pasture-based milk production systems. *Animal* **5**, 784-94.
- O'DONNELL, S., SHALLOO, L., BUTLER, A. & HORAN, B. (2008): A survey analysis of opportunities and limitations of Irish dairy farmers. *Journal of Farm Management* **13**, 419-434.
- PATTON, D., PIERCE, K. M. & HORAN, B. (2016): Effect of stocking rate on milk and pasture productivity and supplementary feed use for spring calving pasture fed dairy systems. *Journal of Dairy Science* **99**, 5904-5915.
- RAMSBOTTOM, G., HORAN, B., BERRY, D. P. & ROCHE, J. R. (2015): Factors associated with the financial performance of spring-calving, pasture-based dairy farms. *J Dairy Sci* **98**, 3526-40.

Einfluss der Kaliumdüngung auf die Kationen – Anionen – Bilanz (DCAB) in Grünlandaufwüchsen auf mineralischen Standorten

B. GREINER

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Lindenstraße 18,
39606 Iden

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

Einleitung und Problemstellung

Die Kationen-Anionen-Bilanz (Dietary Cation Anion Balance, DCAB) berechnet sich aus den Gehalten je kg Trockenmasse der Kationen Kalium und Natrium sowie der Anionen Schwefel und Chlorid. Zur guten fachlichen Praxis gehört inzwischen, die DCAB in der Vorbereitungs- und Fütterung vor der Kalbung zu berücksichtigen, um prophylaktisch Milchfieber entgegenzuwirken. Auch für die Fütterung von laktierenden Milchkühen wird aktuell ein nachteiliger Einfluss niedriger bis negativer DCAB der Rationen diskutiert, resultierend auch aus hohen Rationsanteilen an Rapsextraktionsschrot bei GVO-freier Fütterung. Die DCAB variiert sehr stark zwischen den eingesetzten Futtermitteln, besonders in Grassilagen. In Grünlandaufwüchsen wird die DCAB durch den Standort, die Zahl des Aufwuchses und durch die mineralische Kaliumdüngung beeinflusst. Niedrige K-Gehalte im Gras durch eine unterlassene oder suboptimale K-Versorgung führen zu niedrigen DCAB. Aber auch mit einer mineralischen K-Düngung mit chloridhaltigen Düngern wie 60er Kali, 40er Kornkali bzw. Kainit kann die DCAB in niedrige Bereiche fallen. Zur Beantwortung der Frage zur Beeinflussung der DCAB durch die mineralische Kaliumdüngung wurden 2016 und 2017 in langjährigen K-Düngungsversuchen auf zwei mineralischen Grünlandstandorten in Sachsen - Anhalt die DCAB-relevanten Kationen Na und K und die Anionen S und Cl⁻ in Grünlandaufwüchsen untersucht.

Material und Methoden

1997 und 2011 wurden auf einem alluvialen Standort (Al) in der Elbaue und 1998 auf einem Standort mit Verwitterungsboden (V) im Südharz (Tab. 1) K-Düngungsversuche mit je vier Düngungsvarianten und vier Wiederholungen als lateinisches Quadrat angelegt.

Tab. 1: Beschreibung der Versuchsorte

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

Neben Prüfgliedern ohne K-Düngung und der Düngung nach einem Standardentzug von 20 g/kg TM K betragen die variierten Grunddüngergaben im 1997 bzw. 1998 angelegten K-Düngungsversuch 70 % und 130 % des Entzuges. In dem 2011 auf dem alluvialen Standort angelegten K-Düngungsversuch wurden neben den K-Gaben auch die verwendeten mineralischen Dünger variiert. Die Düngergaben und die verwendeten Dünger der Versuchsvarianten sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Die für die Phosphor- und Stickstoffdüngung verwendeten Düngerarten waren KAS und Triplesuperphosphat. Untersucht wurden die Ertragsleistungen und seit 2015 bzw. 2016 die zur Kalkulation der DCAB erforderlichen Mineralstoffgehalte (K, Na, S, Cl⁻) in der Pflanze. Die DCAB mit den DCAB-relevanten Mengenelementen in g/kg TM wurde nach folgender Formel kalkuliert:

$$\text{DCAB meq/kg TM} = (43,5 * \text{Na} + 25,6 * \text{K}) - (28,5 * \text{Cl} + 62,3 * \text{S})$$

Die Bestimmung der Bodengehaltswerte erfolgte für K in den Versuchsjahren 2015 bis 2017 nach der CAL- Methode. Die Cl- Gehalte im Boden wurden seit 2016 mittels Ionenchromatographie bestimmt.

Tab. 2: Jährliche Düngung der Versuchsvarianten in kg/ha in den K- Düngungsversuchen

Prüf- glied	Versuch: 1997/98 - 2017						Versuch: 2011 - 2017				
	Al- Standort			V- Standort			Al- Standort				
	N	P	K*	N	P	K*	Düngerform	N	P	K	S
1			0			0	Kieserit			0	20
2			114			134	Kainit			46	20
3	197	24	165	215	30	192	K60	240	33	146	0
4			216			248	40er KK+Kainit			146	32

* K-Düngung mit K60

Ergebnisse und Diskussion

Die in der Tabelle 3 zusammengestellten Erträge zeigen das Standortpotenzial der Versuchsorte, wenn die entzogenen Nährstoffe durch eine Düngung wieder ergänzt werden. Es liegt abhängig von der Wasserversorgung des Standortes zwischen 83 dt TM/ha auf dem Al- Standort und 96 dt TM/ha auf dem V- Standort. Die K- Gehalte lagen bei einer am Entzug orientierten K- Düngung im 1. Aufwuchs zwischen 22 und 34 g/kg TM und zwischen 18 und 28 g/kg TM in den Folgeaufwüchsen.

Tab. 3: Trockenmasseerträge (dt/ha) in Düngungsversuchen 1997/98 – 2017 mit einer K60- Düngung nach einem Entzug von 20 g K/kg TS

Ort	1997/98 - 2001	2002 - 2006	2007 - 2011	2012 - 2017	Gesamtmittel
Al	75,6	75,2	92,8	63,8	83,0
V	89,5	84,4	102,3	105,0	96,1

Ohne K- Düngung reagierten die Standorte in den K- Düngungsversuchen ab der zweiten bzw. dritten Versuchspentade in Abhängigkeit vom K- Nachlieferungsvermögen des Standortes mit statistisch gesicherten Mindererträgen (Tab. 4). Die K- Gehalte in der Pflanze lagen dann im gewogenen Mittel über alle Aufwüchse auf dem Al- Standort unterhalb des Standardentzuges von 20 g/kg TM und auf dem V- Standort unterhalb von 14 g/kg TM.

Tab. 4: Trockenmasseerträge in Düngungsversuchen 1997/98 – 2017 relativ zur nach Entzug mit K60 gedüngten Variante und K- Gehalte in der Pflanze

Prüf- glied	Dünger g/kg TM		1997/98-2001		2002-2006		2007-2011		2012-2017		1997/98-2017	
	K	Cl	TM- Ertrag	K g/kg TM	TM- Ertrag	K g/kg TM	TM- Ertrag	K g/kg TM	TM- Ertrag	K g/kg TM	TM- Ertrag	K g/kg TM
			relativ		relativ		relativ		relativ		relativ	
Al- Standort												
1	0	0	93	27	89	20	86	17	63	15	89	20
2	15	15	100	31	97	26	98	25	96	26	97	27
3	22	20	100	33	100	28	100	27	100	28	100	29
4	27	26	105	34	107	30	106	29	112	30	104	30
V- Standort												
1	0	0	95	18	84	12	82	11	78	10	84	12
2	13	13	106	24	106	23	104	20	104	19	105	21
3	20	19	100	27	100	29	100	23	100	24	100	25
4	25	23	98	28	109	31	105	26	107	26	105	27

Eine vom Entzug abweichende K- Düngung führte im Versuchszeitraum nicht zu signifikanten Ertragsunterschieden. K- Düngezusätze bewirkten deutlich erhöhte K- und Cl- Gehalte in der Pflanze, da mit der K60- Düngung nahezu ebensoviel Cl⁻ wie K den Pflanzen zugeführt wird.

Tab. 5: DCAB- relevante Mineralstoffgehalte in g/kg TS im 1. Aufwuchs in Abhängigkeit von der Höhe der K- Düngung mit 60er Kali in Düngungsversuchen 1997/98 - 2017

Prüf- glied	1997/98 -2017			2016 - 2017				
	Na	K	S*	Na	K	S	Cl	DCAB
Al- Standort								
1	2,2	19,8	1,8	2,1	11,7	1,5	2,0	240
2	1,4	28,8	2,0	1,4	24,1	1,5	12,8	223
3	1,0	30,8	2,0	0,9	26,9	1,4	16,5	169
4	0,7	32,0	1,9	0,4	28,3	1,4	18,0	143
V- Standort								
1	1,5	13,3	2,8	1,8	12,9	2,3	6,4	88
2	1,0	24,6	2,4	1,6	20,7	2,4	12,7	94
3	1,0	28,8	2,4	2,4	26,2	2,5	18,6	92
4	0,7	31,1	2,3	0,8	29,4	2,3	16,1	189

* Al- Standort: Mittelwert 2005 bis 2007 und 2014 bis 2017; V- Standort: Mittelwert 2005 bis 2017

Im Versuchszeitraum nahmen in beiden Versuchsorten mit steigenden K- Düngergaben die K-Gehalte zu und die Na- Gehalte ab, sowohl im 1. Aufwuchs als auch in den Folgeaufwüchsen (Tab. 5, 6). In den Folgeaufwüchsen waren die K- Gehalte niedriger und die Na- Gehalte höher als im 1. Aufwuchs. Die S- Gehalte lagen in den Folgeaufwüchsen höher als im 1. Aufwuchs aber auf einem niedrigen Niveau. Das gilt auch für die Versuchsjahre 2016 und 2017, in denen alle DCAB-relevanten Mineralstoffgehalte analysiert wurden. Lediglich auf dem V- Standort lagen die Na- Gehalte in der nach einem Standardentzug von 20 g K/kg TM gedüngten Variante sehr hoch. Gräser nehmen neben K offensichtlich auch bevorzugt Cl⁻ auf. Die in den gedüngten Varianten deutlich erhöhten Cl⁻ Gehalte in den Grasaufwüchsen führen zu einer Abnahme der DCAB im Vergleich zur ungedüngten Variante. Einzige Ausnahme ist das Prüfglied mit K- Düngezusätzen auf dem V- Standort, die niedrigere Cl⁻ Gehalte in allen Aufwüchsen und eine höhere DCAB aufwies.

Tab. 6: DCAB- relevante Mineralstoffgehalte in g/kg TS in den Folgeaufwüchsen in Abhängigkeit von der Höhe der K- Düngung mit 60er Kali in Düngungsversuchen 1997/98 - 2017

Prüf- glied	1997/98 -2017			2016 - 2017				DCAB
	Na	K	S*	Na	K	S	Cl	
AI- Standort								
1	2,5	19,5	2,2	2,7	14,0	1,8	2,9	281
2	1,6	25,0	2,4	1,5	21,9	1,8	12,8	148
3	1,2	27,1	2,4	1,1	25,6	1,9	15,5	144
4	0,8	28,2	2,4	0,5	28,9	1,9	17,5	149
V- Standort								
1	2,3	11,2	3,2	2,8	10,4	2,4	4,7	101
2	1,8	18,7	2,9	2,2	14,8	2,5	10,0	34
3	1,8	22,9	2,9	4,0	18,1	2,6	15,3	41
4	1,4	24,9	2,8	2,2	23,6	2,9	13,6	128

* AI- Standort: Mittelwert 2005 bis 2007 und 2014 bis 2017; V- Standort: Mittelwert 2005 bis 2017

Nach 21 Jahren ohne K- Düngung sanken auf dem AI- Standort die K- Gehalte im Boden auf 3 mg/ 100g Boden (CAL-Methode) und die Cl- Gehalte lagen bei 9 mg/1000g Boden. Durch die K-Düngung nach Entzug und durch K- Düngezuschläge mit K60 stiegen in Abhängigkeit von der Höhe der K- Gaben die K- Gehalte auf 7 bzw. 17 mg/100g Boden und die Cl- Gehalte auf 15 mg/1000g Boden an.

Im 2011 angelegten K- Düngungsversuch waren ohne K- Düngung erst in 2 Versuchsjahren signifikante Mindererträge zu verzeichnen und die K- Gehalte lagen noch in allen Aufwüchsen oberhalb 16 g/kg TM (Tab. 7, 8).

Die Cl-Gehalte in der nicht mit K gedüngten Variante lagen ähnlich niedrig wie im K60-Düngungsversuch und dieses Prüfglied wies die höchste DCAB im Versuch auf. Die K- und Cl- Gehalte im Gras stiegen auch in diesem Versuch in Abhängigkeit von der K- und Cl-Zufuhr an. Sehr hohe Cl- Gehalte im 1. Aufwuchs und in den Folgeaufwüchsen führten auch bei hohen K- Gehalten im Gras zu einer niedrigen DCAB.

Mit den verwendeten Düngern wurden die Bestände in den Varianten 1, 2 und 4 auch mit 20 bis 32 kg S/ha versorgt, was zu einer leichten Erhöhung der S- Gehalte in der Pflanze mit geringfügigen Auswirkungen auf die DCAB führte.

Tab. 7: Trockenmasseerträge und K- Gehalte in der Pflanze, Versuchsmittel Düngungsversuch 2011 - 2017

Prüf- glied	g Dünge- K/kg TM	g Dünge- Cl/kg TM	1.Schnitt		Folgeschnitte		Gesamt	
			dt TM/ha	g/kg TM	dt TM/ha	g/kg TM	dt TM/ha	g/kg TM
1	0	0	35,2	21	53,9	19	89,1	20
2	5	22	37,4	26	56,8	20	94,2	22
3	15	14	36,7	30	58,2	26	94,9	28
4	15	33	36,7	29	57,9	26	94,6	27

Tab. 8: DCAB- relevante Mineralstoffgehalte 2015 - 2017 im 1. Aufwuchs in Abhängigkeit von der Höhe der K- Düngung und dem verwendeten Dünger, Düngungsversuch 2011 - 2017

Prüf- glied	1. Schnitt					Folgeschnitte				
	Na	K	S	Cl	DCAB	Na	K	S	Cl	DCAB
1	3,2	17,3	3,1	2,0	329	4,1	16,7	3,9	2,4	289
2	6,8	24,2	2,4	19,1	215	7,0	16,8	3,2	16,5	65
3	1,6	29,7	1,9	15,5	275	2,6	22,9	2,3	16,7	83
4	5,2	28,7	2,5	21,5	194	4,3	23,1	3,2	20,1	7

Schlussfolgerungen

Die DCAB von Rationen besitzt große Bedeutung für die Fütterung von Milchkühen vor der Kalbung und in der Laktation. Die DCAB in Grassilagen variieren stark und beeinflussen die der Gesamtrationen. Für die Abschätzung zu erwartender Werte sollten die Ursachen der DCAB-Variation in Grassilagen bekannt sein.

Die DCAB wird durch die Grunddüngung mit Cl- haltigen Kalidüngern beeinflusst. Abhängig von der Höhe der K- Düngung und dem verwendeten K- Dünger und damit von der Cl- Zufuhr steigen die K- und Cl- Gehalte in den Grasaufwüchsen. Dadurch kann die DCAB standortabhängig in niedrige Bereiche fallen, besonders in den Folgeaufwüchsen.

Pflanzenbauliche Maßnahmen wie die Grunddüngung sind in erster Linie auf die Schaffung leistungsstarker Futterpflanzenbestände ausgerichtet. Für die Ausschöpfung des standorttypischen Ertragspotenzials ist bei einer Drei- bis Vierschnittnutzung eine jährliche Düngung, die sich an einem Standardentzug von 20 g K/kg TM orientiert, ausreichend. Die K- Gehalte in optimal versorgten Beständen lagen auf dem Al- und V- Standort zwischen 22 und 35 g/kg TM im 1. Aufwuchs und zwischen 20 und 30 g/kg TM in den Folgeaufwüchsen. Ertragswirksamer K- Mangel liegt in grasreichen und ausreichend mit Stickstoff versorgten Beständen auf diesen Standorten bei K- Gehalten unterhalb 16 g/kg TM vor. Düngezuschläge waren im Versuchszeitraum nicht ertragswirksam, führten aber zu Luxuskonsum mit Kalium und bei der Verwendung von Cl- haltigen mineralischen Kaliumdüngern auch mit Chlorid.

Für die Abschätzung der Auswirkungen einer K- Gabenteilung bzw. einer Umstellung der mineralischen K- Düngung auf sulfathaltige Dünger zur Vermeidung von niedrigen bzw. negativen DCAB von Grasaufwüchsen sind weitere Untersuchungen erforderlich

Monitoring zur Kationen-Anionen-Bilanz (DCAB) im Erntegut von Grasaufwüchsen an unterschiedlichen Standorten

B. GREINER UND T. ENGELHARD

Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Lindenstraße 18,
39606 Iden

baerbel.greiner@llg.mule.sachsen-anhalt.de, thomas.engelhard@llg.mule.sachsen-anhalt.de

Einleitung und Problemstellung

Die Kationen-Anionenbilanz (Dietary Cation-Anion-Balance, DCAB) von Futtermitteln und Rationen besitzen im Rahmen der „Milchfieber“-Prophylaxe hohe Bedeutung für die Milchkuhfütterung. Zur guten fachlichen Fütterungspraxis gehört es, die DCAB in der Rationsgestaltung für die Vorbereitungsfütterung vor der Kalbung zu berücksichtigen und im Bedarfsfall zu beeinflussen. Für die Fütterung von laktierenden Milchkühen werden aktuell ein nachteiliger Einfluss niedriger/negativer DCAB der Rationen sowie ein Orientierungsbereich diskutiert. Niedrige DCAB aufgrund hoher Cl⁻- und/oder S-Gehalte wirken metabolisch säuernd, also azidotisch. Ursächlich dafür können in der praktischen Fütterung hohe Rationsanteile an Rapsextraktionsschrot (RES) sein, z. B. bei GVO-freier Fütterung. RES weist aufgrund vergleichsweise hoher S- Gehalte (7 – 8 g/kg TM) stark negative DCAB von -50 bis zu -200 meq/kg TM auf. Für Gesamtrationen der Laktationsfütterung werden DCAB von 150 bis 350 meq/kg TM empfohlen (Hu et al., 2004; Chan et al., 2005; Apper-Bossard et al., 2006; Staufenbiel et al., 2007). Bei DCAB unter 50 meq/kg TM, zunehmend um 0 und im negativen Bereich muss mit Rückgängen der Futteraufnahmen, der Leistungen und bei hoher S-Konzentration auch mit Pansenfermentationsstörungen gerechnet werden. Diese Probleme können z. B. auftreten, wenn RES oder andere Futtermittel mit noch stärker ausgeprägter negativer DCAB (z. B. Getreideschlempen) in höheren Anteilen in Rationen mit Grobfutter ebenfalls geringer DCAB zusammen eingesetzt werden.

Die Variationen der DCAB in Grobfuttermitteln sind erheblich (Mahlkow-Nerge et al., 2017). Für Grassilagen können innerhalb eines Betriebes und zwischen Regionen besonders große Schwankungen der DCAB auftreten. Diese werden stark durch die jeweiligen Grünlandstandorte und/oder durch die Zahl des Aufwuchses beeinflusst. Ursachen dafür sollten in einem Monitoring untersucht werden, das im Jahr 2017 im nördlichen Sachsen-Anhalt auf unterschiedlichen Standorten für 1. und 2. Grünlandaufwüchse durchgeführt wurde.

Material und Methoden

Insgesamt wurden 21 Grünlandflächen in neun Betrieben in das Monitoring einbezogen. Davon befanden sich acht Flächen in drei Betrieben auf Niedermoor und 13 Flächen in fünf Betrieben auf diluvialen bzw. alluvialen Standorten. Jeweils wurden aus dem zur Silierung geernteten Gras vom 1. und teilweise vom 2. Aufwuchs repräsentative Proben gezogen und im Futtermittellabor des LKV Brandenburg auf die Gehalte an DCAB-relevanten Mengenelementen (K, Na, Cl⁻, S) sowie auf weitere Nährstoffgehalte untersucht.

Die Kalkulation der DCAB erfolgt auf Basis der Na⁻, K⁻, S⁻ und Cl⁻- Gehalte in g/kg TM:

$$\text{DCAB in meq/kg TM} = (\text{Na} * 43,5 + \text{K} * 25,6) - (\text{Cl} * 28,2 + \text{S} * 62,3)$$

Von den Niedermoorflächen konnte witterungsbedingt nur von sechs Flächen der 2. Aufwuchs beprobt werden, von den mineralischen Standorten war dies für 12 Flächen möglich. Neben den Angaben zum Standort wurden von den Betrieben weitere Daten zur

Bewirtschaftung insbesondere zur Grunddüngung erhoben. Im Herbst 2017 erfolgte auf allen Monitoringflächen die Entnahme von Bodenproben in vier Schichttiefen bis in 90 cm Tiefe. Zusätzlich zu den Parametern der Standard-Bodenuntersuchung (P- und K- Gehalte nach der CAL- Methode) wurden die Cl-Gehalte mittels Ionenchromatographie im Labor der LLG Sachsen-Anhalt analysiert.

In den Monitoringbetrieben, die auf Niedermoorgrünland wirtschaften, wurde der K-Düngung eine hohe Bedeutung beigemessen. Zusätzlich zur Gülledüngung wurde dort eine mineralische K- Düngung durchgeführt. Eine K- Düngung, die sich an einem K- Entzug von 20 g K/kg TS orientiert, ist bei den niedrigen K- Gehalten im Boden für die Ausschöpfung des standorttypischen Ertragspotenzials notwendig, da die von Natur her kaliumarmen Niedermoorböden kein Kalium nachliefern (Greiner et al., 2014; Hertwig et al., 2017).

Tab. 1: Standortangaben, Ergebnisse der Bodenuntersuchung November 2017: Mittelwert (Minimum – Maximum) und Angaben zur Düngung im Frühjahr 2017 der am Monitoring beteiligten Betriebe

Bodenart	Humus- gehalt	Schicht- tiefe cm	pH-Wert	K-Gehalt mg/100g Boden (CAL)	Cl-Gehalt mg/1000g Boden	K-Dünger Frühjahr 2017	Dünge-K in kg/ha, Frühjahr 2017
Niedermoor (n = 8)							
Moor bis lehmiger Sand	Moor bis Anmoor	0-15	6,8 (5,9 – 7,4)	7 (5 – 11)	46 (14 – 108)	Gülle+ 40er KK bzw. K60	ca. 120-220
		30-60	7,0 (6,2 – 7,7)	2 (1 – 3)	44 (9 – 12)		
		60-90	7,2 (5,8 – 7,9)	2 (1 – 3)	40 (12 – 85)		
Mineralboden (n = 13)							
sandiger Lehm bis toniger bzw. schluffiger Lehm	Humos bis stark humos	0 -15	6,4 (5,5 – 7,5)	7 (3 – 15)	17 (10 – 40)	Gülle	ca. 20-80
		30 - 60	6,7 (5,5 – 7,5)	4 (1 – 13)	14 (7 – 35)		
		60 - 90	6,9 (5,3 – 7,9)	3 (1 – 10)	14 (6 – 32)		

Auf den mineralischen Grünlandstandorten wurde neben der Gülledüngung keine mineralische K- Düngung durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Tabelle 2 zeigt eine starke Differenzierung der DCAB- Werte in Abhängigkeit vom Aufwuchs, vom Standort und damit auch von den dort unterschiedlichen Höhen der K- Düngung an.

Tab. 2: Ergebnisse Grasmonitoring DCAB, Mittelwerte (Minimum – Maximum), 9 Betriebe

Schnitt	g Na/kg TM	g K/kg TM	g Cl/kg TM	g S/kg TM	DCAB meq/kg TM
1	Niedermoor (n = 8)				
	3,0 (1,8 – 5,5)	22,6 (18,8 – 27,5)	15,1 (10,0 – 23,3)	2,7 (2,2 – 3,2)	115 (8 – 245)
	Mineralboden (n = 13)				
	2,7 (0,2 – 6,7)	22,6 (14,9 – 33,3)	6,2 (3,6 – 9,7)	2,4 (1,8 – 3,8)	370 (145 – 592)
2	Niedermoor (n = 6)				
	3,7 (1,0 – 6,3)	16,8 (15,1 – 20,2)	16,5 (11,8 – 22,0)	2,9 (2,5 – 3,6)	-55 (-137 – 37)
	Mineralböden (n = 12)				
	2,9 (0,3 – 6,7)	17,6 (8,6 – 26,9)	9,1 (3,3 – 14,0)	2,5 (1,7 – 3,7)	165 (-27 – 284)

Die DCAB lag in den Proben von Niedermoorflächen mit mineralischer K- Düngung im Mittel deutlich niedriger als in den Proben von mineralischen Standorten ohne mineralische K- Düngung. Die DCAB vom 2. Aufwuchs war niedriger als die DCAB vom 1. Aufwuchs. Die Einzelwerte streuen stark um die Mittelwerte. Generell ist der im Monitoring 2017 erhobene DCAB- Mittelwert für die Grassilagen vom 1. Schnitt geringer als der DLG-Orientierungswert von 426 meq/kg TM (DLG, 2010).

Die Abbildung 1 zeigt, dass auf mineralischen Standorten die DCAB mit steigenden K- Gehalten anstieg. Das gilt besonders für den 1. Aufwuchs. Auf Niedermoor ist das prinzipiell auch so zu erwarten. Allerdings liegen aus dem Monitoring dafür keine Werte vor, da keine Grünlandaufwüchse von Niedermoorflächen mit suboptimaler oder unterlassener K- Düngung untersucht wurden. In den Proben von Niedermoorflächen führten hohe Cl- Gehalte im 1. Aufwuchs immer zu einer niedrigen DCAB. Ein Grund für die hohen Cl- Gehalte in den Grasproben von Niedermoorflächen ist die 2017 durchgeführte mineralische Ergänzungsdüngung mit den üblicherweise auf Grünland verwendeten chloridhaltigen Kalidüngern 40er Kornkali und 60er Kali. Neben 66 bis 112 kg K/ha wurden damit auch 54 bis 101 kg Cl/ha zugeführt.

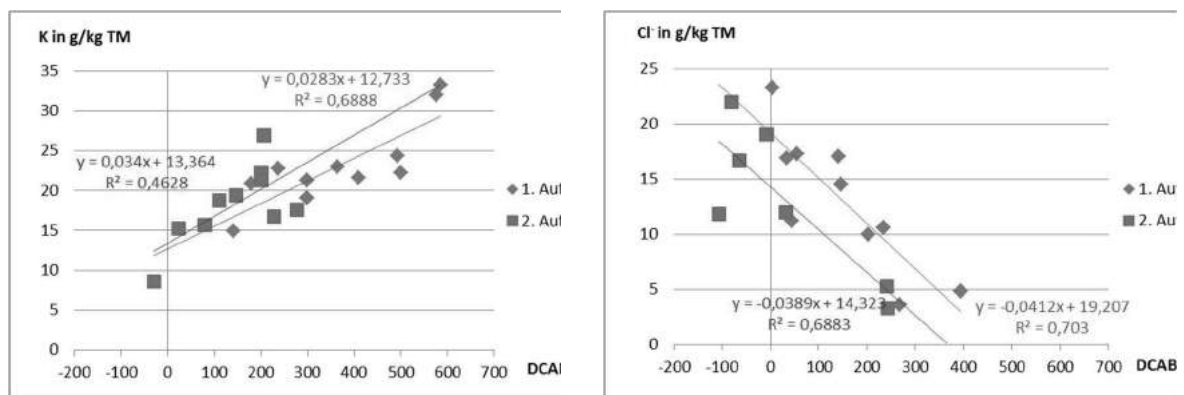


Abb. 1: Beeinflussung der DCAB durch die K- Gehalte auf mineralischem Grünland und der Cl- Gehalte auf Niedermoor im 1. und 2. Aufwuchs, Ergebnisse Grasmonitoring 2017

Die S- Gehalte lagen auf Niedermoor in beiden Aufwüchsen geringfügig höher als auf mineralischen Standorten. Ein enger Zusammenhang zwischen den S- Gehalten und der DCAB war nicht zu finden, auch nicht zwischen den Na- Gehalten und der DCAB.

Bei den Bodenuntersuchungen im November 2017 fielen auf den Niedermoorprobeflächen vor allem die hohen Cl- Gehalte bis in die tieferen Bodenschichten bei gleichzeitig sehr niedrigen K- Gehalten auf. Auf den Mineralbodenprobeflächen lagen die Cl- Gehalte im Boden deutlich niedriger und die K- Gehalte in den tiefen Schichten höher als auf den Niedermoorprobeflächen (Tab. 1).

Schlussfolgerungen

Die DCAB von Rationen besitzt große Bedeutung für die Fütterung von Milchkühen vor der Kalbung und in der Laktation. Die DCAB in Grobfuttermitteln, insbesondere in Grassilagen variieren stark und beeinflussen so die der Gesamtrationen. Die Kenntnis zu den Ursachen der DCAB-Variation in Grassilagen ist für die Abschätzung zu erwartender Werte wichtig. Die DCAB wird in Grünlandaufwüchsen durch den Standort, den Aufwuchs und die Grunddüngung beeinflusst. Pflanzenbauliche Maßnahmen wie die Grunddüngung sind in erster Linie auf die Schaffung leistungsstarker Futterpflanzenbestände ausgerichtet, dennoch sollten die Auswirkungen von Düngemaßnahmen auf die DCAB- relevanten Mineralstoffgehalte im Gras und in Grassilagen bekannt sein und wenn möglich beeinflusst werden.

Niedrige K- Gehalte durch eine unterlassene oder suboptimale K- Düngung führen zu niedrigen DCAB in Grasaufwüchsen. Langjährige Ringversuche zur K- Düngung haben ergeben, dass für die Ausschöpfung des standorttypischen Ertragspotenzials und für eine futterwirtschaftlich günstige Pflanzenbestandszusammensetzung in grasbetonten Grünlandbeständen eine an einem Entzug von 20 g K/kg TS orientierte Düngung erforderlich ist. Das trifft besonders für die von Natur her kaliumarmen Niedermoorstandorte zu, auf denen häufig eine mineralische Ergänzungsdüngung zur Deckung des hohen K-Düngebedarfes angezeigt ist. Düngezuschläge zur Aufdüngung des Bodens in eine höhere Gehaltsklasse mit chloridhaltigen K-Düngern sind nicht zu empfehlen, da sie nicht ertragswirksam sind und zu Luxuskonsum der Gräser mit K und Cl⁻ führen. Hohe Cl⁻-Gehalte verursachen im Graseine Absenkung der DCAB. Im Boden werden die Cl⁻- Gehalte durch die Verwendung von Cl⁻- haltigen Kalidüngern ebenfalls angehoben. Inwiefern eine K- Gabenteilung bzw. eine Umstellung der mineralischen Kaliumdüngung auf sulfathaltige Dünger zur Vermeidung einer niedrigen bzw. negativen DCAB von Niedermoorgrasaufwüchsen beitragen könnte, muss in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

Im Rahmen der Fütterung von Milchkühen ist die Kenntnis zur DCAB der in den Rationen eingesetzten Futtermittel von hoher Bedeutung. Die DCAB variiert grundsätzlich sehr stark zwischen unterschiedlichen Futtermitteln, aber auch in den Futtermitteln aufgrund technischer Behandlungen (z. B. Extraktionsschrote, Nebenprodukte) sowie betriebs- und flächenspezifisch bei Grobfuttermitteln. Insbesondere in Grassilagen schwankt die DCAB bedingt durch den Standort und agrotechnische Maßnahmen (Düngung, Nutzungsintensität etc.). Durch gezielte Auswahl, Zusammenstellung und/oder Ergänzung der Futtermittel bei der Rationsgestaltung ist die DCAB zweckbestimmt in den jeweiligen Orientierungsbereichen einzustellen.

Literatur

APPER-BOSSARD, E., PEYRAUD, J. L., FAVERDIN, P. & MESCHY, F. (2006): Changing dietary cation-anion difference for dairy cows fed with two contrasting levels of concentrate in diets. *J. Dairy Sci.* 89, 749-760

CHAN, P. S., WEST, J. W., BERNARD, J. K. & FERNANDEZ, J. M. (2005): Effects of dietary cation-anion difference on intake, milk yield, and blood components of the early lactation cow. *J. Dairy Sci.* 88, 4384-4392

DLG (2010): *DLG-Kompakt* "Erfolgreiche MilCHFieberprophylaxe", DLG-Verlag Frankfurt/M., ISBN 978-3-7690-3162-1

GREINER, B., HERTWIG, F., PRIEBE, R., RIEHL, G. & SCHUPPENIES, R., (2014): Auswirkungen einer unterlassenen Phosphor- und Kaliumdüngung – Ergebnisse aus sechzehnjährigen Grünlanddüngungsversuchen, *AGGF-Tagungsband* 58 Arnstadt 107-110

HERTWIG, F., WACKER, J. & SCHUPPENIES, R. (2017): Ergebnisse 20-jähriger Untersuchungen zur Phosphor- und Kaliumdüngung von Niedermoorgrünland in Nordostdeutschland als Basis für eine entzugsgerechte Düngungsempfehlung, *AGGF-Tagungsband* 61 Berlin/Paulinenaue 19-24

HU, W. & MURPHY M. R. (2004): Dietary cation-anion difference effects on performance and acid-base status of lactating dairy cows: A meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 87, 2222-2229

MAHLKOW-NERGE, K., ENGELHARD T., STAUFENBIEL, R., RICHARDT, W.: DCAB – auch bei Laktierenden auf diesen Parameter achten, *„Milchpraxis“* 4 16-20

STAUFENBIEL, R., GELFERT, C. C., HOF, K., WESTPHAL, A. & DAETZ, C. (2007): Einfluss verschiedener Varianten der Trockensteher- und Transitkuhfütterung auf die Tiergesundheit und die Leistung. In: *Tagungsbericht* 2007: 10. Symposium "Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen", Neuruppin, 25.10.2007. Lübke Druck u. Design, Neuruppin, ISBN 978-3-9813409-0-7

Vegetationskundliche Differenzierung des Grünlandes im Naturraum Thüringer Wald

¹H. HOCHBERG, ²K. REIßMANN UND ³S. BORNKESSEL

¹Deutscher Grünlandverband e.V., AG Thüringen, Langestr. 4,
99869 Günthersleben-Wechmar

²SALIX-Büro für Ökologie und Landschaftsplanung, Döblitzer Weg 1a,
06193 Wettin-Löbejün, OT Mücheln

³Landschaftspflegeverband e.V., Rennsteigstraße 18, 98678 Sachsenbrunn
hans.hochberg@t-online.de

Einleitung und Problemstellung

In den deutschen Mittelgebirgen prägen Wiesen und Weiden neben den Wäldern die Kulturlandschaft. Das Dauergrünland auf Bergstandorten zeichnet sich standort- wie auch bewirtschaftungsbedingt durch einen hohen Artenreichtum sowie eine Vielfalt an Pflanzengesellschaften aus (Hochberg et al., 2008; Hundt, 1964; Oberdorfer, 1957; Waesch, 2003). In den zurückliegenden drei Jahrzehnten hat sich ein grundlegender Wandel in der Bewirtschaftung dieser Grünlandstandorte vollzogen. Je nach Agrarstruktur, Tierbesatz und Fördervoraussetzungen bei den Agrarumweltprogrammen der Bundesländer ist die vormals relativ intensive Grünlandwirtschaft von einer einzelflächigen bis hin zur gesamtgebietsbezogenen Extensivierung abgelöst worden. In Mittelgebirgen mit sehr niedrigem Tierbesatz an Rauhfutterfressern/ ha Grünland und einem mehr oder weniger starken Rückzug der Milchviehhaltung aus diesen Gebieten hat eine massive Unterschreitung der Mindestbewirtschaftungsintensität stattgefunden. Das hat Auswirkungen auf die Grünlandbestände gehabt, indem der Standorteinfluss wieder wesentlich stärker und differenzierender hervorgetreten ist. Neuere vegetationskundliche Daten dazu liegen jedoch nicht vor.

Am Beispiel des Thüringer Waldes soll im Rahmen des BLE-Projektes OPTIGREEN anhand einer flächendeckenden Zustandserhebung eine aktuelle vegetationskundliche Differenzierung des Dauergrünlandes vorgenommen werden.

Material und Methode

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich über den Naturpark Thüringer Wald mit einer Grünlandfläche von 27.500 ha. Die Flächen befinden sich in der Höhenlage von 400 bis 900 m über NN. Die Jahresdurchschnittstemperaturen bewegen sich zwischen 4,0 und 6,5°C und die Jahresniederschläge schwanken zwischen 800 und 1300 mm. Die Böden sind vorwiegend flach- bis mittelgründige Braunerden (Porphyre, Porphyrite, Phycoden-Tonschiefer, Granite und Rotliegendes). Für das Geländere relief sind mehr oder weniger ausgedehnte Plateaulagen (Rodungsinseln), Steilhänge und tief eingeschnittene Kerbsohlentäler kennzeichnend.

Für eine repräsentative Geländestichprobe sind alle Grünlandflächen von 6 Referenzbetrieben (799 Feldstücke) einbezogen worden. Für weitere 200 Feldstücke außerhalb dieser Betriebe ist GIS-gestützt eine Flächenauswahl nach KULAP-Inanspruchnahme 2014 vorgenommen worden. Somit bestand die Geländestichprobe aus 999 Feldstücken, die 2.640 ha Grünland repräsentieren.

Die Pflanzenbestandsaufnahme erfolgte in Anlehnung an die von Reichelt u. Wilmanns (1973) abgewandelten Skala nach Braun-Blanquet (1964), die für die Schnellansprache modifiziert wurde (Note 3a: 10-25% Bestandsanteil, Note 3b: 25-40% Bestandsanteil) jeweils für das gesamte Feldstück. Wenn sich auf bewirtschaftungsrelevanten Flächenanteilen eines Feldstücks die Pflanzengemeinschaft deutlich von der vorherrschenden unterschied, wurde das Feldstück entsprechend unterteilt und mehrere

Aufnahmen erstellt. Für die Differenzierung der vorgefundenen Grünlandvegetation standen somit insgesamt 1124 Flächenaufnahmen zur Verfügung.

Ergebnisse und Diskussion

Mit der vorliegenden Differenzierung des Grünlandes in Grünlandtypen wird die Vielfalt des Grünlandes in diesem Naturraum abgebildet (Tab. 1). Insgesamt sind 50 Grünlandtypen für die untersuchten Feldstücke ermittelt worden.

Die Aufnahmeflächen (gesamtes Feldstück) sind oft aufgrund z.B. kleinräumig differenzierter Standortbedingungen inhomogen, was häufig eine klassische pflanzensoziologische Zuordnung schwierig macht. Aufgrund standort-/bewirtschaftungsbedingter, z.T. kleinräumiger Verzahnung verschiedener Pflanzengemeinschaften sind häufig Übergangsbstände identifiziert worden. Das ungewöhnlich starke, extensivierungsbedingte Auftreten von landwirtschaftlich weniger wertvollen Gräsern, die keine Zeigerpflanzen von pflanzensoziologischen Einheiten sind, wurde als Überprägung charakterisiert. Diese Situation musste Berücksichtigung bei der Identifizierung der Grünlandtypen finden. Die erarbeitete vegetationskundliche Differenzierung des Dauergrünlandes setzt sich deshalb aus pflanzensoziologischen Kategorien und charakteristischen, in der Literatur noch nicht beschriebenen Übergangsbständen zusammen. Diese Grünlandtypen wurden in Anlehnung an die pflanzensoziologischen Einheiten nach SCHUBERT (2001) und HEINRICH et.al (2010) bezeichnet (Tab. 1).

Tab. 1: Typisierung des Grünlandes auf Bergstandorten am Beispiel des Thüringer Waldes

Nr.	Grünlandtyp
01a	Wiesenfuchsschwanzwiese (<i>Alopecuretum pratensis</i>), planare Ausbildungsform (AF)
01b	Wiesenfuchsschwanzwiese (<i>Alopecuretum pratensis</i>), planare AF, überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)
02a	Submontane Fuchsschwanzwiese (<i>Alopecuretum pratensis</i> , submontane AF)
02b	Submontane Fuchsschwanzwiese (<i>Alopecuretum pratensis</i> , submontane AF), überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)
03a	Feuchtwiesen-Vegetationskomplex
03b	Feuchtwiesen-Vegetationskomplex, überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
03c	Feuchtwiesen-Vegetationskomplex, überprägt mit <i>Juncus spec.</i>
03d	Mädesüß-Hochstaudenflur
03e	Nasswiese mit Pestwurz
04a	Möhren-Glatthaferwiese (<i>Dauco carotae-Arrhenatheretum elatioris</i>)
04b	Möhren-Glatthaferwiese (<i>Dauco carotae-Arrhenatheretum elatioris</i>), überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
05a	Trockene Salbei-Glatthaferwiese (<i>Dauco carotae-Arrhenatheretum elatioris</i> , <i>Subass. salvietosum</i>)
05b	Trockene Salbei-Glatthaferwiese (<i>Dauco carotae-Arrhenatheretum elatioris</i> , <i>Subass. salvietosum</i>) überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
06a	Goldhaferwiese (<i>Poo-Trisetion</i>)
06b	Goldhaferwiese (<i>Poo-Trisetion</i>), überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
07a	Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese (<i>Geranio-Trisetetum</i>)
07b	Waldstorchschnabel-Goldhaferwiese (<i>Geranio-Trisetetum</i>), überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
08a	Rotschwingel-Straußgrasgesellschaft (<i>Festuca rubra-Agrostis tenuis</i> -Gesellschaft)

Nr.	Grünlandtyp
08b	Rotschwengel-Straußgrasgesellschaft (<i>Festuca rubra-Agrostis tenuis</i> -Gesellschaft), überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
08c	Rotschwengel-Straußgrasgesellschaft (<i>Festuca rubra-Agrostis tenuis</i> -Gesellschaft) mit Borstgras
08d	Rotschwengel-Straußgrasgesellschaft (<i>Festuca rubra-Agrostis tenuis</i> -Gesellschaft) mit Borstgras, überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
09a	Bärwurz-Rotschwengelwiese (<i>Meo-Festucetum rubrae</i>)
09b	Bärwurz-Rotschwengelwiese (<i>Meo-Festucetum rubrae</i>), überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
09c	Bärwurz-Rotschwengelwiese (<i>Meo-Festucetum rubrae</i>) mit Borstgras
09d	Bärwurz-Rotschwengelwiese (<i>Meo-Festucetum rubrae</i>) mit Borstgras, überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
09e	Bärwurz-Rotschwengelwiese (<i>Meo-Festucetum rubrae</i>) mit Entwicklungspotential zum Borstgrasrasen (<i>Nardetum</i>)
09f	Bärwurz-Rotschwengelwiese (<i>Meo-Festucetum rubrae</i>) mit Entwicklungspotential zum Borstgrasrasen (<i>Nardetum</i>), überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
10	Borstgrasrasen (<i>Nardetum</i>)
11	Halbtrockenrasen, basiphil
12	Dominanzbestand Wolliges Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weiches Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
13	Seegras-Seggengesellschaft (<i>Carex brizoides</i> Gesellschaft)
14	Ansaattyp Bergstandorte
15	Weidelgras-Weißkleeweide
16a	Kammgras-Weißkleeweide
16b	Kammgras-Weißkleeweide, überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
17a	Artenreiches Grünland
17b	Artenreiches Grünland, überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
17c	Artenreiches Grünland mit Entwicklungspotential zur Möhren-Glatthaferwiese (<i>Dauco carotae-Arrhenatheretum elatioris</i>)
17d	Artenreiches Grünland mit Entwicklungspotential zur Möhren-Glatthaferwiese (<i>Dauco carotae-Arrhenatheretum elatioris</i>), überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
17e	Artenreiches Grünland mit Entwicklungspotential zur Trockenem Salbei-Glatthaferwiese (<i>Dauco carotae-Arrhenatheretum elatioris</i> , <i>Subass. Salvietosum</i>)
17f	Artenreiches Grünland mit Entwicklungspotential zur Waldstorchnabel-Goldhaferwiese (<i>Geranio-Trisetetum</i>)
17g	Artenreiches Grünland mit Entwicklungspotential zur Waldstorchnabel-Goldhaferwiese (<i>Geranio-Trisetetum</i>), überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
17h	Artenreiches Grünland mit Entwicklungspotential zur Rotschwengel-Straußgrasgesellschaft (<i>Festuca rubra-Agrostis tenuis</i> -Gesellschaft)
17i	Artenreiches Grünland mit Entwicklungspotential zur Rotschwengel-Straußgrasgesellschaft (<i>Festuca rubra-Agrostis tenuis</i> -Gesellschaft), überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)
17j	Artenreiches Grünland mit Entwicklungspotential zur Bärwurz-Rotschwengelwiese (<i>Meo-Festucetum rubrae</i>)
17k	Artenreiches Grünland mit Entwicklungspotential zur Bärwurz-Rotschwengelwiese (<i>Meo-Festucetum rubrae</i>), überprägt mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)

Nr.	Grünlandtyp
171	Artenreiches Grünland mit Entwicklungspotential zur submontanen Fuchsschwanzwiese (<i>Alopecuretum pratensis</i> , submontane AF)
18	Queckenrasen
19	Ruderalbestand
20	Sonstiges Grünland

Von den 50 Grünlandtypen waren 21 pflanzensoziologisch zuordenbar. Sie nehmen 60% der bonitierten Fläche ein. 22 weitere Grünlandtypen sind überprägt mit *Holcus lanatus*, in einzelnen Fällen auch mit *Holcus mollis*, die insgesamt 28,5 % einnehmen. Von dieser Überprägung sind die meisten Pflanzengesellschaften betroffen. Ausgenommen sind lediglich die Mädesüß-Hochstaudenflur, Naßwiese mit Pestwurz, Borstgrasrasen, basiphiler Halbtrockenrasen und Weidelgras-Weißkleeweide. Dem gegenüber zeichnet sich das artenreiche Grünland mit 7 verschiedenen Entwicklungspotentialen zu Pflanzengesellschaften aus. Diese nehmen 11,5 % ein. Diese Differenzierung der Grünlandvegetation widerspiegelt die langjährige, ungewöhnlich starke Extensivierung in Form von Spätschnitt und Düngungsverzicht sowie den extremen Tierbestandsrückgang. Auf Grund der oft kleinräumig wechselnden Standortverhältnisse in den Mittelgebirgslagen, von flachgründig über ausgeprägtes Mikrorelief bis zum Quellaustritt und anderen Versumpfungsbereichen befinden sich auf klein- bis kleinstflächigen Teilen des Feldstückes vom vorherrschenden Grünlandtyp deutlich abweichende Pflanzengemeinschaften. Hierfür sind 12 Bestandstypen für Teilflächen-Abweichungen auf der jeweiligen Boniturfläche abgeleitet worden (Tab 2).

Tab. 2: Bestandstypen auf Abweichungen (AW) auf der Boniturfläche

Nr.	Bestandstyp auf Abweichungen
AW-01a	Großseggenried (<i>Magnocaricion</i>)
AW-01b	Großseggenried (<i>Magnocaricion</i>) mit Pestwurz überprägt
AW-02	Mädesüß-Hochstaudenflur (<i>Filipendulion ulmariae</i>)
AW-03	Röhricht
AW-04	Pestwurzflur
AW-05	Binsensumpf
AW-06	Waldsimsensumpf
AW-07	Feucht- und Nasswiese (<i>Calthion</i>)
AW-08	unspezifische Nasswiese
AW-09a	Terrassenkanten-Vegetation mit Arten der Halbtrockenrasen
AW-09b	Terrassenkanten-Vegetation mit Gebüsch, Bäumen/ Jungwuchs (Verbuschung)
AW-10a	mit Arten der Heiden
AW-10b	mit Arten der Halbtrockenrasen
AW-10c	mit Arten der Glatthaferwiesen
AW-10d	mit Arten der Rotschwengel-Straußgrasgesellschaft
AW-10e	mit Arten der Bärwurz-Rotschwengelwiese/ Borstgrasrasen
AW-11	Dominanzbestand mit Wolligem Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)/ Weichem Honiggras (<i>Holcus mollis</i>)

Diese kleinflächigen Bestandstypen tragen mit zur Vielfalt des Dauergrünlandes sowie zu deren floristischer wie faunistischer Attraktivität bei.

Schlussfolgerungen

- Das Dauergrünland im Thüringer Wald ist aktuell nicht mehr nur den klassischen pflanzensoziologischen Einheiten zuzuordnen. Häufig müssen Übergangsbestände mit einem Entwicklungspotential bzw. mit Überprägung durch Extensivierungszeiger (*Holcus spec.*) definiert werden, um eine zielführende Bewirtschaftung zu unterstützen.
- Dadurch wird jedoch eine einfache und praxisrelevante Vegetationsdifferenzierung des Grünlandes auf Mittelgebirgsstandorten ermöglicht.
- Diese Differenzierung ist notwendig, da Bewirtschaftungsempfehlungen, die nicht auf praxisrelevanten Grünlandtypen ausgerichtet sind, nur ein oberflächiges Herangehen darstellen. Des Weiteren würden zu viele Fachinformationen für Landwirte wie auch für Naturschützer nicht vermittelt werden.
- Die abgeleiteten Grünlandtypen bieten damit eine Grundlage für bestandsangepasste Bewirtschaftungsempfehlungen für die Grünlandwirtschaft wie auch für die Landschaftspflege auf Mittelgebirgsstandorten.

Literatur

- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3., neubearb. u. wesentl. verm. Aufl. Springer. Wien
- Heinrich, W., Baumbach, H., Bushart, M., Klotz, S., Korsch, H., Marstaller, R., Pfützenreuter, S., SCHOLZ, P. & WESTHUS, W. (2010): Standardliste der Pflanzengesellschaften in Thüringen - aktualisierte Fassung 2010. Im Auftrag der Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie. 66 S.
- HOCHBERG, H., ZOPF, D., MAIER, U., SCHWABE, M. & HOCHBERG, E. (2008): Ex-post-Evaluation des Entwicklungsplanes für den ländlichen Raum Thüringen 2000-2006. *Bericht Thür. Landesanstalt für Landwirtschaft*. Jena. 467 S.
- HUNDT, R. (1964): Die Bergwiesen des Harzes, Thüringer Waldes und Erzgebirges. *Pflanzensoziologie* 14. Jena. 284 S.
- OBERDORFER, E. (1957): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Gustav Fischer Verlag. Jena. 564 S.
- REICHEL, G. & WILMANN, O. (1973): Vegetationsgeographie. Westermann. Braunschweig
- Schubert, R. (2001): Prodomus der Pflanzengesellschaften Sachsen-Anhalts. Mitt. Zur floristischen Kartierung Sachsen-Anhalt, Sonderheft 2. 688 S.
- WEASCH, G. (2003): Montane Graslandvegetation des Thüringer Waldes: Aktueller Zustand, historische Analyse und Entwicklungsmöglichkeiten. *Dissertation*. Universität Göttingen. 221 S.

Flexible Bewirtschaftungsempfehlungen für Grünlandvegetationstypen

H. HOCHBERG UND E. HOCHBERG

Deutscher Grünlandverband e.V., AG Thüringen, Langestr. 4,
99869 Günthersleben-Wechmar

hans.hochberg@t-online.de

Einleitung und Problemstellung

Im Rahmen des BLE-Projektes OPTIGREEN sind im Ergebnis einer repräsentativen Geländestichprobe im Naturpark Thüringer Wald 50 Grünlandtypen ermittelt worden. Für 6 Referenzbetriebe werden in diesem Projekt mit den betroffenen Landwirten abgestimmte, optimierte gesamtbetriebliche Bewirtschaftungskonzepte für das Grünland erarbeitet. Die Grundlage dafür bilden die in den Betrieben feldstückskonkret ermittelten Grünlandtypen. In der Literatur werden meist nur optimale Maßnahmen für Pflanzengesellschaften mitgeteilt (Briemle, Eickhoff und Wolf, 1991). In jüngster Zeit wurden von Naturschutzbehörden einzelner Bundesländer optimale und optionale Bewirtschaftungsvarianten für Lebensraumtypen empfohlen (Anonym, 2016 und Hochberg et al., 1998). Für das System der Grünlandtypen, d.h., pflanzensoziologisch zuordenbare Kategorien wie auch Pflanzenbestände mit Überprägung mit *Holcus spec.* als auch Pflanzenbestände mit Entwicklungspotential zu einer Pflanzengesellschaft, liegen bisher keine diesbezüglichen Ergebnisse vor. Ein Ziel des Projektes besteht darin, flexible Bewirtschaftungsempfehlungen für die 50 Grünlandtypen zu erarbeiten.

Material und Methode

Für jeden der im Naturraum Thüringer Wald abgeleiteten 50 Grünlandtypen sind mehrere Bewirtschaftungsvarianten erarbeitet worden. Diese beinhalten konkrete Empfehlungen zur Mindestbewirtschaftungsintensität, d.h., zur Pflege, Nährstoffversorgung und Nutzung. Die Bewirtschaftungsempfehlungen stellen Erhaltungsmaßnahmen zum Management von Grünlandtypen dar. Sie sind auf den die jeweilige Fläche (Feldstück) repräsentierenden Grünlandtyp ausgerichtet. Ihnen liegen Literaturrecherchen und langjährige Erfahrungen der Projektbearbeiter des Deutschen Grünlandverbandes und SALIX aus Langzeitversuchen und dem Landesmonitoring in Thüringen zugrunde. Die Bewirtschaftungsempfehlungen sind flexibel gestaltet, damit allen Betriebstypen, Milchvieh-, Mutterkuh-, Schaf-, Pferdehaltung die Möglichkeit einer zielführenden Grünlandbewirtschaftung geboten wird. Bei der Erarbeitung der Bewirtschaftungsempfehlungen haben die in den letzten Jahrzehnten sich enorm gewandelten sozioökonomischen und betriebswirtschaftlichen sowie technisch-technologischen Rahmenbedingungen der Grünlandwirtschaft und die verbreiteten Nutzungsverhältnisse Berücksichtigung gefunden.

Ergebnisse und Diskussion

Die Bewirtschaftungsempfehlungen für die Grünlandtypen, welche das gesamte Feldstück repräsentieren, sind auf normale Standortbedingungen ausgerichtet. Bei Felsdurchragungen bzw. -blöcken an der Oberfläche, extrem ausgeprägtem Mikrorelief, Steilhanglagen über 35% Hangneigung, Terrassen von weniger als 3 m Breite, fortgeschrittener Verbuschung, Nassstellen jeder Art/ Nasswiesen sind die Empfehlungen zur Mahd/ Nachmahd, Düngung und mechanische Pflegemaßnahmen im Frühjahr gegenstandslos.

Jede Art der Beweidung muss mit Tränken ausgestattet sein, die den Weidetieren eine ständige Wasserverfügbarkeit gewährleisten. Das ist sowohl aus Gründen des Tierwohls als auch des Grünlandnarbenschutzes erforderlich. Mit dem Tränkmanagement sind die Trittschäden so gering wie möglich zu halten. Die Empfehlung zur Schafweide beinhaltet die Hütelhaltung wie auch das Halten der Schafe in Netzen (Koppelschafhaltung). Die Anzahl Ziegen in der Schafherde hängt vom Verbuschungsgrad der Flächen und/ oder den diesbezüglichen Pflegevorgaben der Naturschutzbehörden ab.

Auf Extremstandorten besteht die Mindestbewirtschaftungsintensität in der jährlich einmaligen Beweidung oder dem Mulchen (mit Spezialtechnik).

Auf den Flächen mit FFH-Lebensraumtypen müssen die diesbezüglichen Bewirtschaftungsvorgaben zusätzlich beachtet werden.

In Übersicht 1 sind die Bewirtschaftungsempfehlungen beispielhaft für *Meo-Festucetum* und *Nardetum* zusammengestellt.

Übersicht 1: Flexible Bewirtschaftungsempfehlungen für Grünlandtypen des Feldstücks

Nr.	Grünlandtyp
08b	Rotschwengel-Straußgrasgesellschaft (<i>Festuca rubra-Agrostis tenuis</i> -Gesellschaft) überprägt mit Wolligem/ Weichem Honiggras
08d	Rotschwengel-Straußgrasgesellschaft (<i>Festuca rubra-Agrostis tenuis</i> -Gesellschaft) mit Borstgras überprägt mit Wolligem/ Weichem Honiggras
17h	Artenreiches Grünland mit Entwicklungspotential zur Rotschwengel-Straußgrasgesellschaft (<i>Festuca rubra-Agrostis tenuis</i> -Gesellschaft)
17i	Artenreiches Grünland mit Entwicklungspotential zur Rotschwengel-Straußgrasgesellschaft (<i>Festuca rubra-Agrostis tenuis</i> -Gesellschaft) überprägt mit Honiggras
	<u>Variante 1:</u> Mähweide mit Mahd des 1. Aufwuchses und extensive Umtriebsweide der Folgeaufwuchse mit Rindern oder Schafweide
	Nutzung: 1. Nutzung Mahd, Rotschwengel spätestens im Entwicklungsstadium „Beginn Blüte“ (BBCH 51-61), Wolliges Honiggras spätestens im Entwicklungsstadium „Blattscheide des obersten Blattes öffnet sich“ (BBCH 32-47); 2. Nutzung nach 35 Tagen extensive Umtriebsweide mit Rindern (Verweildauer max. 7 Tage) oder Schafweide; 3. Nutzung im September/ Oktober
	Düngung: N 50 kg/ha, P 0,5 Entzugsdüngung (5 kg/ha), K 0,7 Entzugsdüngung (50 kg/ha) in mineralischer oder organischer Form (Festmist)
	Pflege: Schleppen im Frühjahr
	<u>Variante 2:</u> Extensive Umtriebsweide mit Rindern (mind. 2 Umtriebe) oder Schafweide (2-3 Umtriebe)
	Nutzung: 1. Nutzung, Rotschwengel spätestens im Entwicklungsstadium „Blattscheide des obersten Blattes öffnet sich“ (BBCH 32-47), Wolliges Honiggras spätestens im Entwicklungsstadium „Blattscheide des obersten Blattes geschwollen“ (BBCH 31-45); 2. Nutzung nach 35 Tagen extensive Umtriebsweide mit Rindern (Verweildauer max. 7 Tage) oder Schafweide
	Düngung: ohne N, P 0,5 Entzugsdüngung (4 kg/ha), K 0,7 Entzugsdüngung (41 kg/ha) in mineralischer oder organischer Form (Festmist)
	Pflege: Schleppen im Frühjahr, kein Pflügen auf der Fläche, Nachmahd bei hohem Weiderest ggf. auch nur (Ruderal-)Teilflächen im Juni/ Juli
	<u>Variante 3:</u> Extensive Mähstandweide
	Nutzung: frühestmöglicher Auftrieb im Frühjahr, Verzicht auf strenge Koppelleinteilung, hoher Mähflächenanteil im Mai/ Juni, sukzessive Erweiterung der Weidefläche im Verlauf der Vegetationsperiode
	Düngung: N 50 kg/ha, P 0,5 Entzugsdüngung (5 kg/ha), K 0,7 Entzugsdüngung (50 kg/ha) in mineralischer Form
	Pflege: Schleppen im Frühjahr

10	Borstgrasrasen (<i>Nardetum</i>)
	<u>Variante 1: Extensive Beweidung mit Mutterkühen mit geringer Besatzdichte</u>
	Nutzung: Umtriebsweide mit erster Nutzung im Juni (bei Dominanz von Bärwurz erste Beweidung unbedingt vor Erscheinen dessen Blütenstände) mit hoher Besatzdichte und kurzer Verweildauer und Herbstweide
	Düngung: ohne
	Pflege: kein Schleppen im Frühjahr, keine Zufütterung, Nachmahd im Juni/ Juli bei hohem Weiderest (v.a. Bärwurz) ggf. auch nur (Ruderal-)Teilflächen, Tränken außerhalb der Fläche
	<u>Variante 2: Beweidung mit Schafen</u>
	Nutzung: 2 Weidegänge (Mai, Herbst)
	Düngung: ohne
	Pflege: kein Schleppen im Frühjahr, kein Pferchen auf der Fläche und bei Hanglage auch nicht angrenzend oberhalb der Fläche, Tränken außerhalb der Fläche
	<u>Variante 3: Heumahd</u>
	Nutzung: Heumahd ab Ende Juni (Hochschnitt, mind. 10 cm Bodenabstand)
	Düngung: ohne
	Pflege: kein Schleppen im Frühjahr

Übersicht 2 enthält beispielhaft die Bewirtschaftungsempfehlungen für Bestandstypen, welche sich auf kleinst-/kleinflächigen Abweichungen der Feldstücke befinden (*Filipendulion ulmariae*, *Calthion*, artenreiche Ränder/ Trockeninseln mit Arten der Heiden).

Übersicht 2: Pflegeempfehlungen für Bestandstypen auf Abweichungen des Feldstücks

AW02	Mädesüß-Hochstaudenflur (<i>Filipendulion ulmariae</i>)
	<u>Variante 1: Mahd bei Befahrbarkeit</u>
	Nutzung: Hochstaudenflur bis an die Grenze der Befahrbarkeit im Mai mähen, Mädesüß spätestens im Entwicklungsstadium „Herausschieben des Blütenstandes abgeschlossen“ (BBCH 59) und jährlich Herbstmahd. Grundsätzlich Schnittgut abräumen.
	Nach deutlichem Zurückdrängen des Mädesüß jährlich Herbstmahd ausreichend.
	Auf Weiden grundsätzlich Auszäunen der Hochstaudenflur.
	Bei Nährstoffzufuhr auf dem Feldstück ausreichend Abstand zur Hochstaudenflur halten.
AW07	Feucht-/ Nasswiese (<i>Calthion</i>)
	<u>Variante 1: Mähnutzung bei Befahrbarkeit</u>
	Nutzung: Auf Wiesen Mahd, wenn Befahrbarkeit gegeben ist; einbeziehen in den Nutzungsrhythmus des Feldstücks.
	<u>Variante 2: Mähweide</u>
	Nutzung: Mahd des ersten Aufwuchses bei Befahrbarkeit (möglichst gleichzeitig mit Mahd des Feldstücks); im Herbst Schafweide (möglichst Hütehaltung).
	<u>Variante 3: Extensive Schafweide</u>
	Nutzung: Im Verlauf der Weideperiode bei ausreichend abgetrocknetem Standort zwei bis dreimal in die Schafbeweidung (möglichst Hütehaltung) auf dem Feldstück die Abweichung einbeziehen. Auf die Einbeziehung der Abweichung in die Beweidung des Feldstücks mit Rindern verzichten, um Bodenverdichtung mit nachfolgender Ausbreitung von Binsen zu vermeiden.

AW10a	Artenreiche Ränder/ Trockeninseln mit Arten der Heiden
	<u>Variante 1: Extensive Schafweide</u> Nutzung: Auf Schafnutzungen, z.B. Wachholderheiden, im Zeitraum Anfang Juni bis Ende August zweimal die Abweichungen auf dem Feldstück mit in die Beweidung des Feldstücks einbeziehen, geringe Besatzdichte und Einbeziehung von Ziegen in die Schafherde, jährlicher Wechsel der Umtriebstermine zum Schutz seltener Pflanzen, kein Pferchen auf der Abweichung sowie Verzicht auf jegliche Nährstoffzufuhr, außer Weideexkremte.
	<u>Variante 2: Extensive Mutterkuhbeweidung</u> Nutzung: Auf Rinderweiden sollte die Abweichung auf dem Feldstück im Zeitraum von Anfang Juni bis Ende August einmal in die Beweidung einbezogen werden mit geringer Besatzdichte und jährlichem Wechsel des Auftriebstermins zum Schutz seltener Pflanzen. Vor und nach der Beweidung muss die Abweichung ausgezäunt werden. Bei Nährstoffzufuhr auf dem Feldstück ausreichend Abstand zur Abweichung halten
	<u>Variante 3: Spätschnitt</u> Auf Wiesen regelmäßig Einbeziehung der Abweichung in die Schnittnutzung ab Mitte August ansonsten mindestens aller zwei Jahre separate Mahd mit Abräumen des Schnittgutes. Bei Nährstoffzufuhr auf dem Feldstück ausreichend Abstand zur Abweichung halten

Unabhängig vom Grünlandtyp treten Problempflanzen auf dem Feldstück bzw. als Abweichungen auf diesen auf. Sie tragen ab einem bestimmten Bestandsanteil aus landwirtschaftlicher Sicht zur Ruderalisierung/ Verunkrautung der Grünlandtypen bei (Übersicht 3). Der angegebene Bekämpfungsrichtwert bezieht sich dabei auf den Einsatz von Herbiziden. Unterhalb dieser Schwellenwerte sind jedoch bereits eine gezielte Mahd bzw. Nachmahd auf Weiden sowie spezielle Einzelpflanzenmaßnahmen erforderlich. Von diesen Problempflanzen treten oft mehrere gemeinsam auf. Bestimmte gemeinsam auftretende Arten können durch gezielte Bewirtschaftung und geeigneten Herbizideinsatz gleichzeitig zurückgedrängt werden.

Übersicht 3: Problempflanzen auf den Feldstück und/ oder auf Abweichungen der Boniturfläche

Nr.	Problempflanzenart	Bestandsanteil/ Bekämpfungsrichtwert
P01	Großblättrige Ampferarten (<i>Rumex crispus</i> , <i>R. obtusifolius</i>); Dominanzbestand	Note 3a, ab 1 Pfl./m ²
P02	Gemeiner Löwenzahn (<i>Taraxacum officinale</i>)	Note 3a, 10 Pfl./m ² bzw. ab 20% Ertragsanteil
P03	Große Brennnessel (<i>Urtica dioica</i>)	Note 3a, ab 3 Pfl./m ² bzw. Nester
P04	Lanzett-, Ackerkratzdistel (<i>Cirsium vulgare</i> , <i>C. arvense</i>)	Note 2, ab 3 Pfl./m ²
P05	Wollkopfkraut (<i>Cirsium eriophorum</i>)	Note 2, ab 1 Pfl./m ²
P06	Kletten (<i>Arctium spec.</i>)	Note 2, ab 1 Pfl./m ²
P07	Klappertopf (Großer, Kleiner, Zottiger) (<i>Rhinanthus spec.</i>)	Note 3a, ab 3 Pflanzen/m ²
P08	Jakobskreuzkraut (<i>Senecio jacobea</i>)	Note 2, ab 0,5 Pfl./m ²
P09	Herbst-Zeitlose (<i>Colchicum autumnale</i>)	Note 2, ab 0,5 Pfl./m ²
P10	Rainfarn (<i>Tanacetum vulgare</i>)	Note 2, ab 1 Pfl./m ²
P11	Stauden-Lupine (<i>Lupinus polyphyllus</i>)	Note 2, ab 1 Pfl./m ²
P12	Orientalische Zackenschote (<i>Bunias orientalis</i>)	Note 2, ab 1 Pfl./m ²
P13	Japanischer Staudenknöterich (<i>Reynoutria japonica</i>)	Note 1, ab 1 Pfl./Fläche
P14	Farne	Note 1, ab 1 Pfl./Fläche

Der Bestandsanteil wird mit Note der modifizierten Braun-Blanquet-Skala (Note 3a: 10-25% Bestandsanteil) angegeben. In Übersicht 4 sind am Beispiel von *Lupinus polyphyllus* die Bewirtschaftungsempfehlungen für Grünlandtypen mit Problempflanzen dargestellt.

Übersicht 4: Bewirtschaftungsempfehlungen für Grünlandtypen mit Problempflanzen (Beispiel)

P11	Stauden-Lupine (<i>Lupinus polyphyllos</i>)
	Variante 1: bei Einzelpflanzen den Anfängen wehren und mind. 10 cm tief ausstechen (Pfahlwurzel). Dabei alle Nebentriebe mit erfassen. Bei gehäuften Auftreten (Dominanzbestand) mehrere Jahre Schnittnutzung
	Nutzung: jährlich mind. 2-3 Nutzungen, 1. Nutzung spätestens bis „Sichtbarwerden der Blütenstände“ der Lupine
	Düngung: entsprechend Grünlandtyp
	Pflege: generell randliche Lupinennester unbedingt beseitigen; notfalls Handmahd
	Variante 2: Einzelpflanzenbehandlung im Dochtstreichverfahren (Rotorwiper)
	Pflege: generell randliche Lupinennester unbedingt beseitigen; notfalls Handmahd bzw. Ausstechen der Einzelpflanzen mit Ampferstecher

Schlussfolgerungen

- Bewirtschaftungsempfehlungen für Grünlandtypen sollten grundsätzlich eine Flexibilität aufweisen, um die verschiedenen Futterbaubetriebstypen (Milchvieh-, Mutterkuh-, Schaf-, Pferdehaltung) und deren Wirtschaftsweise berücksichtigen zu können.
- Die zweckmäßige, zielführende Bewirtschaftungsempfehlung ist anhand der Umsetzbarkeit vor Ort auszuwählen. Mit dem Angebot mehrerer Bewirtschaftungsempfehlungen je Grünlandtyp erhält der Berater einen angemessenen Gestaltungsspielraum bei der Abstimmung mit dem betroffenen Landwirt.
- Die wertvollsten Bergwiesen sollten nach der optimalen Variante 1 bewirtschaftet werden.

Literatur

ANONYM (2016): Liste der Pflegeempfehlungen für hochwertige Biotoptypen. Thür. Landesanstalt für Umwelt und Geologie. Jena. 51 S.

BRIEMLE, G., EICKHOFF, D. & WOLF, R. (1991): Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht. Beih. Veröff. Naturschutz u. Landschaftspflege Bad.-Württ. Karlsruhe. 161 S.

HOCHBERG, H., ZOPF, D., WARZECHA, H., FRÜH, R., BACHMANN, D. & MOHRING, S. (1998): Grünlandextensivierung in Thüringen. Ergebnisse der Begleituntersuchungen zum KULAP. Thür. Landesanstalt für Landwirtschaft. Jena. 114 S.

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

²P. HOFSTETTER, ¹E. MULSER, ¹S. INEICHEN, ¹F. AKERT, ¹K. DORN, ¹S. PROBST, ²HJ FREY, ²T. HAAS, ²M. HÖLTSCHI UND ¹B. REIDY

¹Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, HAFL, Länggasse 85, CH-3052 Zollikofen

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

beat.reidy@bfh.ch

Einleitung und Problemstellung

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

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

Material und Methoden

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

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

der erhobenen Milchmengen in ECM erfolgten gemäss Jans et al. (2015). Im Herbst 2014 wurden einmalig alle laktierenden Kühe (n=1 428) mit einer Tierwaage der Firma Grüter gewogen (Modell EC2000, 0,5 kg Auflösung).

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

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

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

Ergebnisse und Diskussion

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

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

Bei der Energieeffizienz, berechnet als produzierte kg ECM pro 10 MJ NEL Gesamtbedarf, schnitten die EGKFplus-Betriebe signifikant besser ab als die Betriebe der anderen beiden Systeme (EGKF: 2,00 vs. EGKFplus: 2.15 vs. VW: 1,90). Die Differenz zwischen den

EGKF- und den VW-Betrieben war nicht gesichert, trotz der durchschnittlich 1 000 kg höheren Milchleistung der EGKF- im Vergleich zu den VW-Betrieben.

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

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

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

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

Schlussfolgerungen

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

Literatur

BAFU (2014): Bundesamt für Umwelt. Karte Stickstoff-Deposition: Zugang: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung--historische-daten/karten-jahreswerte/karte-stickstoff-deposition.html> [3.10.2017].

BLÄTTLER, T., DURGAI B., KNAPP L. & HALLER, TH. (2015): Projekt Optimilch: Wirtschaftlichkeit der Vollweidestrategie - Ergebnisse 2000 bis 2010. Agrarforschung Schweiz 6 (7-8), 354 - 361

BOLLER, B., LÜSCHER, A. & ZANETTI, S. (2003): Schätzung der biologischen Stickstoff-Fixierung in Klee-Gras-Beständen. Schriftenreihe der FAL 45:47-54.

BLW 2017: Bundesamt für Landwirtschaft. Produktionssystembeiträge: Zugang: <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/instrumente/direktzahlungen/produktionssystembeitraege.html> [27. 09. 2017].

EINHELL, CH., WERNER, J. & SCHICK, M. (2017): Vollweide vs. Eingrasen - Ein Vergleich aus arbeitswirtschaftlicher Sicht - Schwachstellenanalyse und Optimierungsmöglichkeiten. Master-Thesis, Universität Hohenheim, 70599 Stuttgart und Agroscope Tänikon 1, CH-8356 Ettenhausen.

GAZZARIN, C., HAAS, TH., HOFSTETTER, P. & HÖLTSCHI, M. (2018): Milchproduktion: Frischgras mit wenig Kraffutter zahlt sich aus. Agrarforschung Schweiz 9 (5), 148-155.

GAZZARIN, C., KOHLER, M. & FLATEN, O. (2014): Milchbetriebe: Warum produziert die Schweiz teurer als Norwegen. Agrarforschung Schweiz 5 (6), 248-255.

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

HAAS, TH. & HOFSTETTER, P. (2017): Milchproduktion: Verkaufte Milchmenge und Weideanteil beeinflussen den Arbeitsverdienst. Agrarforschung Schweiz 8 (9), 356-363.

HOFSTETTER, P., FREY, H.-J., PETERMANN, R., GUT, W., HERZOG, L. & KUNZ, P. (2011): Stallhaltung versus Weidehaltung - Futter, Leistungen und Effizienz. Agrarforschung Schweiz 2 (9), 402-411.

JANS, F., KESSLER, A., MÜNGER, A. & SCHLEGEL, P. (2015): Fütterungsempfehlung für die Milchkuh. In: Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer (Grünes Buch), Kapitel 7. Hrsg. Agroscope, Posieux.

PROBST, S., INEICHEN, S. & REIDY, B. (2018): Effizienz graslandbasierter Milchproduktions-systeme. Herausgeber: Kreuzer, M., Lanzini, T., Liesegang, A., Bruckmaier, R., Hess, H.D. und Ulrich, S.E.. ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung. Zukunft der Tierernährung zwischen Effizienz und Konsumentenansprüche, Band 41, CH-8092 Zürich.

R CORE TEAM (2013): A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [https:// www.r-project.org/](https://www.r-project.org/).

REIDY, B. & INEICHEN, S. (2016): Wiesenfutter - die wichtigste Eiweissquelle für Wiederkäuer. Umdenken in der Eiweissversorgung der Nutztiere. Herausgeber: Kreuzer, M., Lanzini, T., Liesegang, A., Bruckmaier, R., Ulbrich, S.E. ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung, Band 39. CH-8092 Zürich.

REIDY, B., MULSER, E., INEICHEN, S., AKERT, F., DORN, K., PROBST, S., FREY, HJ. HAAS, T., HÖLTSCHI, M., & HOFSTETTER, P. (2017): Optimierung der Milchproduktion mit frischem Wiesenfutter – Drei Systeme im Vergleich. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein. Österreichische Fachtagung für Biologische Landwirtschaft 2017, 5 – 14.

SCHICK, M. (2007): Work science in agriculture and forestry: from work procedure-based to system approach. XXXII CIOSTA-CIGR Section V Conference "Advances in labour and machinery management for a profitable agriculture and forestry". Nitra, 17.-19.09.2007, Tagungsband S. 26 - 33.

SCHICK, M. (2008): Dynamische Modellierung landwirtschaftlicher Arbeit unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsplanung. Ergonomia Verlag, Stuttgart 144 S.

SCHICK, M. & STARK, R. (2009): ART-AV, Arbeitsvoranschlag & Modellkalkulationssystem, Forschungsanstalt ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen.

STEINWIDDER A., HOFSTETTER, P., FREY, H.J. & GAZZARIN, CH. (2016): Lebensmittel-Konversionseffizienz von stall- und weidebasierten Milchproduktionssystemen. Agrarforschung Schweiz 7 (10), 448 - 455.

VOKO-MILCH UND SCHWEINE (2014): Vollkostenrechnung Milch und Schweine. BBZN Hohenrain und Agridea, Eschikon 28, CH-8315 Lindau.

Ertragsleistung, Mischungseignung und Futterqualität von Strukturbetonten Grasmischungen – dreijährige Ergebnisse von fünf Standorten in Nordwestdeutschland

¹C.KALZENDORF UND ²M. KOMAINDA

¹Fachbereich Grünland und Futterbau der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg

²Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein Abteilung Pflanzenbau, Pflanzenschutz, Umwelt, Rendsburg

christine.kalzendorf@lwk-niedersachsen.de

Einleitung und Problemstellung

Rohrschwengel (RSC, *Festuca arundinacea* Schreb.) rückt seit der jüngeren Vergangenheit aufgrund seiner Ertragsleistung, Strapazierfähigkeit, Narbendichte und Wassernutzungseffizienz zunehmend in den Fokus der Grundfutterproduktion (Reheul, 2011; Malcolm et al. 2015; Reheul et al., 2015; Kaiser et al., 2017; Kalzendorf und Hinrichsen, 2017). Mit der Züchtung weichblättriger Genotypen, wurde ein Durchbruch in der Futterqualität des ansonsten qualitativ mäßigen Genpools erreicht (Cougnon et al., 2016). Eine Untersuchung zur Futterqualität marktverfügbarer und ausgewählter, dem Zuchtziel „Weichblättrigkeit“ zuzuordnende Sorten, zeigte, dass die zur Milchproduktion geforderten Futterqualitäten häufig erreicht werden (Jänicke, 2017). Aktuell bietet der Saatgutmarkt für die Praxis vermehrt RSC-dominante Grasmischungen als Strukturbetontes Grundfutter mit der Argumentation an, wiederkäugerechte Futterrationen bei hohen Maisanteilen zu gewährleisten. Eine ausreichende Strukturversorgung ist essentiell, um den ruminalen pH-Wert durch ein regelmäßiges Wiederkauen zu stabilisieren. Obergräser neigen zu einer zeitigeren und höheren Rohfaser (XF) -einlagerung und erbringen damit einen Strukturbeitrag. Während der phänologischen Entwicklung lagert RSC bereits sehr frühzeitig XF ein (Callow et al., 2003). Dies trifft ebenfalls auf Knaulgras zu. Dadurch resultiert das Risiko eines drastischen Futterqualitätsverlustes im Bestand, was mit einer geringeren Eignung zur Versorgung hochleistender Milchviehherden verbunden sein kann. Die Eignung von RSC zur Beimischung in Standardmischungen des angewandten Grünland- und Futterbaus wird in der Beratung aktuell diskutiert. Hier stellt sich die Frage nach der allgemeinen Leistung des Grases im Hinblick auf Ertrag, Futterqualität und Ausdauer im Vergleich zu bestehenden Mischungen zur Erzeugung hochwertigen Grundfutters. Im norddeutschen Kammerverein (NRW, SH und NDS) werden Standardmischungen mit etablierten Arten für unterschiedliche Nutzungsrichtungen und Intensitäten empfohlen. In anderen Bundesländern wird auf ein größeres Artenportfolio in der Empfehlung zurückgegriffen, in welchem RSC bereits partiell enthalten ist. Im norddeutschen Kammerverein werden bislang die Obergräser Wiesenlieschgras (WL), Wiesenschwengel (WSC) und Knaulgras (KG) in Mischungen empfohlen. Unter norddeutschen Bedingungen sind RSC-haltige Mischungen bisher nicht vergleichend auf die Futterqualität und Ertragsleistung und Mischungseignung untersucht worden. Die vorliegende Studie untersucht deshalb die Ertragsleistung und Futterqualität von Mischungen des Deutschen Weidelgrases (DW) mit Obergräsern. Ziel ist es mittelfristig Mischungsempfehlungen für die Praxis unter einer besseren Beurteilung der Futterqualität herausgeben zu können.

Material und Methoden

Der vorliegende Versuch wurde in einer randomisierten Blockanlage mit vier Wiederholungen und einer Parzellengröße von 30 m² an insgesamt fünf Standorten

(Wehnen, Rockstedt, Obershagen, Kleve und Schuby) in Nordwestdeutschland angelegt (Tabelle 1). Der Versuch wurde, mit Ausnahme vom Standort Kleve, im Sommer 2014 nach wendender Bodenbearbeitung mit 30 kg ha⁻¹ ausgesät. Höhere Aussaatmengen wurden gemäß der Empfehlung für die RSC- und Festuliumhaltigen (FL) Mischungen, respektive 50 und 40 kg ha⁻¹ gewählt. In den folgenden drei Hauptnutzungsjahren 2015-2017 wurden die Parzellen drei bis viermal jährlich maschinell mittels Haldrup Futterpflanzenvollerntern zu einem einheitlichen Termin je Aufwuchs beerntet. Nach 48-stündiger Trocknung von Unterproben im Umlufttrockenschrank bei 60°C wurde der Trockenmasse (TM)-ertrag berechnet. Die Futterqualitätsparameter Rohfaser (XF) und Energie (MJ NEL kg⁻¹ TM)) der einzelnen Aufwüchse wurde mittels NIRS in einer Mischprobe der Wiederholungen geschätzt. Die Düngung der Bestände erfolgte in einer Höhe von bis zu 320 kg N/ha. Die Gaben wurden prozentual auf die Schnitte aufgeteilt und in Form von Kalkammonsalpeter appliziert. Die Grundnährstoffversorgung erfolgte in Abhängigkeit der Bodenart nach dem Entzug durch die Pflanzenmasse. Neben der Ertrags- und Qualitätserfassung wurden die Parzellen jährlich visuell unmittelbar vor dem ersten Schnitt bonitiert, um die Ertragsanteile der Mischungspartner zu bestimmen.

Tab. 1: Standorteigenschaften und Witterungsbedingungen an den Versuchsstandorten

Standort	Bodenart	Boden pH-Wert	Jahresniederschlag [mm]	Durchschnittstemperatur [°C]	Aussaattermin
Obershagen	sL	5.5	640	9.2	08.08.2014
Rockstedt	hS	5.1	740	8.5	08.08.2014
Wehnen	sS	5.0	759	9.3	23.07.2014
Kleve	uS	6.0	712	10	14.04.2015
Schuby	hS	5.1	885	8.6	15.08.2014

Grundlage einer jeden Mischungsvariante stellte eine Standard GV-spät-Mischung, die zu jeweils 50% mittleren und späten Sorten DW besteht. Für den Versuch wurde die GV-spät modifiziert, indem der Anteil mittlerer Sorten DW, um den Anteil des hinzugefügten Obergrases reduziert wurde. Eine Ausnahme bildet die Variante mit FL. Details sind Tabelle 2 zu entnehmen. Statistische Auswertungen wurden mittels der software ‚R‘ anhand linearer gemischter Modelle realisiert, wobei auf Varianzanalysen multiple Kontrasttests folgten. Aufgrund fehlender Wiederholungen wurden die Qualitätsdaten in einem Submodel ausgewertet, in welchem die Standorte als Wiederholung gesehen werden.

Tab. 2: Gewichtsanteile [%] der Arten in den Aussaatmischungen. DW: Deutsches Weidelgras, FL: Festulium; WL: Wiesenlieschgras; KG: Knaulgras; RSC: Rohrschwingel; WSC: Wiesenschwingel

Variante/Nr.	Nr.	DW früh	DW mittel	DW spät	FL	WL	KG	RSC	WSC	Saatmenge [kg/ha]
G V Referenz	1	25	25	50						30
G V-spät	2		50	50						30
G V-spät + FL	3		10	45	45					40
G V-spät + WL	4		40	50		10				30
G V-spät + KG	5		30	50			20			30
G V-spät + RSC	6		10	50				40		50
G V-spät + WSC	7		20	50					30	30

Ergebnisse und Diskussion

Die Ertragsanteile der einzelnen Arten sind Abbildung 1 zu entnehmen. Die zögerliche Jugenentwicklung sowie über die Zeit steigende Konkurrenzkraft von RSC ist aus der Literatur bekannt (Gregis und Reidy, 2015). Im vorliegenden Versuch zeigten sich relevante Ertragsanteile von RSC zumeist ab dem 3. Hauptnutzungsjahr. Für die Standorte Kleve, Obershagen und Wehnen ist eine Zunahme im Ertragsanteil auf bis zu 48% (Obershagen 2017) zu verzeichnen. Am Standort Schuby ist der Ertragsanteil untergeordnet. Mit Ausnahme des Standortes Schuby erreichte auch FEL nennenswerte Ertragsanteile in den Mischungen, (47% in 2017 in Kleve). Für WSC und WL lagen die Ertragsanteile auf einem geringen Niveau, was im Falle von WL an der geringen Ausgangsmenge von 10%-Anteil in der Mischung begründet liegt. Unter Schnittnutzung zeichnet sich KG ebenso wie DW durch eine schnelle Regeneration aus (Evans, 1973). Neben der bekannten Konkurrenzkraft von Knaulgras kann es durch die Beimischung mit späten Sorten DW zu der starken Zunahme von KG in den Beständen gekommen sein, die über alle Standorte hinweg zu einer Bestandesdominierung mit bis zu 97% Ertragsanteil (Schuby 2017) geworden ist (Abb. 1). Der Jahres TM-Ertrag wurde signifikant durch die Interaktion aus Mischung \times Standort \times Erntejahr ($P \leq 0.001$) beeinflusst. Aufgrund weniger signifikanter Unterschiede zwischen den Varianten wurde zur Vereinfachung dieser in Abb. 2 innerhalb der Interaktion zwischen Jahr \times Standort dargestellt. Hier sticht die Mischung mit Knaulgras signifikant hervor, wobei sich die FL und RSC-Mischungen nicht von dieser unterscheiden.

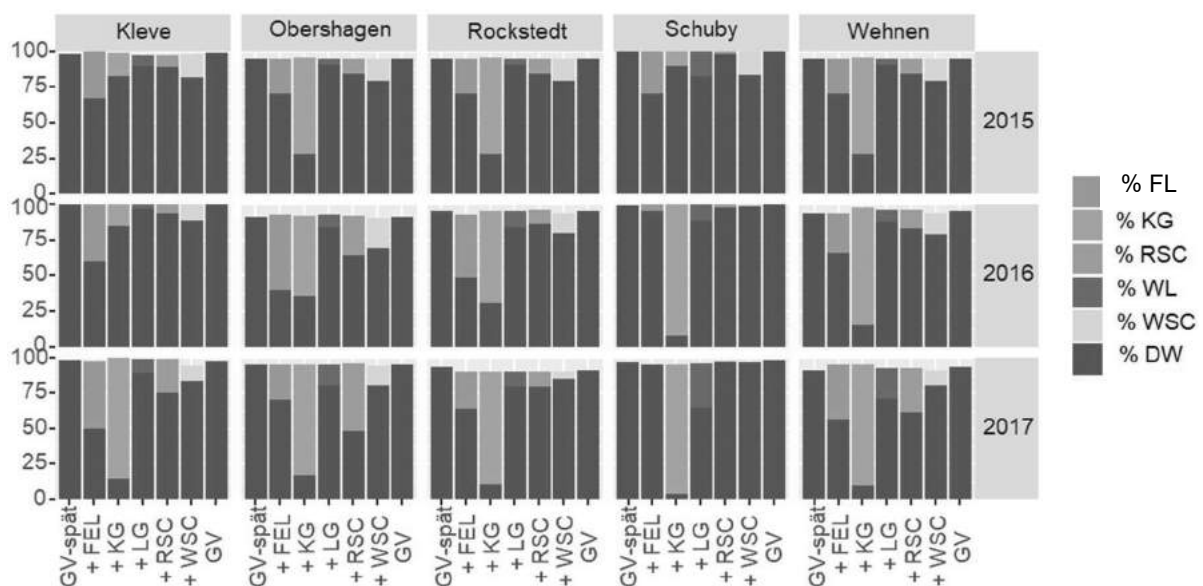


Abb. 1: Ertragsanteile der Arten in den Mischungen zum 1. Schnitt an einzelnen Standorten in den Jahren 2015 bis 2017. Die Differenz zu 100% ergibt sich durch den Anteil nicht angesäeter Arten in einzelnen Mischungen \times Jahren \times Standorten. FL: Festulolium, KG: Knaulgras, RSC: Rohrschwengel, WL: Wiesenlieschgras, WSC: Wiesenschwengel, DW: Deutsches Weidelgras

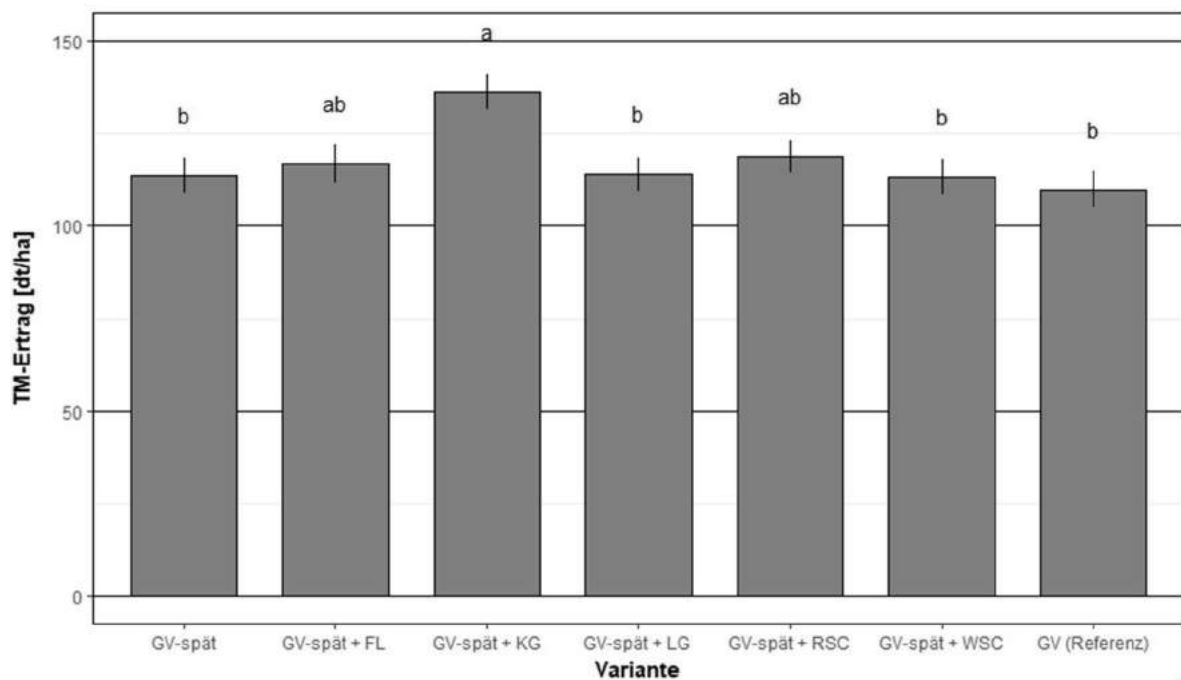


Abb. 2: TM-Jahresertrag (dt/ha) in Abhängigkeit der Mischung gemittelt über das Jahr und den Standort. Unterschiedliche Kleinbuchstaben zeigen signifikant Unterschiede zwischen den Varianten ($P \leq 0.05$). FL: Festulium, KG: Knautgras, RSC: Rohrschwengel, WL: Wiesenlieschgras, WSC: Wiesenschwengel, DW: Deutsches Weidelgras

Die Qualitätsdaten gemittelt über Jahre und Standorte sind in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt. Der XF-Gehalt im 1. Schnitt wurde signifikant durch die Variante sowie das Erntejahr ($P \leq 0.001$) beeinflusst. Die Mischung mit KG erreichte signifikant höhere XF-Gehalte als die Vergleichsvarianten, wobei zu RSC kein Unterschied bestand. Im 2. Schnitt wurde der XF-Gehalt signifikant durch die Variante ($P \leq 0.001$) beeinflusst. Die Mischung mit KG unterschied sich signifikant von LG, RSC, WSC sowie der GV-Spät. Im 3. Aufwuchs wurde der XF-Gehalt signifikant durch die Interaktion aus Variante \times Erntejahr ($P \leq 0.01$) beeinflusst. Auch hier lag die Mischung mit KG signifikant oberhalb der anderen Mischungen. Im 4. Schnitt wurde der XF-Gehalt signifikant durch die Variante und das Erntejahr ($P \leq 0.001$) beeinflusst, wobei der Mittelwertvergleich zwischen KG und RSC keinen Unterschied ergab. Die Energiegehalte wurden nur bis zum 3. Aufwuchs ermittelt. Hier ergab sich für den 1. Schnitt ein signifikanter Einfluss des Jahres ($P \leq 0.001$) und der Variante ($P \leq 0.05$), wobei zwischen den Varianten keine Unterschiede auftraten. Der Energiegehalt im 2. Aufwuchs wurde signifikant durch das Jahr beeinflusst ($P \leq 0.001$), wobei das Jahr 2015 signifikant von den anderen Jahren abweicht. Im 3. Aufwuchs lag im Jahr 2016 eine signifikante Abweichung nach unten vor ($P \leq 0.001$), wobei auch hier kein Einfluss der Mischung feststellbar war. Aufgrund des einheitlichen Erntetermins der Mischungen sind die XF-Gehalte über die Aufwüchse 1 bis 3 im Bereich des Zielfensters von 22 bis 25%. Dieser Bereich wird häufig überschritten, was vor allem auf den KG-Bestand sowie annähernd auf die RSC- und FL-Varianten zutrifft. Im letzten Aufwuchs dringt nur die KG-Mischung in diesen Bereich vor. Trotz des geringen Einflusses der Mischungen auf den Energiegehalt, folgen die Energiedichten den XF-Gehalten, sodass vor allem die KG-Mischung keine Eignung zur Versorgung hochleistender Tiere aufweist, da Werte von 6.5 MJ NEL/kg TM nicht erreicht werden. Dies trifft ebenso auf die RSC- und FL-Mischung zu. Im Vergleich zum Erntezeitpunkt entscheidet die Mischung im vorliegenden Versuch weniger über die Qualität. Über die Anpassung des Erntezeitpunktes lassen sich die angestrebten XF-Gehalte von 22-25% in der TM erreichen. Durch Beimischung einer konkurrenzstarken Art (Knautgras) nahm die Ernteelastizität rapide ab. Auch Standardmischungen bestehend aus reinem Deutschem Weidelgras sind zur Strukturversorgung in den Schnitten 1 bis 3 geeignet.

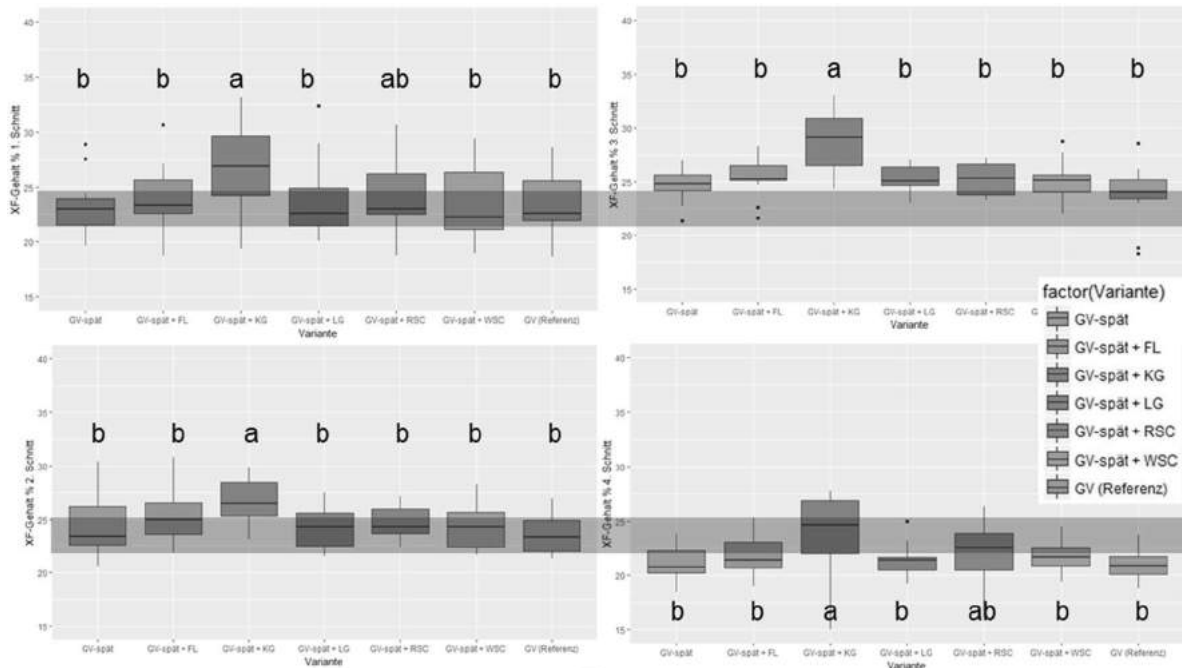


Abb. 3: Die Rohfasergehalte (XF) in % der TM zu den Schnitten 1. bis 4 in Abhängigkeit der Mischung gemittelt über das Jahr und den Standort. FL: Festulium, KG: Knautgras, RSC: Rohrschwengel, WL: Wiesenlieschgras, WSC: Wiesenschwengel, DW: Deutsches Weidelgras

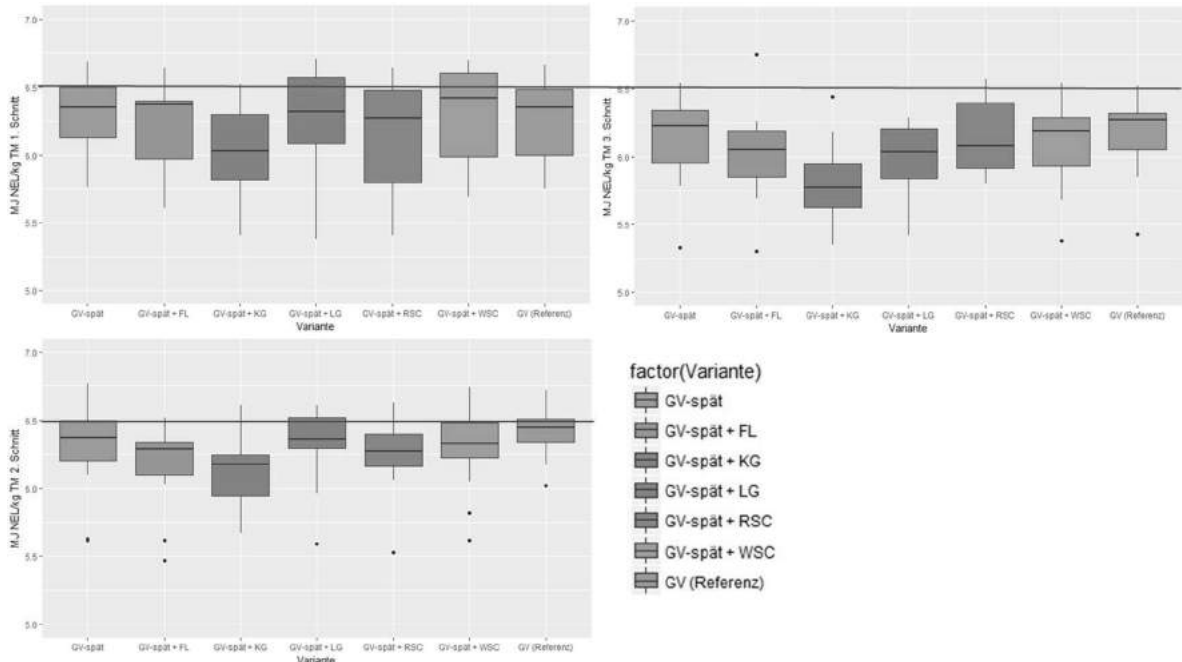


Abb. 4: Die Energiegehalte (MJ NEL/kg TM) zu den Schnitten 1. bis 3 in Abhängigkeit der Mischung gemittelt über das Jahr und den Standort. FL: Festulium, KG: Knautgras, RSC: Rohrschwengel, WL: Wiesenlieschgras, WSC: Wiesenschwengel, DW: Deutsches Weidelgras

Schlussfolgerungen

Der Versuch beinhaltet Schwachstellen, die eine generelle Aussagekraft erschweren. Zum einen wurden die Mischungen einheitlich zu einem Erntetermin beerntet. Hier wäre eine gestaffelte Ernte in Abhängigkeit des Hauptbestandbildners notwendig gewesen. Zudem erschwert die Interaktion aus Anteil Obergras an der Mischung × Obergrasart die Aussagekraft. Eine Staffelung in der Mischung einer Art wäre sinnvoller gewesen, um die Eignung im Mischungsanbau zu überprüfen.

Aus dem Versuch lässt sich nicht schlussendlich sagen, ob RSC in der Mischung Vorteile bringt. Die vorliegenden Daten zeigen vielmehr, dass der Anteil eines dominanten Obergrases die XF bereitstellt und durch einen frühen oder späten Schnitt Einfluss genommen werden kann. An den meisten Standorten im Versuch konnte sich RSC wie auch FL trotz der schwachen Jugendentwicklung durchsetzen und nennenswerte Anteile am Bestand erreichen. Hier stellt der Sandstandort Schuby eine Ausnahme. Die Daten zeigen, dass mit Ausnahme von KG, die XF-Gehalte später Schnitte nicht ausreichen, um eine Strukturversorgung zu gewährleisten. Bei einem hohen Ertragsniveau ist der 4. Schnitt für Milchkühe auch nicht notwendig und kann an wachsende oder niederleistende Rinder verfüttert werden.

Literatur

CALLOW, M.N, LOWE, K.F., BOWDLER, T.M., LOWE, S.A. & GOBIUS, N.R. (2003): Dry matter yield, forage quality and persistence of tall fescue (*Festuca arundinacea*) cultivars compared with perennial ryegrass (*Lolium perenne*) in a subtropical environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43, 1093-1099. Cougnon, M., Shahidi, R., Struyf, E., Van Waes, C. & Reheul, D. (2016): Silica content, leaf softness and digestibility in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). Proceedings of the 2015 meeting of the section 'Forage Crops and Amenity Grasses' of Eucarpia, 277-281.

EVANS, P.S. (1973): Effect of seed size and defoliation at three developmental stages on root and shoot growth of seedlings of some common pasture species. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 16.

GRÄGIS, B. & REIDY, B. (2015): Ausdauer von Rohrschwengel unter langjährigen Weidebedingungen. *Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Aulendorf, 2015*, 182-185.

JÄNICKE, H. (2017): *Festuca arundinacea* auf Niedermoor – Sorten und ihre Futterqualität. *Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Berlin-Paulinenaue, 2017*, 73-76.

KAISER, T., PICKERT, J. & BEHRENDT, A. (2017): Sanftblättriger Rohrschwengel im Vergleich zu herkömmlichen Rohrschwengel- und Futtergräserbeständen bei Rinderbeweidung. *Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Berlin-Paulinenaue, 2017*, 77-80.

KALZENDORF, C. & HINRICHSSEN, H.-C. (2017): Ertragsleistungen und Futterqualitäten von Rohrschwengel, Festulolium, Lieschgras und Deutschem Weidelgras – dreijährige Untersuchungen in Nordwestdeutschland. *Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, Berlin-Paulinenaue, 2017*, 195-198.

MALCOLM, B.J., MOIR, J.L., CAMERON, K.C., DI, H.J. & EDWARDS, G.R. (2015): Influence of plant growth and root architecture of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) and tall fescue (*Festuca arundinacea*) on N recovery during winter. *Grass and Forage Science* 70, 600-610.

REHEUL, D., DE CAUWER, B., COUGNON, M. & APER, J. (2011): What global and/or European agriculture will need from grasslands and grassland breeding over the next 10-15 years for a sustainable agriculture, *Eucarpia, Dublin 2011*.

REHEUL, D., COUGNON, M., DE CAUWER, B., SWANCKAERT, J., PANNECOUCQUE, J., D'HOSE, T., VAN DEN NEST, T. DE CAESTEKER, E., VAES, R., PEETERS, A. & DE Vlieghe, A. (2015): Production potential of grassland and fodder crops in high-output systems in the Low Countries in north western Europe and how to deal with limiting factors. *Proceedings of the 18th Symposium of the European Grassland Federation, Wageningen 2015*, 139-150.

Neue Ergebnisse zur Verdaulichkeit von Rohrschwingel – Verdaulichkeitsprüfungen am Hammel

¹C. KALZENDORF, ²B. BOTHE UND ²M. PRIES

¹ Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Fachbereich Grünland und Futterbau,
D-26121 Oldenburg

² Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Fachbereich Tierhaltung und
Tierzuchtrecht, D-59505 Bad Sassendorf

christine.kalzendorf@lwk-niedersachse.de

Einleitung und Problemstellung

Der einst als Ungras verrufene Rohrschwingel erlebt aktuell aufgrund seiner Standortrobustheit eine Renaissance, denn leistungsfähige Gräser kommen mit manchen Wetterkapriolen wie Trockenheitsphasen, Starkregen und Staunässe oder auch Kahlfrostereignissen außerhalb der Vegetationsruhe an ihre Grenzen.

Der Klimawandel ist nur ein Grund, warum nach geeigneten Gräsern mit möglichst hohem Ausdauervermögen gesucht wird. Die Forderung nach Bodenschutz und Minderung von Treibhausgasen mit den Auflagen zu einem Verzicht des Grünlandumbruches auf Moor- und Naturschutzflächen sowie spezielle Bewirtschaftungsvorgaben in Landschafts- oder Naturschutzgebieten erschweren das nachhaltige Etablieren der bekannten leistungsfähigen Grünlandgräser wie beispielsweise das Deutsche Weidelgras.

Der Rohrschwingel zeichnet sich durch eine hohe Robustheit in Bezug auf Einflüsse wie Kälte, Trockenheit und Nässe aus. Aufgrund dieser Eigenschaften gedeiht er sowohl auf wechselfeuchtem Grünland wie auch auf zur Trockenheit neigenden Böden. Diesen positiven Eigenschaften steht aber die geringe Akzeptanz des Grases für das Rind gegenüber, was vorzugsweise durch die harten Blätter dieser Grasart erklärt wird. Entsprechend wird den alten Sorten ein geringer Futterwert bescheinigt.

Verschiedene Grasszüchter haben sich in den letzten Jahren vermehrt mit dem Rohrschwingel beschäftigt und insbesondere an der Blatthärte gearbeitet. Neue Sortentypen sind im Blatt weicher. Zudem soll er aufgrund der Sanftblättrigkeit besser verdaulich sein als das ältere Sortenmaterial. Diese Einschätzung beruht bislang aber allein auf Basis von NIRS-Schätzungen. Vor dem Hintergrund bestand das Ziel der Untersuchungen darin, mit Verdaulichkeitsversuchen am Tier zu prüfen, ob sich der nach DLG-Futterwerttabellen geringe Futterwert für das Gras bestätigt und ob die Tabellenwerte weiterhin uneingeschränkt Gültigkeit haben.

Material und Methoden

Dazu wurden Sortenversuche mit aktuellen Genotypen des Rohrschwingels sowohl auf einem humosen Sand als auch auf einem Moorstandort genutzt, um mit dem Erntegut aus einer Mischung von verschiedenen neu gezüchteten Sorten ausreichend Futtermaterial zu erhalten. Das Futter wurde auf der Fläche einen Tag lang angewelkt, anschließend gehäckselt und luftdicht in 30 l Fässern siliert. Unter anaeroben Bedingungen lagerten die Silagen mindestens 90 Tage.

Die Fässer wurden anschließend zum Versuchs- und Bildungszentrum Haus Riswick der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen gebracht, wo die Verdaulichkeitsversuche erfolgten.

Gemäß dieser methodischen Vorgehensweise wurden in 2016 ein und in 2017 drei Verdaulichkeitsversuche nach den Vorgaben der GfE (1991) durchgeführt. Es wurden 2.400 g Prüffutter + Mineralfutter je Hammel und Tag verfüttert. Nach einer zweiwöchigen Anfütterung wurden Kot und Futter über sieben Tage quantitativ erfasst. Die Proben von

Futter und Kot wurden bei der LUFA NRW in Münster analysiert. Das Vorgehen orientiert sich hierbei an den Vorgaben des VDLUFA. Auf Basis der verdaulichen Rohrnährstoffe wurden die Gehalte an ME und NEL nach den Maßgaben der GfE (2001) kalkuliert. In Tabelle 1 sind die Futterwertkennndaten der Rohrschwingelsilagen inklusiv der Vergärbarkeitskenngrößen aufgeführt.

Tab. 1: Nährstoffgehalte und Vergärbarkeitskenngrößen des Ausgangsmateriales (Rohrschwingel, Mischung aus mehreren neuen Zuchtsorten)

Kenngrößen	Einheit	12.05.	16.05.	23.05.	22.06.
		2016 1. Schnitt	2017 1. Schnitt	2017 1. Schnitt	2017 2. Schnitt
TS	%	39,9	33,5	36,6	42,2
Rohprotein	% d. TM	14,2	18,6	10,3	17,1
Rohfaser	% d. TM	26,6	25,2	30,7	25,4
ADFom	% d. TM	30,8	28,7	32,6	27,2
aNDFom	% d. TM	52,6	51,1	60,8	52,5
Gasbildung	ml / 200 mg TM	48,7	41,7	46,7	47,3
Gesamtzucker	% d. FM	2,3	4,6	7,6	16,5
Rohfett	% d. TM	3,5	1,3	1,5	2,5
Rohasche	% d. TM	8,8	13,2	10,0	6,6
NFC	% d. TM	20,8	15,8	17,5	21,3
ME-Rind	MJ/ kg TM	10,4	9,3	9,0	10,2
NEL	MJ/ kg TM	6,2	5,5	5,2	6,1
Nitrat	mg/kg	0,4	1,0	0,02	0,1
Pufferkapazität	g MS/kg TM	6,9	8,6	5,4	6,8
Z/PK-Quotient		0,3	0,5	1,4	2,4
Vergärbarkeitskoeffizient		42,6	37,8	47,9	61,6

Ergebnisse und Diskussion

Bei der Ernte der Sorten war im Allgemeinen die generative Phase noch nicht zu erkennen. Trotz eines vermeintlich frühen Erntetermines waren die Rohfasergehalte bis auf eine Ausnahme bereits erhöht. Diese Beobachtung deckt sich mit anderen Untersuchungen. Demzufolge erfolgt auch im vegetativen Stadium schon eine beachtliche Einlagerung an Rohfaser. Im Allgemeinen wies der Rohrschwingel geringe Zuckergehalte und durchschnittliche Rohproteingehalte auf. Gemäß den Nährstoffkennndaten wird dem Rohrschwingel auf Basis der Energieschätzformel (GfE 2008) unter Einbeziehung der Gasbildung nur ein geringer Energiegehalt unterhalb von 6,0 MJ NEL/kg TM bescheinigt. Die Vergärbarkeit des verwendeten Futters fiel sehr unterschiedlich aus und kann in die Bereiche schwer bis leicht vergärbar zugeordnet werden. Im Allgemeinen war der Rohrschwingel durch einen geringen Z/PK-Quotienten als Folge der oft unterdurchschnittlichen Zuckergehalte charakterisiert. Dennoch konnten gute Gärqualitäten erzielt werden. Die Voraussetzungen für eine gute Akzeptanz des Futters waren damit gegeben.

In Tabelle 2 sind die Verdaulichkeitswerte für die vier Versuche mit Rohrschwingel dargestellt. Die Verdaulichkeit der organischen Substanz lag im Allgemeinen oberhalb von 70 %. Es gab hierbei nur eine Ausnahme, was offensichtlich in Zusammenhang mit dem Rohfasergehalt des Futters von >30 % i.d.TM stand. Bemerkenswert für alle vier Verdaulichkeitsversuche ist, dass für die Faser beschreibenden Kenngrößen eine hohe Verdaulichkeit nachgewiesen wurde. Diese lag speziell für die Rohfaser sogar oberhalb der

Verdaulichkeitswerte des organischen Rests. Die auf Grundlage der in vivo-Daten berechneten Energiegehalte erreichten um 0,13 bis 0,47 MJ NEL höhere Werte im Vergleich zu den Energiegehalten auf Basis der Schätzgleichungen der GfE (2008).

Tabelle 2: Verdaulichkeitswerte von Rohrschwingelsilagen

Kenngrößen	Einheit	12.05.2016		16.05.2017		23.05.2017		22.06.2017	
		1. Aufwuchs				2. Aufwuchs			
Anzahl Hammel		4	±	4	±	4	±	4	±
dOS	%	73,9	1,6	71,8	1,1	68,1	2,7	75,9	3,2
dXP	%	67,0	1,7	60,0	1,9	59,4	1,8	69,8	0,9
dXL	%	60,8	2,7	52,1	2,2	50,6	4,6	60,6	2,5
dXF	%	80,5	3,2	84,3	0,5	73,7	2,5	78,7	5,2
dNDFom	%	74,4	2,7	78,0	1,1	66,9	3,3	73,1	5,3
dADFom	%	76,0	1,7	78,9	1,5	71,2	2,4	73,1	4,7
dOR	%	71,7	1,1	67,9	1,5	66,0	2,8	75,5	2,3
NEL	MJ/kg TM	6,20	0,16	5,88	0,12	5,48	0,27	6,41	0,31
ME	MJ/kg TM	10,35	0,22	9,89	0,16	9,33	0,38	10,64	0,42
NEL`08 (GfE)	MJ/kg TM	5,99		5,75		5,19		5,94	
ME`08 (GfE)	MJ/kg TM	10,06		9,71		8,92		10,01	

Schlussfolgerungen

Die neuen Zuchtsorten des Rohrschwingels wiesen trotz der relativ hohen Rohfasergehalte bessere Energiegehalte nach dem in vivo Test im Vergleich zu den nach Energieschätzformel berechneten Werten auf. Gemäß den Orientierungswerten der DLG-Futterwerttabelle (1997) wird dem Rohrschwingel zum ersten Aufwuchs ein Energiegehalt von 5,58 MJ NEL/kg TM und für den zweiten Aufwuchs von 5,55 MJ NEL/kg TM ausgewiesen. Es zeigt sich somit eine deutliche Diskrepanz zwischen den Tabellenwerten auf der einen Seite und den im in vivo Test ermittelten Werte.

Zur exakten Beschreibung ist das vorliegende Material noch unzureichend. Es ist mit den Untersuchungen allerdings ein Trend erkennbar. Weitere Versuche sind erforderlich, wobei Zeitreihenuntersuchungen im Wachstumsverlauf gleichfalls von Interesse wären. Mit einer gewissen Datensammlung kann dann die Entscheidung getroffen werden, ob eine Aktualisierung und Anpassung der DLG-Futterwerttabelle anzuraten ist.

Als weitere Besonderheit der oben aufgeführten Verdaulichkeitsprüfungen ergibt sich, dass die Faser beschreibenden Größen eine hohe Verdaulichkeit aufweisen, die in der Regel oberhalb der Verdaulichkeit des organischen Rests liegen. Bei anderen Grobfuttern ist das nie der Fall.

Literatur

- JÄNICKE, H. (2015): Rohrschwingel statt Deutsches Weidelgras?. *Top agrar* 6-2015, 82-87.
- KALZENDORF, C, & HINCHRICHSSEN, H.C. (2017): Ertragsleistungen und Futterqualitäten von Rohrschwingel, Festulolium und Deutschem Weidelgras – dreijährige Untersuchungen in Nordwestdeutschland. AGGF Tagungsband.
- SUTER, D., FRICK, R., HIRSCHI, H. & CHAPIUS, S. (2009): Rohrschwingel und Timothee geprüft. *AgrarForschung* 16 (7), 250-255.
- GREGIS, B. & REIDY, B. (2015): Ausdauer von Rohrschwingel unter langjährigen Weidebedingungen. *AGGF Tagungsband. 59. Jahrestagung*, 182 -185.
- ELSÄSSER, M., IHRIG, M. & ROTHENHÄUSLER, S. (2015): Eignung von Rohrschwingel (*Festuca arundinaceae*) in Mischungen unter Beweidung. *AGGF Tagungsband. 59. Jahrestagung*, 190-192.
- GfE (2001): Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 8: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder, DLG-Verlag, Frankfurt a. Main.
- DLG (1997): Futterwerttabellen Wiederkäuer 7. Auflage 1997, DLG-Verlag Frankfurt.

GFE (1991): Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Leitlinien zur Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen an Wiederkäuern, J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. 65 (1991), 229-234.

GFE (2008): Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Communications of the Committee for Requirement Standards of the Society of Nutrition Physiology: New Equations for Predicting Metabolizable Energy of Grass and Maize Products for Ruminants. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 17 (2008): 191-198

Der „Grünlandticker“ - Entscheidungshilfe für ein effizientes Weidemanagement mit Milchkühen

¹D. KLÖCKER, ²J. BOONEN, ²G. CONTER, ²C. FELTEN, ²M. HOFFMANN, ³H. KOHNEN, ²A. MEIER, ²M. SANTER, ⁴G. VAN VLIET UND ²I. ZEIMENS

¹CONVIS s.c., 4, ZAC, L-9085 Ettelbruck

²Lycée technique Agricole, 72 Avenue Lucien Salenty, L-9080 Ettelbruck

³Centre of Resiliency, Wiltz

⁴ Administration des services techniques de l'agriculture, 16 Route d'Esch, L-1470 Luxembourg

dorothee.kloecker@convis.lu

Einleitung

Die in Luxemburg eingeführte Agrar-Umwelt-Klimamaßnahme (AUK) „Förderung des Weidegangs von Milchkühen“ erfordert aufgrund der festgelegten Teilnahmebedingungen

- Keine Mahd vor dem 15 Juli
- Einen maximalen Viehbesatz von 7GVE/ha

ein gut durchdachtes und effizientes Weidemanagement.

Der „Grünlandticker“, ein wöchentlicher Newsletter über Graszuwachs und Tipps zum Weidemanagement, ist als Entscheidungshilfe für die notwendigen Nutzungs- und Pflegemaßnahmen entwickelt worden.

Insgesamt nehmen 110 Betriebe an der AUK Weidehaltung mit Milchkühen teil, dieses sind ca. 16% der milchviehhaltenden Betriebe Luxemburgs.

Material und Methoden

Die Grashöhe wird während der Vegetationsperiode (Anfang März bis Ende Oktober) wöchentlich, mit einem Rising Plate Meter (RPM) auf 5 Betrieben in Luxemburg gemessen. Dabei repräsentieren die 5 Standorte unterschiedliche Regionen Luxemburgs.

Das RPM misst die komprimierte Grashöhe unter einer definierten und standardisierten Platte, so wird auch die Dichte des Pflanzenbestandes erfasst. Über Korrelationen zwischen Bestandesdichte und –höhe kann der Ertrag geschätzt werden.

Als RPM wird das System „Grasshopper“ von TrueNorthTechnologies genutzt.

Die Wuchshöhe des Pflanzenbestandes unter der Messplatte wird per Infrarot gemessen und zusammen mit georeferenzierten Flächendaten im „Grasshopper“ gespeichert und verarbeitet. Auf Basis der georeferenzierten Flächendaten wird eine Parzellenkarte (Farm map) mit allen gemessenen Parzellen erstellt. Die einzelnen Messpunkte werden den jeweiligen Parzellen zugeordnet. Eine Georeferenzierung der einzelnen Messpunkte findet jedoch nicht statt, so dass pro Parzellenmessung immer neue Messpunkte willkürlich gewählt werden.

Gemessen wird die gesamte verfügbare Grashöhe (available hight) pro Messpunkt. Es sollten mindestens 30 Messungen pro ha Fläche erfolgen. Der Trockensubstanzgehalt wird vom Anwender des Grasshoppers je nach Witterung, Alter des Pflanzenbestandes und Jahreszeit geschätzt und im Menu angepasst, als Referenz für die Dichte des Grasbestandes werden regionale Daten aus Belgien herangezogen.

Die über den „Grasshopper“ gemessenen Daten werden direkt per Bluetooth auf eine Applikation des Smartphones übertragen und grafisch dargestellt. So wird sowohl während der Messungen jeder Messpunkt pro Parzelle, als auch die geografische Lage der Parzelle angezeigt. Die Bedienung des Grasshoppers erfolgt über die gleiche Smartphone-Applikation.

Pro Parzelle wird nach Beendigung der Messungen jeweils die durchschnittliche Bestandeshöhe in mm, der daraus errechnete Hektarertrag sowie der Ertrag pro Parzelle in dt Trockenmasse (TM) errechnet und gespeichert.

Die so erfassten Daten werden pro Betrieb als XML Datei per Mail an den Projektkoordinator verschickt und von diesem für den Grünlandticker ausgewertet. Ausgewertet werden nur solche Flächen, auf denen zwischen zwei Messungen keine Beweidung/Nutzung stattgefunden hat, auf diese Weise kann der tatsächliche Zuwachs in der Messperiode ermittelt werden.

```
20180528_GC geändert - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<farm id="1vhVE-JsSuU" herdCode="" ieNumber="" animalNO="0" rotationPeriod="24" allocationPerPeriod="17"
residual="0" cover="Available Cover"
dmPercent="18" sampleCount="30" region="Belgique"
shareResults="Email" dbUsername="1" discussionGroup="" email="gerard.conter@education.lu"
emailCc="gerard.conter@education.lu" version="3.01">
  <paddock id="am Bierg">
    Georeferenzen der Parzelle wurden entfernt
    <area>2.4878</area>
    <averageHeight>110.0</averageHeight>
    <dmHectares>2140.0</dmHectares>
    <dmPaddock>5330.0</dmPaddock>
    <lastSurveyUTC>1527496310</lastSurveyUTC>
    <notes>weed nee</notes>
  </paddock>
```

Abb. 1: XML-Datei mit den Rohdaten pro Parzelle

Die aufgearbeiteten Daten werden innerhalb von 36 Stunden per Email und Mail Chimp an alle interessierten Landwirte zum möglichen Abgleich mit den eigenen Weideflächen verschickt. Weiterhin werden die Informationen im lokalen landwirtschaftlichen Wochenblatt veröffentlicht.

Ergebnis

Als wichtige Managementkennwerte werden die durchschnittlichen Witterungsdaten (Niederschlag und Temperatur) der nächstgelegenen Wetterstation, der gemessene durchschnittliche Graszuwachs, sowie die erforderliche Mindestfutteraufnahme (kg TS/Milchkuh) bezogen auf die maximale Besatzdichte von 7 Kühen laut AUK, welche gefressen werden muss, um den Weideaufwuchs zu bewältigen, dargestellt.

Die Klimadaten gelten als Vergleich für die Betriebe untereinander. Da Grasaufwuchs und Entwicklung sehr stark von Niederschlag und Temperatur abhängig sind, können die interessierten Landwirte den den Gegebenheiten ihres Betriebes am ehesten entsprechenden Standort zum Vergleich auswählen.

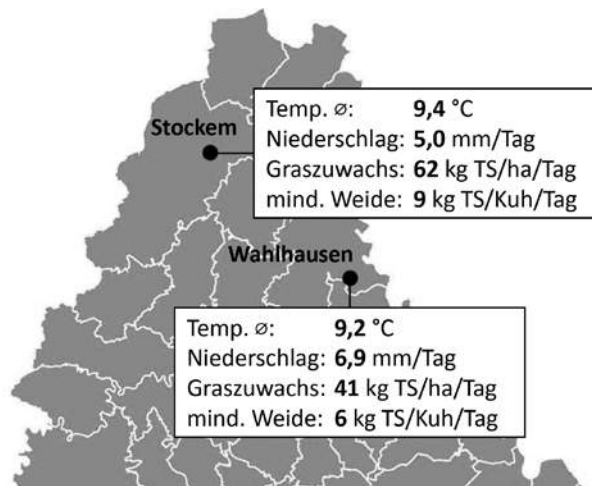


Abb. 2: Wöchentliche Daten aus dem Grünlandticker

Der Graszuwachs wird anhand des gemessenen Grasaufwuchses der einzelnen Flächen im Vergleich zu der vorhergehenden Messung errechnet und in kg/TS/ha/d angegeben. Da nur Flächen, die innerhalb eines Messzeitraumes nicht beweidet wurden ausgewertet werden, müssen die auszuwertenden Parzellen manuell ausgewählt werden-dies erfordert eine effiziente Kommunikation zwischen dem Messteam und den Verantwortlichen für die Auswertung. Für das nächste Jahr ist geplant, parallel zu den Weideparzellen auch jeweils Schnittflächen zu erfassen, um auf einer umfangreicheren Datengrundlage den tatsächlichen Auswuchs noch sicherer ermitteln zu können.

Das Wissen um den täglichen Ertragszuwachs erleichtert dem Landwirt die Flächenzuteilung der Weiden für die Milchkühe. Ein wichtiger Parameter ist hierbei die Weidefütterraufnahme pro Kuh und Tag in kg TS, bezogen auf den in der AUK vorgegebenen Viehbesatz von 7 GVE/ha, die aufgenommen werden muss, um den Weideaufwuchs nicht überständig werden zu lassen. Anhand dieses Wertes kann die Beifuttermenge im Stall entsprechend angepasst werden, um so eine maximale Weidefütterraufnahme zu erreichen.

Neben diesen Grundinformationen werden zusätzlich noch aktuelle Pflege- oder Bewirtschaftungsmaßnahmen sowie Fütterungs- oder Haltungshinweise zur Weide im Grünlandticker mitgeteilt.

Die Informationen des Weidetickers werden durch regionale Treffen auf landwirtschaftlichen Betrieben, die kurzfristig und auf Nachfrage stattfinden (dem sogenannten On-Farm-Talk), unterstützt.

Ausblick und Schlussfolgerungen

Trotz der vielen Informationen zur Weideführung, welche die Landwirte über den Grünlandticker erhalten, muss in Gesprächen und bei Betriebsbesuchen aktuell festgestellt werden, dass die Weideführung in Abhängigkeit von Betriebsleiter und Lage des Betriebs sehr unterschiedlich ist. Oftmals fehlt die Erfahrung zur Weidepflege und zur Beifütterung bei Kühen mit hoher Milchleistung. Die Weidehaltung als eine der ältesten Formen der Wiederkäuerhaltung, hat sich mit zunehmender Leistung und veränderter Technik auch verändert. Diesen geänderten Ansprüchen muss Folge geleistet werden, zumal die Auszahlung einer Weideprämie die Attraktivität der Weidehaltung gesteigert hat, ohne dass sich viele Landwirte der komplexen Betriebsführung während der Weideperiode unbedingt bewusst sind.

Überständige Pflanzenbestände, die nicht gemäht werden dürfen, Tiere die aufgrund der Witterung oder geringwertiger Pflanzenbestände einen Leistungseinbruch erleiden und viele weitere Probleme werden bisher verkannt und müssen durch Informationsübermittlung und individuelle Beratung gelöst werden. Der Grünlandticker ist als ein komplementäres Werkzeug zu den „klassischen“ Beratungsinstrumenten zu sehen, um der Weide den nötigen Auftrieb zu ermöglichen.

Der Einsatz des „Grashoppers“ ist ursprünglich als einzelbetriebliches Beratungstool gedacht, als solches werden neben der Parzellenkarte, die den unterschiedlichen Personen als geografische Orientierung dienen auch ein Weidefenster erstellt, bei welchem sowohl der Aufwuchs pro Parzelle als auch pro ha als Grafik dargestellt wird. Mit den Einzeldaten ist es auch möglich eine Graswachstumskurve innerhalb der Vegetationszeit zu erstellen, um so weitere Informationen über das Wachstumspotenzial einzelner Flächen zu erhalten und auf der Ebene noch an bestimmten Managementschrauben zu drehen. Viele dieser individuellen Informationen werden derzeit noch nicht genutzt, so dass sich die Frage nach der Ausweitung des Pilotbetriebsnetzes stellt, um weitere Daten zu erhalten, die genauere Aussagen ermöglichen. Zum anderen kann auch die individuelle Beratung über die Nutzung des „Grashoppers“ intensiviert werden, so können betriebsangepasste Managementempfehlungen ausgearbeitet und anschaulich mit Abbildungen und Daten belegt werden.

Der Grünlandticker als elektronische Kurzmitteilung ist eine Möglichkeit Informationen zur Optimierung der Weidehaltung von Milchkühen weiterzuleiten. Das Grünlandteam aus Luxemburg wird über die regelmäßigen Kurzinformationen und Treffen das Weidemanagement der an der AUK-Weideprämie teilnehmenden Betriebe optimieren können und sicherlich weitere Milchviehbetriebe in Bezug zur Weidehaltung beraten können.

Literatur

ADMINISTRATION DES SERVICES TECHNIQUES DE L'AGRICULTURE (ASTA): Service de la météorologie

ASTA, SERVICE AGRI-ENVIRONNEMENT. (2014): Förderprogramm für umweltgerechte und den Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren

TRUE NORTH TECHNOLOGIES (2018): www.moregrass.ie

Kleegras- und Luzernegrasmischungen für Schnitt- und Weidenutzung in Öko-Betrieben

E. LEISEN

Landwirtschaftskammer NRW, Nevinghoff 40, 48147 Münster

edmund.leisen@lwk.nrw.de

Einleitung

In den letzten 21 Jahren wurden im Rahmen des Projektes „Öko-Leitbetriebe in NRW“ Kleegras- und Luzernegrasmischungen auf mehreren Standorten verglichen. Bis 2015 erfolgte der Mischungsvergleich ausschließlich unter Schnittnutzung, in den letzten beiden Jahren auf einer Vielzahl von Standorten unter Schnitt-, Mähweide- und Weidenutzung (siehe Tabelle 1) jeweils angelegt mit 2 – 4 Wiederholungen.

Die bisherigen Ergebnisse sind in der Kleegras-Broschüre zusammengestellt (Leisen, 2018).

Tab. 1: Anzahl von Standorten für Mischungsvergleiche in 2016 und 2017

Mischung	Nutzungsart			
	Schnitt	Mähweide, danach Kurzrasenweide	Kurzrasen- weide	Umtriebsweide
Kleegras	15	7	5	6
Luzernegras	11	4	2	2
Rotkleearten	9	7	4	7

Zielsetzung

Entwicklung betriebsspezifischer Empfehlungen für den Öko-Landbau nach Einschätzung der Wirkung verschiedenster Einflussfaktoren:

- Mischung
- Rotklee- und Luzernesorte
- Saatverfahren (Untersaat, Blanksaat)
- Saattermin (Frühjahr, Herbst, frühe oder späte Saat)
- Fruchtfolge
- Bodenart, Höhenlage
- Nutzung (Schnitt, Mähweide, Umtriebsweide, Kurzrasenweide)

Ergebnisse der Mischungsvergleiche

Tabellen 2 zeigt zusammengefasst die Rohproteinträge von Mischungen mit und ohne Welsches Weidelgras sowie von Luzernegrasmischungen. Deutlich wird, dass Mischungen mit Welschem Weidelgras weniger ertragreich sind und anders als im konventionellen Landbau für Öko-Betriebe meist nicht empfohlen werden können (hier fehlt Stickstoff).

Weitere Ergebnisse sind in der Kleegras-Broschüre zusammengestellt (Leisen, 2018), siehe Beitrag „Rotkleearten unter Weidebedingungen“ in diesem Tagungsband.

Empfehlungen für die Mischungswahl für Öko-Betriebe im nordwestdeutschen Raum

Auf der Basis der langjährigen Mischungsvergleiche unter Schnittnutzung und der Vielzahl der Standorte der letzten beiden Jahre unter Weidenutzung ergeben sich nachfolgende Empfehlungen. Nicht alles ist neu, aber stärker differenziert nach Standort, Ansaatverfahren und Nutzungsart.

Tab. 2: Jährliche Erträge an Rohprotein bei 2-jähriger Nutzung und 4 Schnitten

Zeitraum	Rotklee-Gras-Mischungen		Luzerne-Gras-Mischungen
	ohne Welsches/Bastard-Weidelgras	mit Welsches/Bastard-Weidelgras	
	kg/ha	Relativerträge (Klee-Gras-Mischungen ohne WWBW = 100)	
1997 - 2005	2002 (1775 – 2150) (3)	90 (86 – 94) (3)	95 (1)
Sandböden 2012 – 2017	1861 (1324 – 2535) (5)	95 (76 – 117) (5)	100 (100) (1)
Lehmböden 2012 – 2017	2149 (1731 – 2695) (7)	85 (69 – 97) (7)	107 (95 – 115) (2)

Klammer: Mittel aller Standorte und Mischungen; Klammern: Spannweite über Standorte und Mischungen

Empfehlungen zur Artenwahl

Für Schnittnutzung: Deutsches Weidelgras, Weißklee, Rotklee, Lieschgras, Wiesenschwingel (nicht Trockenstandorte) und Knautgras (Trockenstandorte). Besonders auch in engen Fruchtfolgen kann Luzerne in Mischungen mit nicht zu wüchsigen Gräsern getestet werden. **Besonderheit des Öko-Landbaus:** Welsches Weidelgras, Bastardweidelgras (wahrscheinlich auch Festulolium) liefern proteinarmes Futter. Mischungen ohne Rotklee sind weniger ertragreich und deshalb nur bei langjähriger Nutzung, beispielsweise Dauergrünland, zu empfehlen.

Für Umtriebsweide: Deutsches Weidelgras, Weißklee, Lieschgras, Wiesenschwingel (nicht Trockenstandorte) und Knautgras (Trockenstandorte). Bei längeren Pausen zwischen Weideintervallen (Lehmboden mindestens 3 Wochen Pause) kann Rotklee, falls möglich Weiderotklee „Pastor“, getestet werden. Jedoch sollte der Rotkleeanteil wegen Blähgefahr nicht zu hoch sein. Wegen Gefahr von Lücken nach Ausfall: Verwendung von Welsches Weidelgras und Bastardweidelgras nur bei Mähweide mit überwiegend Schnittnutzung.

Für Kurzrasenweide (vorläufig): Deutsches Weidelgras, Weißklee und Lieschgras. Wiesenrispe bei 4-jährigem Anbau, sowie Festulolium testen. Kräuterbeimischung: Zichorie und Spitzweigerich versuchsweise testen.

Empfehlungen zur Sortenwahl

Offizielle Empfehlungen immer beachten

Das Besondere bei Gras- und Kleesaatgut: Im Handel treffen **unterschiedliche Interessen aufeinander**. Vermehrer streben zu höheren Körnererträgen, der Landwirt ist am vegetativen Ertrag interessiert. Um den Interessenskonflikt zu lösen, müssen die einzumischenden Sorten aus der Liste der für die Region und die Nutzung empfohlenen Sorten stammen. Eine Zusammenstellung der Empfehlungen für Nordwestdeutschland mit

aktueller Öko-Verfügbarkeit wird jährlich zweimal vom Projekt „Öko-Leitbetriebe in NRW“ herausgegeben.

www.oekolandbau.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/Service/2018_Jan_Kleegrasbrosch%C3%BCre_25_Auflage_Januar_2018_CS.pdf

sowie

www.oekolandbau.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/Service/2018_Jan_Gr%C3%BCnlandbrosch%C3%BCre_15_Auflage_Januar_2018_CS.pdf

Empfohlene Mischungen für Kleegras, Luzernegras und Grünland

Folgende Qualitäts-Standard-Mischungen (erkennbar am roten oder orangen Etikett) werden für Öko-Betriebe empfohlen:

A 6 mit Alexandrinerklee oder Perserklee: Sommerkleegras zur Frühljahrsaussaat vornehmlich zur Schnittnutzung mit 3 Schnitten geeignet. Die Mischung ist nicht winterfest.

A 7: Artenreiche Mischung auch für mehrjährige Schnittnutzung mit hoher Nutzungselastizität, größerer Ausdauer und Anpassungsfähigkeit auch an weniger günstigen Futterbaustandorten geeignet. Bei Weidenutzung nur für Umtriebsweide mit längeren Ruhepausen zwischen Weideintervallen empfohlen. Bei intensiverer Beweidung fallen Rotklee und Wiesenschwingel aus, mit Gefahr von Lücken.

A 5 spät plus S: Deutsch-Weidelgras-Rotkleemischung für den 2- bis 3-jährigen Anbau v.a. zur Schnittnutzung. Diese Mischung sichert mit hoher Nutzungselastizität eine vergleichsweise hohe Energiekonzentration. Wenn zu hohe Rotkleeanteile im Aufwuchs Probleme bereiten, sollte eher auf A3-Mischungen ausgewichen werden.

A 5 spät plus W: Deutsch-Weidelgras-Rotklee-Weißkleemischung für den 2- bis mehrjährigen Anbau für Umtriebsweide mit längeren Pausen zwischen Weideintervallen oder für Mahd mit hoher Schnittfrequenz. Im Vergleich zur A5 plus S Mischung sichert Beimengung von Weißklee bei mehrjährig intensiver Nutzungsfrequenz einen gleichbleibend hohen Kleeanteil mit höchstem Energiegehalt. Wenn zu hohe Rotkleeanteile im Aufwuchs Probleme bereiten, sollte auf A3-Mischungen ausgewichen werden. Bei intensiverer Beweidung fällt Rotklee aus, mit Gefahr von Lücken.

A9-Mischung: In der Mischung wird Wiesenschwingel und Lieschgras als Mischungspartner von Luzerne eingesetzt. Besonders bei engen Fruchtfolgen sollte diese Mischung als Alternative zu Rotkleemischungen für Schnittnutzung getestet werden. Sie ist für die Weidenutzung ungeeignet, dies gilt auch für Weideluzerne „Luzelle“.

GII-Mischung: Grünlandmischung, das heißt für langjährigen Anbau mit Schnittnutzung und Umtriebsweide geeignet, jedoch nicht für Kurzrasenweide. Nur für ausgesprochene Trockenlagen G IV-Mischung verwenden.

G III und G III-S für Kurzrasenweide (bei reiner Schnittnutzung sind obige Mischungen ertragsstärker): Die Mischung enthält Deutsches Weidelgras, Lieschgras, Wiesenrispe und Weißklee. Bei nur 1 – 2jährigem Anbau kann auf Wiesenrispe verzichtet und die **Standardmischung G III-S** verwendet werden. Testweise kann auch Zichorie und Spitzweggerich beigemischt werden.

(Anmerkung: Nicht alle im Handel befindlichen Arten vertragen den intensiven Verbiss: Welsches und Bastardweidelgras, Wiesenschwingel, Rohrschwingel und Rotklee (einschließlich Weiderotklee) können sich nicht halten. Andere, nicht ausgesäte Arten, z.B. Gemeine Rispe und Honiggras, können sich unter Kurzrasenweide halten und das auch bei hoher Leistungsfähigkeit, wie Ertragserhebungen (kg Milch/ha) zeigen.

Rohproteingehalt/–ertrag nachfolgender 3 Mischungen meist schwächer:

A 1 + Rotklee: Mischung zur Schnittnutzung für nur 1 Hauptnutzungsjahr empfohlen. Im 2. Jahr fällt der Ertrag meist ab.

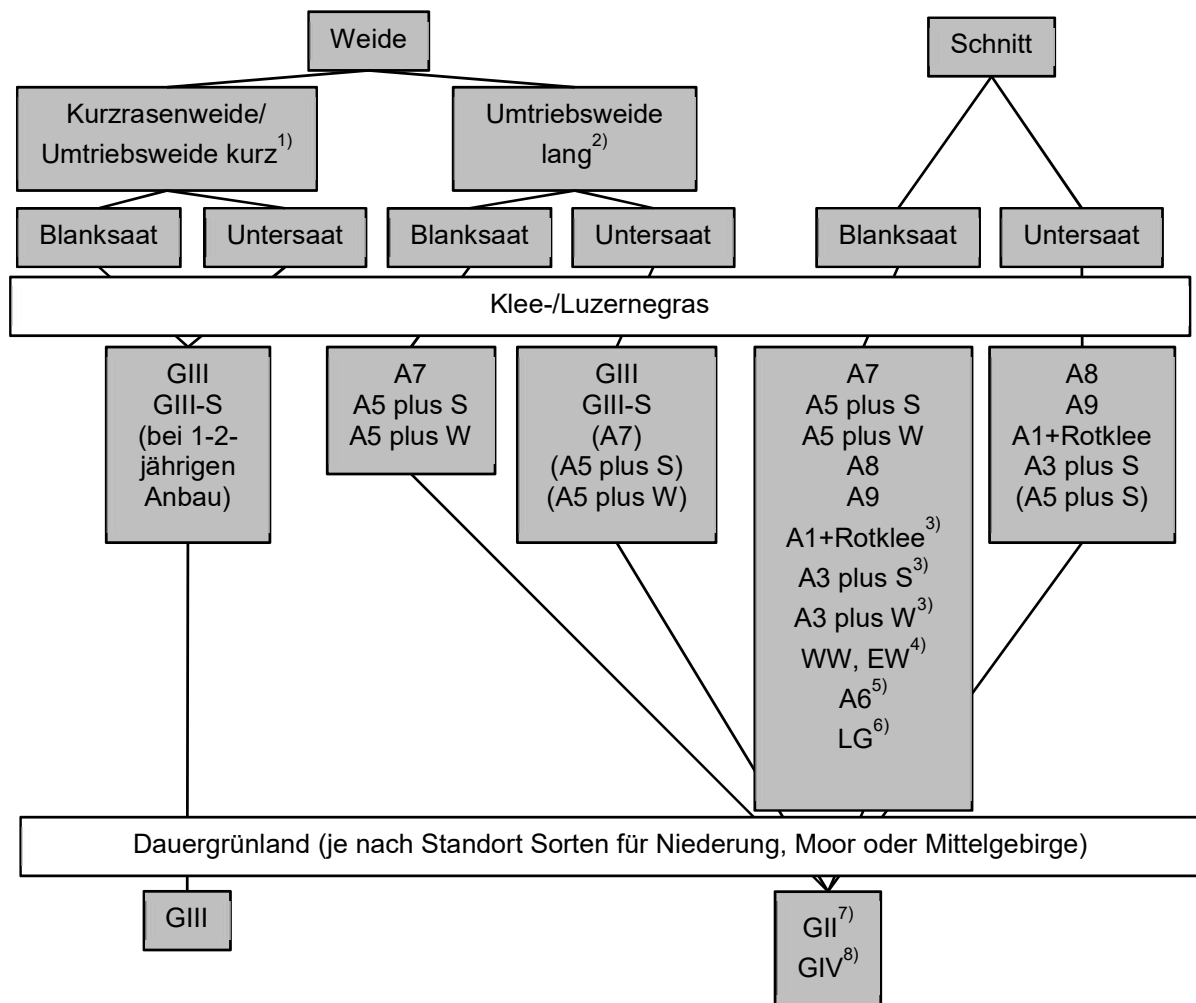
A 3 plus S (bei Blanksaat: Rohrproteinenertrag bei etwa 90 % von A7-Mischung): Mischung zur Schnittnutzung für den 1- bis 2-jährigen Anbau geeignet. Bei intensiver Nutzung geht der Rotkleeanteil im 2. Jahr zurück. **Bei Untersaat** kann auf Deutsches Weidelgras verzichtet werden, da es nur wenig im späteren Aufwuchs vorhanden ist.

A 3 plus W (bei Blanksaat: Rohrproteinenertrag bei etwa 90 % von A7-Mischung): Mischung für Umtriebsweide mit längeren Ruhepausen zwischen Weideintervallen und Schnittnutzung für den 1- bis mehrjährigen Anbau empfohlen. Gehen Rotklee und Welsches Weidelgras zurück, gewinnen Deutsches Weidelgras und Weißklee an Bedeutung. **Bei Untersaat** kann auf Deutsches Weidelgras und Weißklee verzichtet werden, da es nur wenig im späteren Aufwuchs vorhanden ist. Bei intensiverer Beweidung fallen Rotklee, Welsches und Bastardweidelgras aus und es können Lücken entstehen.

Sonstige Mischungen und Zusätze: Mischungen mit **Knaulgras** können Ertragsvorteile auf trockenen Standorten haben. Im Handel verfügbare **Rohrschwengel-Mischungen** können auf trockenen oder zur Auswinterung neigenden Standorten testweise angebaut werden. **Wiesenschweidel** zeigte auf Niedermoor gegenüber dem Deutschen Weidelgras eine größere Anbausicherheit. **Kräuterzusätze:** Test von Zichorie und Spitzwegerich mit max. 20 % Deutsches Weidelgras und max. 10 % Rotklee.

Entscheidungshilfe zur Mischungswahl für Öko-Betriebe im nordwestdeutschen Raum

Untenstehendes Schema kann als Entscheidungshilfe für die Mischungswahl genommen werden.



- 1) Umtriebsweide kurz: Pause zwischen Weideintervallen <3 Wochen
- 2) Umtriebsweide lang: Pause zwischen Weideintervallen >3 Wochen
- 3) Bei Gefahr von hohem Kleeanteil
- 4) Bei hoher N Nachlieferung: Einjähriges Weidelgras (EW), bei Überwinterung Welsches Weidelgras (WW)
- 5) Sommerklee gras
- 6) LG: Landsberger Gemenge als Winterzwischenfrucht
- 7) GII für Weidelgrassichere Standorte (fast alle Standorte in NW-Deutschland)
- 8) GIV für ausgesprochene Trockenlagen

Abb. 1: Entscheidungshilfe bei der Mischungswahl für den Nordwestdeutschen Raum

Literatur

LEISEN, E. (2018): Vergleich von Klee gras-, Luzerne- und Kräutermischungen auf Öko-Milchviehbetrieben 1997–2017. *Broschüre*. www.oekolandbau.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/Betriebe/Leitbetriebe/2018/Bericht_Mischung_n_EL_Maerz2018.pdf

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

Rotkleesorten unter Weidebedingungen

E. LEISEN

Landwirtschaftskammer NRW, Nevinghoff 40, 48147 Münster

edmund.leisen@lwk.nrw.de

Einleitung

Auf Klee grasflächen unter Schnittnutzung kann Rotklee maßgeblich zur Ertragsbildung beitragen (in Versuchen: 25 – 30 % Mehrertrag, siehe eingereicherter Beitrag: Klee gras- und Luzerne gras mischungen für Schnitt- und Weidenutzung). Unter Weidebedingungen findet man neben Weißklee auf Klee grasflächen und an einzelnen Standorten auch auf Dauergrünland Rotklee. Entscheidend sind die Standort- und Weidebedingungen. Bonituren zwischen 2002 und 2004 zeigten: Bei Umtriebsweide und nicht zu tiefem Verbiss kann sich Rotklee auf Lehmboden bis zu 2 – 3 Jahren in höheren Anteilen halten, auf Sandboden sinkt der Ertragsanteil schon im 1. Jahr deutlich ab (110 Flächen, Leisen 2004). In den letzten 15 Jahren seit diesen Erhebungen haben sich bei der Weidenutzung in vielen Öko-Betrieben die Kurzrasenweide und damit eine sehr intensive Nutzung durchgesetzt. Geprüft wurde, wie sich ausgewählte in Deutschland empfohlene Rotkleesorten sowie die Schweizer Rotkleesorte „Pastor“ unter Weidebedingungen des Öko-Landbaus entwickeln.

Fragestellungen

- Welche Rotkleesorte kann sich unter Weidebedingungen halten?
- Welchen Einfluss hat das Weidesystem – Kurzrasen/Umtriebsweide?

Material und Methoden

7 Rotkleesorten werden unter Weidebedingungen geprüft, auf jedem Standort 3 – 4 Sorten:

- 2 diploide Sorten: Milvus und Merula
- 2 Mattenkleesorten (niedrigwachsendere Sorten): Larus und Astur
- 2 Ackerkleesorten (höherwachsende Sorten): Taifun und Harmonie
- 1 Weide-Rotkleesorte: Pastor (Schweizer Sorte)

Ausgesät wurden die Sorten als Bestandteil der Standardmischung A 7. Auf einem Standort liegen nebeneinander 2 – 4 Mischungen mit verschiedenen sortenreinen Rotkleesorten, da jede Mischung nur eine Rotkleesorte enthält. Die Standardmischung A 7 ist eine für den mehrjährigen Klee gras anbau zur Weide- und Schnittnutzung in Norddeutschland empfohlenen Mischung (17 % Deutsches Weidelgras, 33 % Wiesenschwingel, 17 % Lieschgras, 13 % Weißklee, 20 % Rotklee). Die Betriebe wurden zur Anonymisierung mit 3er Buchstabencodes versehen.

Aussaatstärke: 30 kg/ha, Anlage in Langstreifen mit 3 – 4 Wiederholungen.

Bonituren: Ertragsanteilschätzung im April/Mai, im Juli und teils im Oktober.

Nutzung: Als Kurzrasenweide oder Umtriebsweide, teils als reine Weide teils als Mähweide (Tab. 1).

Tab. 1: Standorteigenschaften im Nordwestdeutschen Raum für Rotkleeortentests unter Weidebedingungen in 2016 und 2017

Reine Kurzrasenweide	Mahd, danach Kurzrasenweide	Reine Umtriebsweide	Mahd, danach Umtriebsweide
Anzahl Standorte			
4	7	4	3
2 x Sandboden 1 x Lehmboden 1 x Mittelgebirge	3 x Sandboden 3 x Lehmboden 1 x Mittelgebirge	2 x Sandboden 2 x Lehmboden	3 x Lehmboden

Ergebnisse und Diskussion

Rotkleeorten unter Kurzrasenweide

Allgemeines: Bei der ersten Bonitur enthielten die Bestände noch relativ viel Rotklee. Anschließend ging Rotklee zurück (Ausnahme Betrieb RIG: hatte vorher schon geweidet).

Rotkleeorten im Vergleich (Abb.1): Auf den einzelnen Standorten gab es bei den einzelnen Bonituren Sortenunterschiede. Zu Beginn hatte auf Lehmboden und im Mittelgebirge die „Weiderotkleeorte“ Pastor höhere Ertragsanteile, im letzten Aufwuchs war es dagegen Taifun. Über den gesamten Zeitraum gesehen, waren die Unterschiede meist nur gering. Letzteres galt auch für die Mähweide (Leisen, 2018).

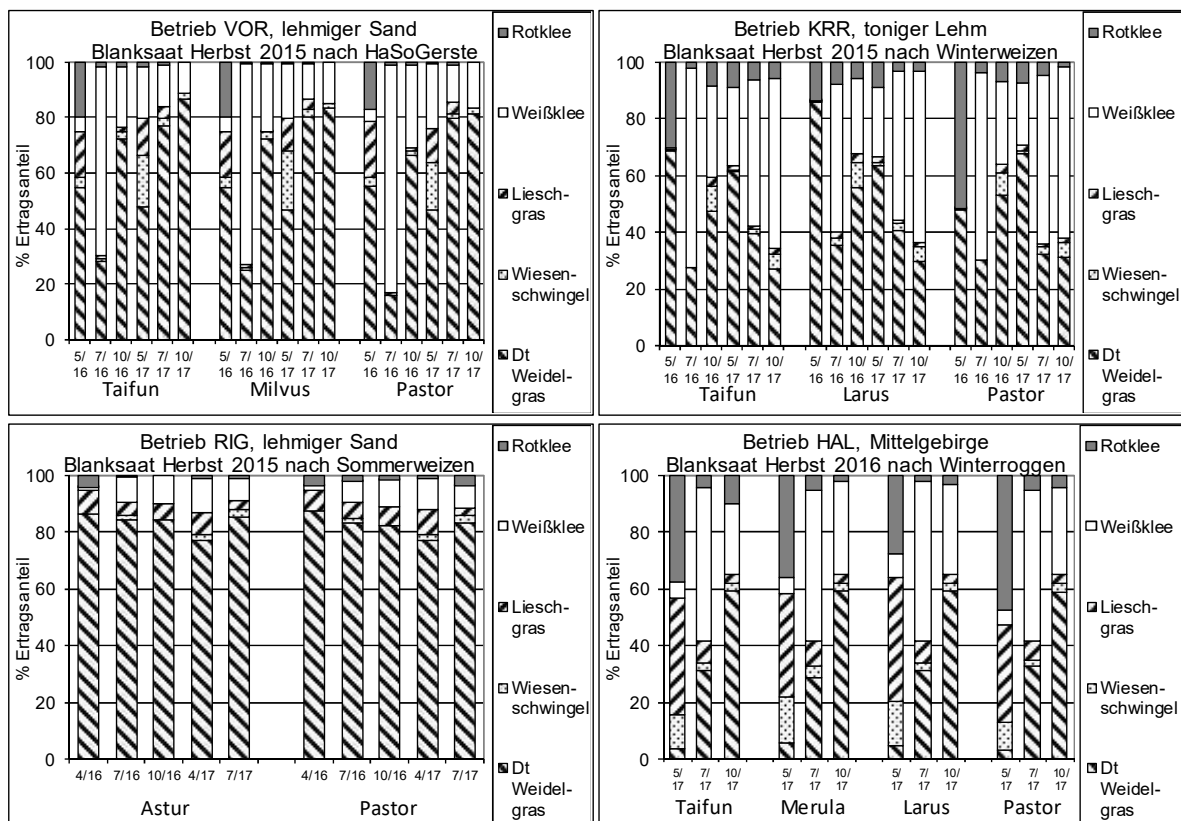


Abb. 1: Ertragsanteile von Rotkleeorten unter Kurzrasenweide auf verschiedenen Standorten im Nordwestdeutschen Raum.

Rotklesorten unter Umtriebsweide (Abb. 3 und 4)

Allgemeines: Auf dem Lehm Boden hatte der Rotklee bei längeren Ruhepausen zwischen zwei Auftrieben bis Ende 2017 höhere Ertragsanteile. Bei nur kurzen Ruhepausen zwischen zwei Auftrieben hatte der Rotklee Ende 2017 nur noch Ertragsanteile von unter 10 % (Betrieb JON). Die geringeren Ertragsanteile von Rotklee auf den Sandböden sind auf Bodenart, hohen Kleeertragsanteil in der Fruchtfolge und Güllegaben zurück zu führen.

Rotklesorten im Vergleich: Auf 6 Standorten hatte Ende 2017 der „Weiderotklee“ Pastor die höchsten Ertragsanteile. Auf dem Standort JUE fehlte zu diesem Zeitpunkt Rotklee fast schon vollständig. 3 Monate vorher war auch auf diesem Standort Pastor am stärksten. Die geringeren Ertragsanteile von Larus auf Betrieb DON sind wahrscheinlich auf das Auftreten von Stängelbrenner zurück zu führen.

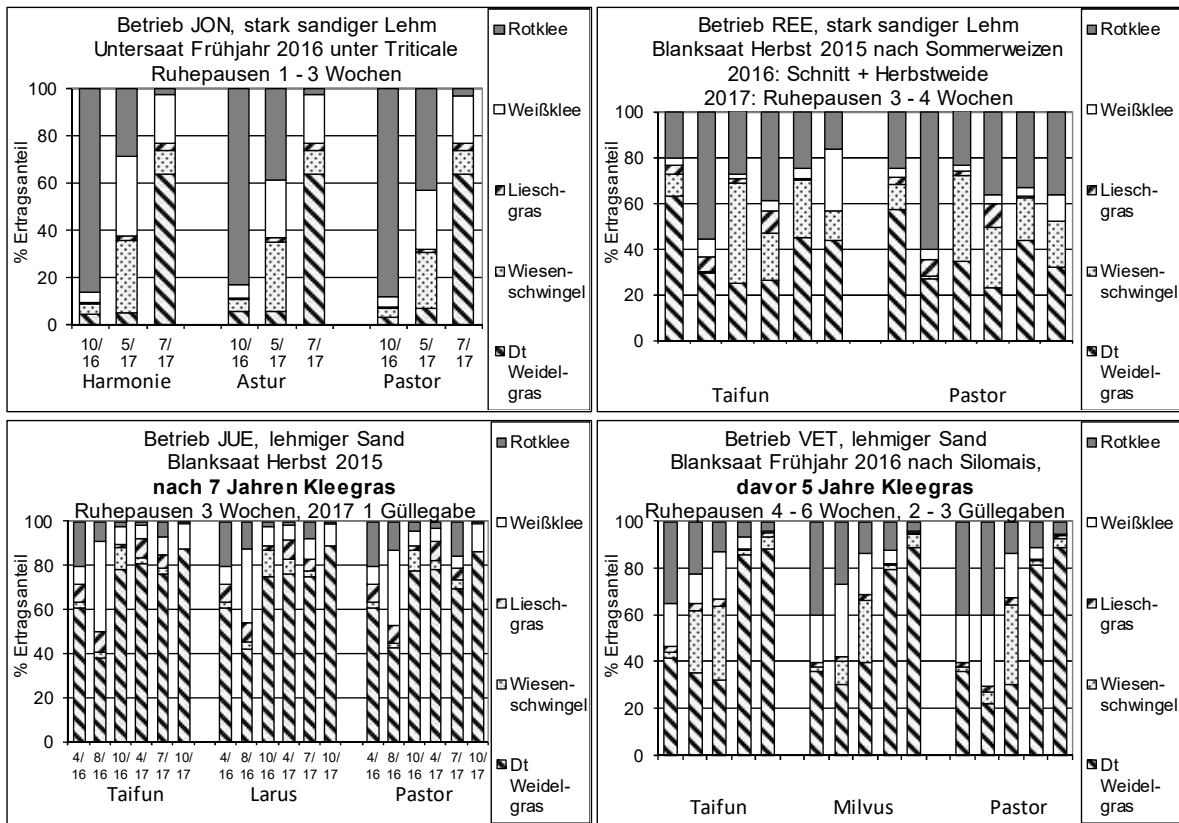


Abb. 3: Ertragsanteile von Rotklesorten unter reiner Umtriebsweide auf verschiedenen Standorten im Norddeutschen Raum.

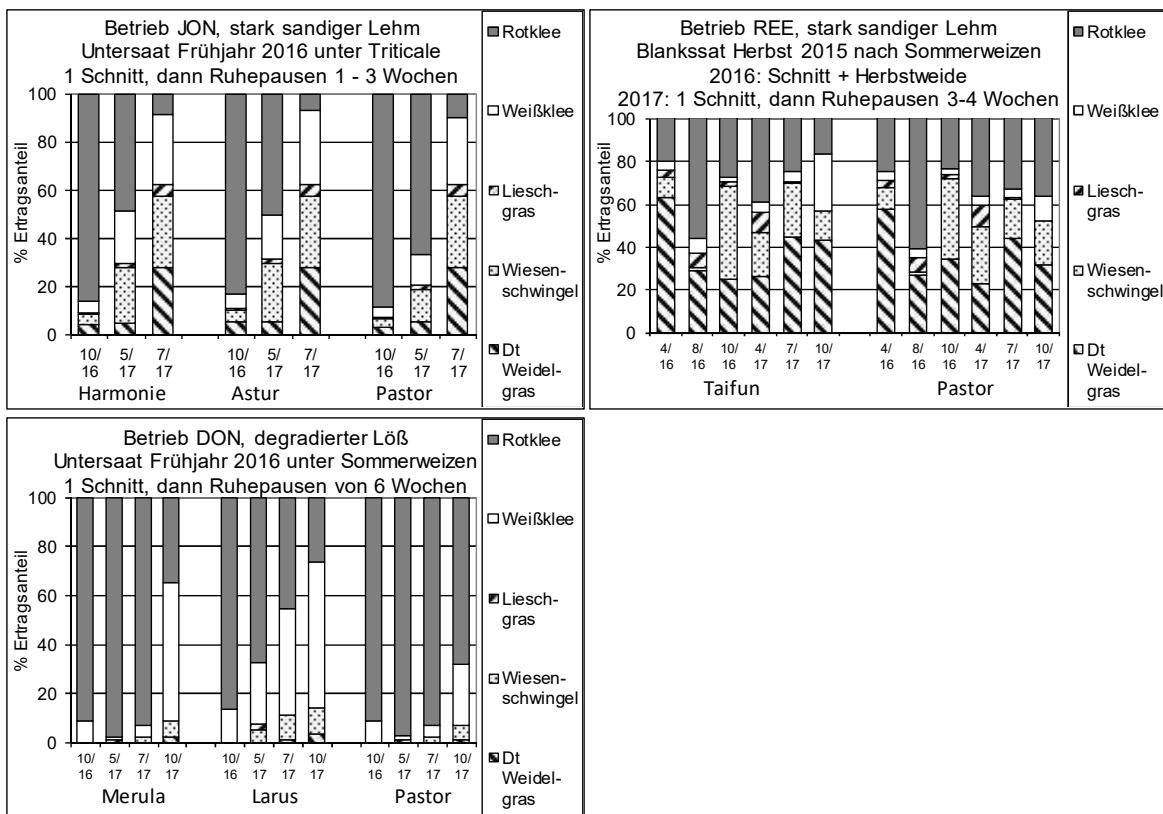


Abb. 4: Ertragsanteile von Rotkleesorten unter Mähweide (1 Schnitt, danach Umtriebsweide) auf verschiedenen Standorten im Norddeutschen Raum.

Fazit

Bei Umtriebsweide, mit längeren Ruhepausen zwischen den Auftrieben, kann sich Rotklee meist mit höheren Ertragsanteilen halten. Ausnahme: auf Sandboden, in engen Fruchtfolgen und nach Güllegaben. Die „Weiderotkleesorte“ Pastor scheint für Umtriebsweide besonders gut geeignet. Bei intensiverer Beweidung (kürzere Ruhepausen) ging der Ertragsanteil der getesteten Rotkleesorten stark zurück.

Unter Kurzrasenweide gingen die getesteten Sorten incl. der „Weiderotkleesorte“ Pastor innerhalb der ersten 2 Monate auf einen Ertragsanteil von 2 – 8 % zurück. Zu prüfen bleibt, inwieweit andere Rotkleesorten sich besser halten können oder inwieweit mit Öko-Typen, die in manchen Betrieben auch unter Kurzrasenweide hohe Ertragsanteile bilden, gezüchtet werden kann.

Zur Bonitur: Zwischen Weiderest und abgefressenem Bestand muss unterschieden werden: Im Weiderest konnte sich Rotklee auf Lehmboden bis zum Ende des 2. Hauptnutzungsjahres mit 20 % Ertragsanteil halten, im abgefressenen Bestand waren es dagegen maximal 5 % (Abb. 2).

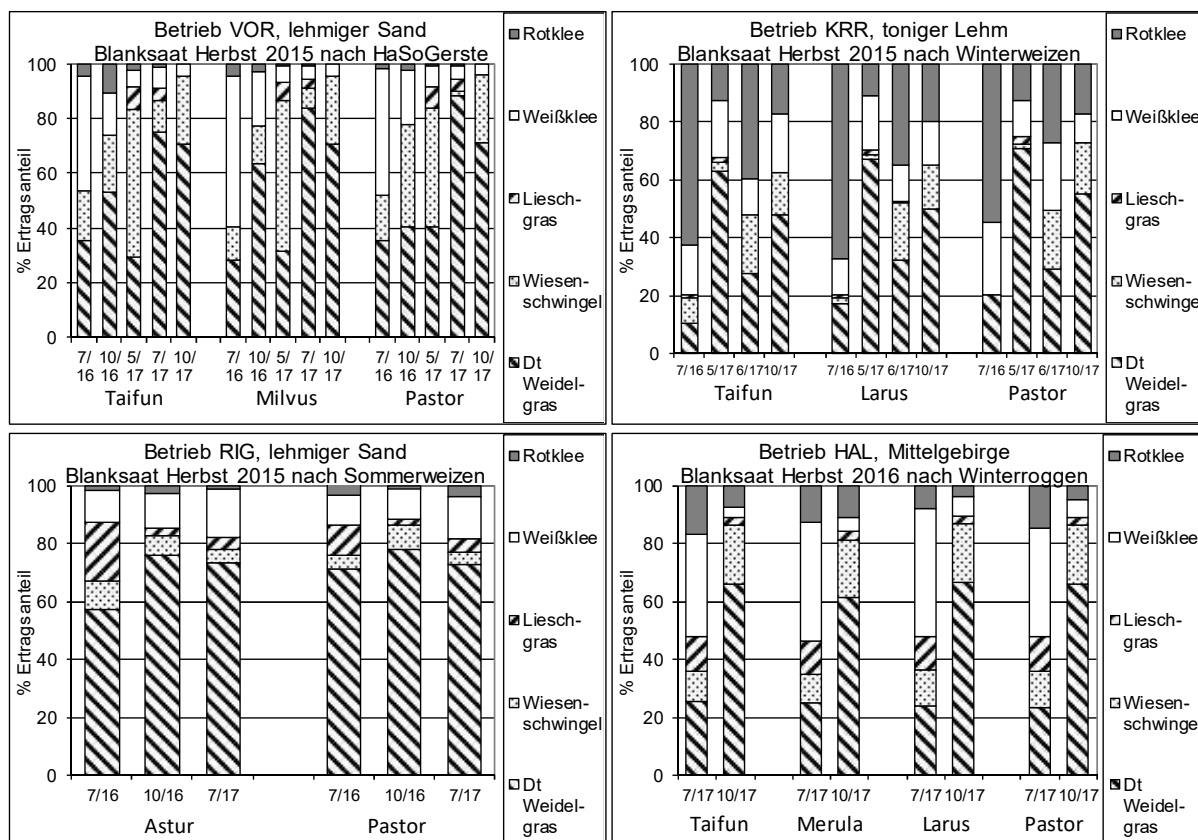


Abb. 2: Ertragsanteile von Rotkleearten in Weideresten unter Kurzrasenweide auf verschiedenen Standorten im Nordwestdeutschen Raum.

Literatur

LEISEN, E. (2004): Entwicklung von Rotklee gras bei Schnitt- und Weidenutzung. Versuchsbericht Leitbetriebe Ökologischer Landbau 2004. *Tagungsband* 2004, 203–206. www.oekolandbau.nrw.de/fileadmin/redaktion/pdf/projekte_versuche/leitbetriebe_2004/Bericht_2004/50_Rotklee gras_Weidenutzung_FB_04.pdf

LEISEN, E. (2018): Vergleich von Klee gras-, Luzerne- und Kräutermischungen auf Öko-Milchviehbetrieben 1997–2017. *Broschüre*. www.oekolandbau.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/Betriebe/Leitbetriebe/2018/Bericht_Mischung n_EL_Maerz2018.pdf

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

Der Einfluss der Nutzungshäufigkeit auf die Ertragsleistung von Klee grasbeständen mit und ohne Kräuteranteil - eine 4-jährige Feldstudie

H. LORENZ, R. LOGES, C. KLUß UND F. TAUBE

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

hlorenz@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

In intensiven Rotationsweidesystemen werden Reinbestände aus Deutschem Weidelgras (Dt. Wg.) bzw. dessen Gemenge mit Weißklee (WK) favorisiert um qualitativ hochwertiges Weidefutter in ausreichenden Mengen zur Verfügung zu stellen. Alternativ dazu können jedoch auch Vielartengemenge, die zusätzlich zum Dt. Wg. mehrere Leguminosen- oder Kräuterarten beinhalten, eingesetzt werden. Bisherige Studien, die sich mit dem Vergleich artenarmer und –reicher Bestände auseinandergesetzt haben, führten zu unterschiedlichen Resultaten. Sowohl in Beweidungs- als auch in Schnittversuchen wurden positive aber auch negative Effekte einer höheren Artenzahl auf den Trockenmasse (TM)-Ertrag festgestellt.

Es wurde über vier Jahre hinweg ein Feldversuch zur Untersuchung des Effektes von Bestandeszusammensetzung und Nutzungsfrequenz auf die Ertrags- und Zuwachsleistungen von Klee grasbeständen durchgeführt. Dabei wurde die Hypothese getestet, dass unter norddeutschen Anbaubedingungen, mit kräuterreichen Beständen, die eine höhere Artendiversität bieten, gleiche TM-Erträge und Zuwachsraten realisiert werden können wie mit empfohlenen Standard-Klee grasmischungen.

Material und Methoden

Der Versuch wurde auf dem Versuchsgut für ökologischen Landbau „Lindhof“ der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel in den Jahren 2014 bis 2017 durchgeführt. Die Jahresdurchschnittstemperatur an diesem Standort beträgt 8.8°C, der durchschnittliche Jahresniederschlag 769 mm. Die Durchschnittstemperatur variierte während der Versuchsjahre (10,6°C in 2014, 9,8°C in 2015, 9,6°C in 2016, 9,7°C in 2017) ebenso wie die Niederschläge, die in den Jahren 2015 und 2017 besonders hoch ausfielen (905 mm in 2014, 999 mm in 2015, 796 mm in 2016, 1029 mm in 2017). Die Bestände wurden jeweils im Vorjahr in Wintertriticale-Bestände untergesät. Die Versuchsanlagen der Einzeljahre wanderten mit der Betriebsfruchtfolge über verschiedene Schläge. In jedem Versuchsjahr wurde das erste Hauptnutzungsjahr beprobt.

Der Versuch wurde als randomisierte Spaltanlage mit den zwei Faktoren (1) Saatmischung und (2) Nutzungshäufigkeit in vier Wiederholungen angelegt. Die Versuchsfaktoren sowie die dazugehörigen Faktorstufen sind in den Tabellen 1 (Nutzungshäufigkeit) und 2 (Saatmischung) dargestellt. Die verwendeten Saatmischungen waren eine regionale, an häufige Nutzung angepasste, Klee grasmischung (M_1) sowie eine Vielartenmischung (M_2). Die drei Nutzungshäufigkeiten waren 4-5 (nach 6-7 Wochen), 8 (nach 4 Wochen) und 11 (nach 3 Wochen) Nutzungen pro Jahr. Die Nutzungshäufigkeiten wurden gewählt um ein Rotationsweidesystem simulieren und mit einer in der Region üblichen 4-(5)-Schnitt-Nutzung zur Futterkonservierung vergleichen zu können.

Tab. 1: Nutzungsfrequenzen der simulierten Beweidung und der Siloschnitte

Nutzungsfrequenz	Nutzungshäufigkeit	Abk.
3-wöchig	11	3W
4-wöchig	8	4W
6-7-wöchig	4-5	6-7W

Die Parzellen wurden unterteilt um ein System von Schnittserien in Anlehnung an Corral und Fenlon (1978) zu erhalten. Dies erlaubte in den 3- und 4-wöchigen Systemen eine wöchentliche Beprobung während jede Teilparzelle nur im vorgegebenen Rhythmus (nach 3 oder 4 Wochen) beerntet wurde. Zur Probenahme wurde auf einer Fläche von 0,25 m² der Aufwuchs oberhalb einer Wuchshöhe von 5 cm von Hand geerntet. Das Probenmaterial wurde nach Arten fraktioniert und bei 58°C für 48 h getrocknet um den Ertragsanteil zu bestimmen.

Für die statistische Auswertung wurde ein lineares gemischtes Modell mit den Faktoren Saatmischung, Nutzungshäufigkeit und Jahr, sowie allen Wechselwirkungen, verwendet.

Tab. 2: Zusammensetzung der Saatmischungen M₁ und M₂.

Art	Sorte	Saatstärke (kg/ha)	
		M ₁	M ₂
Dt. Weidelgras (<i>Lolium perenne</i>)	Delphin	20	10
Rotklee (<i>Trifolium pratense</i>)	Atlantis	6	3
Weißklee (<i>Trifolium repens</i>)	Vyoscan	3	1,5
Hornschotenklee (<i>Lotus corniculatus</i>)	Lotanova	-	5
Zichorie (<i>Cichorium intybus</i>)	Spadona	-	2
Kleiner Wiesenknopf (<i>Sanguisorba minor</i>)	Burnet	-	2
Spitzwegerich (<i>Plantago lanceolata</i>)	"Wildtyp"	-	1,5
Wiesenkümmel (<i>Carum carvi</i>)	Volhouden	-	2
Gesamt		29	27

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse des vierjährigen Versuches (Tab. 3) zeigen, dass der Faktor Saatmischung keinen Effekt auf den Gesamt-TM-Ertrag hatte. Zwar zeigte sich aufgrund der Beimischung von Futterkräutern und Hornschotenklee (HK) bei gleichzeitiger Reduzierung der Saatstärke von Dt. Wg., Rotklee (RK) und WK in M₂ eine andere Ertragszusammensetzung als in der einfacheren Kleegrasmischung, eine Reduktion des Ertrages wurde jedoch in allen beobachteten Jahren und Nutzungshäufigkeiten nicht beobachtet (Abb. 1). Ein positiver Effekt der Vielartenmischung auf den TM-Ertrag wie er bspw. von Goh und Bruce (2005) beobachtet wurde, konnte nicht nachgewiesen werden. Der Faktor Nutzungshäufigkeit hatte einen sign. Einfluss auf den Gesamtertrag, nicht jedoch auf einzelne Arten. Die höheren Erträge in der 6-7W-Nutzung im Vergleich zur 3W- und 4W-Nutzung im Jahr 2014 bestätigten die Annahme, dass sich eine längere Zwischennutzungszeit positiv auf den Gesamt-TM-Ertrag auswirkt (z.B. Chestnutt et al., 1977).

Tab. 3.: Signifikanzen der Effekte aller Faktoren und Wechselwirkungen auf die TM-Erträge. Die Signifikanzlevel waren: $p > 0.05$ = nicht signifikant (n.s.), $p < 0.05$ = *, $p < 0.01$ = **, $p < 0.001$ = ***

	Gesamt	Kräuter	Dt. Wg.	RK	WK
Jahr	***	*	***	***	***
Nutzungsh.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Saatm.	n.s.	n.s.	**	***	n.s.
Jahr : Nutzungsh.	n.s.	*	**	n.s.	n.s.
Jahr : Saatm.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Nutzungsh. : Saatm.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Jahr : Nutzungsh.: Saatm.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Bei Betrachtung der einzelnen Arten zeigt sich, dass die Saatmischung signifikante Effekte auf das Dt. Wg. und den RK hatte. Das Dt. Wg. wies in M_2 in zwei Versuchsjahren in der 3W-Nutzung und in einem Versuchsjahr in den 3W- und 4W-Nutzungen niedrigere Erträge auf, in zwei Versuchsjahren konnte es die reduzierte Aussaatstärke vollständig kompensieren. Der RK wies in einem Versuchsjahr in der 3W- und 4W-Nutzung sowie in zwei weiteren Versuchsjahren in der 3W-Nutzung geringere TM-Erträge in M_2 auf. Die Ertragsdifferenz betrug jedoch ebenso wie beim Dt. Wg. stets weniger als 50%, was darauf hindeutet, dass sich beide Arten in M_2 besser etablieren und größere Einzelpflanzen entwickeln konnten. Dahingegen zeigte der WK keine Ertragsminderung aufgrund der reduzierten Aussaatmenge, sondern konnte diese durch Stolonenbildung vollständig kompensieren. Im zweiten Versuchsjahr zeigten sich unter zwei Nutzungshäufigkeiten höhere WK-Erträge im Vergleich zu M_1 . Im dritten Versuchsjahr 2016 erschwerten ungünstige Witterungsbedingungen (Trockenheit) im Aussaatjahr 2015 die Etablierung des RK, sodass in nahezu allen Faktorkombinationen geringere TM-Erträge als in den anderen Versuchsjahren auftraten.

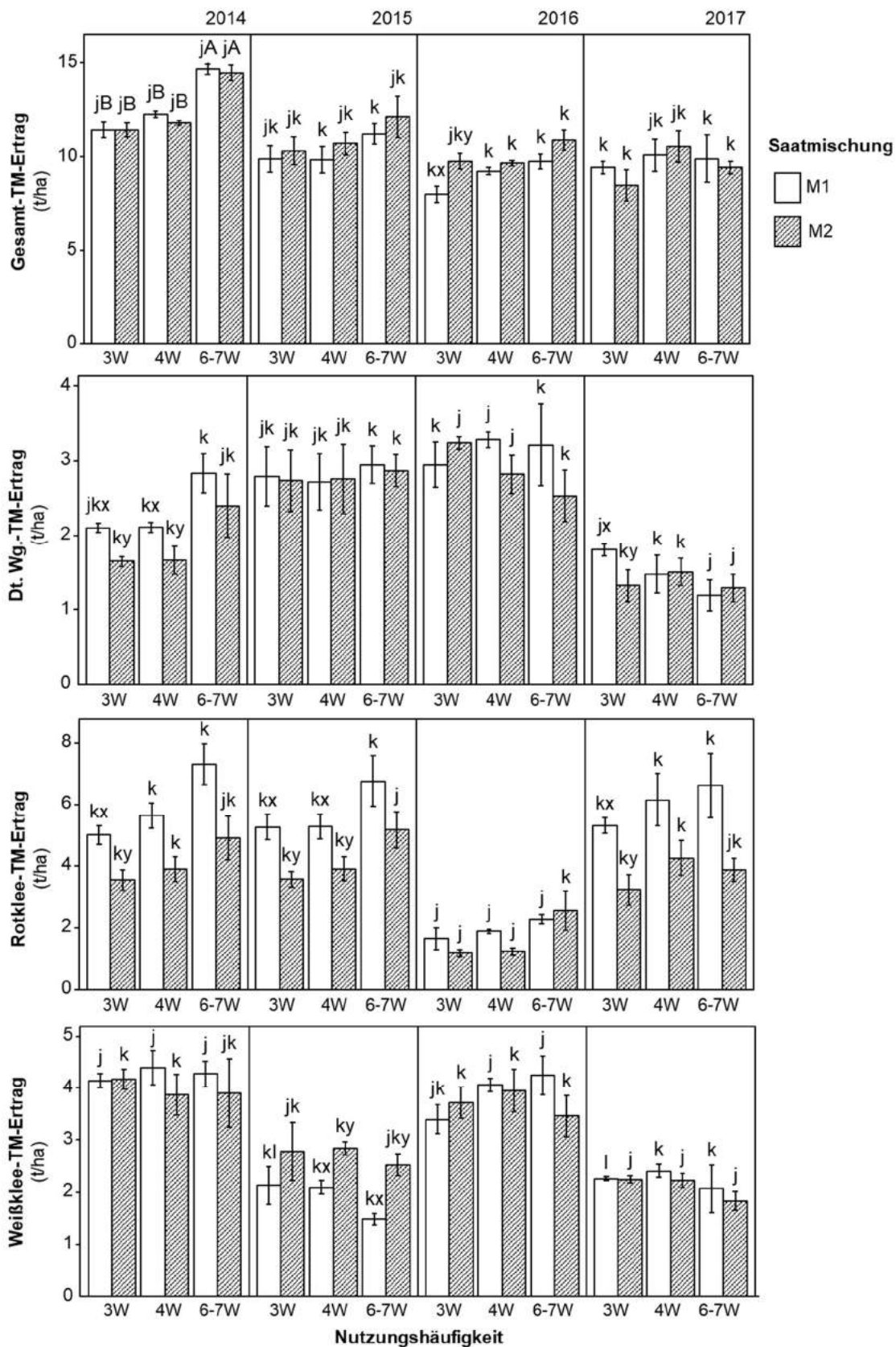


Abb. 1: Gesamt- Dt. Wg.- RK- und WK-TM-Erträge beider Saatmischungen M₁ und M₂ unter den Nutzungshäufigkeiten 3W, 4W und 6-7W. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Nutzungshäufigkeiten (A, B), Saatmischungen (x, y) und Jahren (j, k, l).

Auf die Kräuterfraktion, bestehend aus Zichorie, Spitzwegerich, Kleinem Wiesenknopf und Kümmel, wies das Versuchsjahr einen sign. Effekt auf, ein Effekt der Nutzungshäufigkeit zeigte sich nur innerhalb eines Versuchsjahres. Unabhängig von der Nutzungshäufigkeit wiesen die Kräuterarten Kleiner Wiesenknopf (\bar{x} 0,023 t/ha TM) und Kümmel (\bar{x} 0,032 t/ha TM) nur geringe TM-Erträge auf. Die gute Etablierung von Zichorie und Spitzwegerich im Gemischtbestand bestätigte hingegen die Beobachtungen von Barry (1998) und Stewart (1996). Eine Übertragung der Ergebnisse auf ein Weidesystem ist jedoch nur eingeschränkt möglich, da neben der Nutzungsfrequenz auch die Trittwirkung und der selektive Fraß der Tiere die TM-Erträge beeinflussen können. Kleen *et al.* (2011) bspw. verglichen auf demselben Standort binäre Gemenge bestehend aus einer Leguminosenart (WK, RK, HK) und Dt. Wg. und fanden keine Ertragsunterschiede bei häufiger Schnittnutzung, während unter Beweidung sowohl das Gemenge mit RK als auch das mit HK geringere Erträge im Vergleich zum WK-Gemenge aufwiesen.

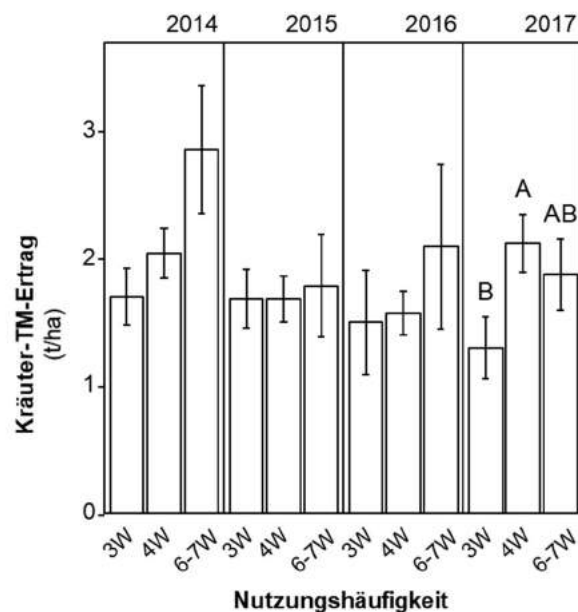


Abb. 2: TM-Erträge der Kräuterfraktion (Zichorie, Spitzwegerich, Kleiner Wiesenknopf, Kümmel) in Saatmischung M₂ unter den Nutzungshäufigkeiten 3W, 4W und 6-7W. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Nutzungshäufigkeiten (A, B) und Jahren (j, k, l).

Schlussfolgerungen

Die Reduzierung der Aussaatmengen von Dt. Wg., RK und WK bei gleichzeitiger Beimischung von Futterkräutern und Hornschotenklee führen zu keinen Ertragseinbußen. Geringere RK-Erträge können vor allem durch die Kräuter Zichorie und Spitzwegerich ausgeglichen werden während der WK eine geringere Aussaatstärke vollständig durch Stolonenbildung kompensieren kann. Eine höhere Artenvielfalt im Kleeerasanbau muss nicht auf Kosten des Ertrages gehen.

Literatur

- BARRY, T.N. (1998): The feeding value of chicory (*Cichorium intybus*) for ruminant livestock. *J. Agric. Sci.* <https://doi.org/10.1017/S002185969800584X>
- CHESTNUTT, D.M.B., MURDOCH, J.C., HARRINGTON, F.J. & BINNIE, R.C. (1977): The effect of cutting frequency and applied nitrogen on production and digestibility of perennial ryegrass. *Grass Forage Sci.* 32, 177–183.

CORRALL, A.J. & FENLON, J.S. (1978): A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. *J. Agric. Sci.* 91, 61–67. <https://doi.org/10.1017/S0021859600056628>

GOH, K.M. & BRUCE, G.E. (2005): Comparison of biomass production and biological nitrogen fixation of multi-species pastures (mixed herb leys) with perennial ryegrass-white clover pasture with and without irrigation in Canterbury, New Zealand. *Agric. Ecosyst. Environ.* 110, 230–240. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.04.005>

KLEEN, J., TAUBE, F. & GIERUS, M. (2011): Agronomic performance and nutritive value of forage legumes in binary mixtures with perennial ryegrass under different defoliation systems. *J. Agric. Sci.* 149, 73–84. [https://doi.org/DOI: 10.1017/S0021859610000456](https://doi.org/DOI:10.1017/S0021859610000456)

STEWART, A. V. (1996): Plantain (*Plantago lanceolata*) – a potential pasture species. *Proc. New Zeal. Grassl. Assoc.* 86, 77–86.

Einfluss der hydrologischen und geochemischen Bedingungen auf die Ionenkonzentration im Grundwasser von Niederungsgrünland

C. MERZ. UND J. PICKERT

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

juergen.pickert@zalf.de

Einleitung und Problemstellung

Je nach Reproduktionsphase ist in der Futterration ein bestimmter Bereich der DCAB (Diätetische Kationen Anionen Bilanz) einzuhalten. In der DCAB werden je nach Berechnungsmethodik K-, Na-, S-, Cl-Ionen, ggf. auch Ca-, Mg- und P-Ionen berücksichtigt. Im praktischen Landwirtschaftsbetrieb werden im Grünlandaufwuchs (Weidegras, Grassilage) sehr unterschiedliche Gehalte an diesen Ionen festgestellt, die in sehr unterschiedlichen, z.T. extremen DCAB Werten einzelner Futtermittel resultieren. Über die Rationsgestaltung muss die DCAB der Gesamtration wieder ausbalanciert werden. In Grünlandaufwüchsen aus Niedermoorgebieten wurden extreme DCAB-Werte festgestellt. Die Ursachen sind bisher nicht untersucht (Staufenbiel, 2016; Engelhard *et al.*, 2017).

Niederungsgebiete besitzen ein hohes Stoffrückhaltepotenzial in der Landschaft. In den Sedimenten mitteleuropäischer Niederungsgebiete wurden erhebliche Mengen geogener und anthropogener Stoffe festgelegt. Die räumliche Verteilung von Stoffkonzentrationen im Grundwasser pleistozäner Niederungsgebiete hängt dabei primär von den lokalen Heterogenitäten des Bodens (Substrat und Struktur), der Vegetation, dem Wasserhaushalt und den geochemischen Milieubedingungen in der gesättigt/ungesättigten Zone ab. Kleinräumige Konzentrationsmuster der Nährstoffe P, N, (K, Mg) sind zusätzlich vom Düngungsregime abhängig und anthropogenen Ursprungs. Die Nährstoffverteilung im Boden und im Grundwasser könnte demnach zu einem gewissen Teil über das Flächenmanagement kontrolliert bzw. gesteuert werden. Anders verhält es sich, wenn hohe Konzentrationen von Salzen (NaCl) geogenen Ursprungs im Grundwasser vorhanden sind. So ermöglichen lokal begrenzte aufsteigende salinare Wässer – typisch für pleistozäne Niederungsgebiete Nordostdeutschlands – eine Anreicherung der Ionen bis in den Kapillarsaum und einen Transfer in den Grünlandaufwuchs.

Ziel des Projektes war es daher zu überprüfen, welchen Ursprung die hohen Konzentrationsgradienten von SO₄, Ca, Na und Cl unter den auf Niedermoor liegenden Grünlandflächen von Paulinenaue haben (primär anthropogen oder geogen) und ob die Stoffverteilungsmuster für die Region des Havelluchs typisch sind und darüber hinaus in weiteren Regionen relevant sein könnten.

Material und Methoden

Für die Charakterisierung der geochemischen Situation im Grundwasser wurden insgesamt 6 Grundwassermessstellen auf einer Grünlandfläche in der ZALF-Forschungsstation Paulinenaue monatlich von November 2014 bis April 2018 beprobt. Paulinenaue liegt im Havelländischen Luch, Land Brandenburg (52°68'N, 12°72'E, 28.5-29.5 m Geländehöhe, Jahresmitteltemperatur 9.2 °C, mittlerer Jahresniederschlag 534 mm). Die Messstellen wurden auf einer Grünlandfläche von ca. 250 x 250 m eingerichtet. Die Filtertiefe der Messstellen liegt zwischen 2 und 3 Meter unter Flur, d.h. die Proben wurden trotz einer Schwankung der Grundwasserstände von ca. 50-70 cm im Jahresgang aus der konstant gesättigten Zone entnommen. Darüber hinaus erfolgte parallel eine Beprobung von Oberflächenwasser an 3 Positionen der benachbarten Drainagegräben. Die geochemischen

Feldparameter Sauerstoffgehalt, pH-Wert, Leitfähigkeit, Temperatur und Redoxpotential wurden direkt im Durchfluss (Grundwasser) ermittelt. Die Säure- und Basenkapazität wurde im Gelände unmittelbar nach der Probennahme titrimetrisch bestimmt. Die Abtrennung der ungelösten Phase erfolgt nach der Probennahme über 0,22 µm Membranfilter. Für die Einzeluntersuchungen im Labor wurden folgende Parameter herangezogen:

Kationen: Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Ammonium.
Anionen: Sulfat, Sulfid, Chlorid, Nitrat, Phosphat
Summenparameter: DOC (Dissolved Organic Carbon), TOC (Total Organic Carbon),
CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf), SAK (Spektraler
Absorptionskoeffizient) 254 nm
Schwermetalle: Eisen, Mangan

Ergebnisse und Diskussion

Diese ersten Ergebnisse des Niederungsstandortes Paulinenaue zeigen, dass die Gehalte an den im DCAB Wert erfassten Ionen im Grundwasser und Bodenwasser sehr kleinräumig stark voneinander abweichen können. Sie lassen einen Zusammenhang zwischen den hydrologischen und geochemischen Verhältnissen sowie den damit verbundenen Stoffausträgen und den DCAB Werten des Grünlandes vermuten, der in der Bewirtschaftung der Grünlandstandorte eines Betriebes zu berücksichtigen ist. Stoffausträge sind das Resultat verschiedener hydraulischer und geochemischer Prozesse mit differenzierter Wirkung bzw. Rückkopplung auf die jeweiligen Steuergrößen. Insbesondere die landwirtschaftliche Nutzung hat vielfältigen Einfluss auf die Stoffausträge in die Gewässer. Einer detaillierten Beschreibung des geochemischen Milieus bzw. der geochemischen Prozesse im Boden und im Grundwasser kommt bei der Charakterisierung der Systeme eine Schlüsselrolle zu. Die Stoffdynamik in derartigen Systemen wird besonders über den mikrobiellen Abbau des organischen Materials gesteuert. Neben dem Parameter DOC sind das Redoxpotential, der pH-Wert und der HCO_3^- -Gehalt die wichtigsten Parameter zur Beschreibung der geochemischen Prozesse. Unter Berücksichtigung der redoxdominierten Stoffumsetzungsprozesse sind die Niederungsstandorte durchaus in der Lage, größere Mengen von Sauerstoff und Nitrat aus Nutzungseinträgen abzubauen. Die potenziellen Elektronendonatoren für diese Reaktion sind dabei sowohl in der flüssigen als auch an der festen Phase vorhanden. Schwefel und 2-wertiges Eisen liegen in den Niedermoorböden in großer Menge vor, da es sich um im anoxischen Milieu abgelagerte, fluviatile Feinsedimente handelt.

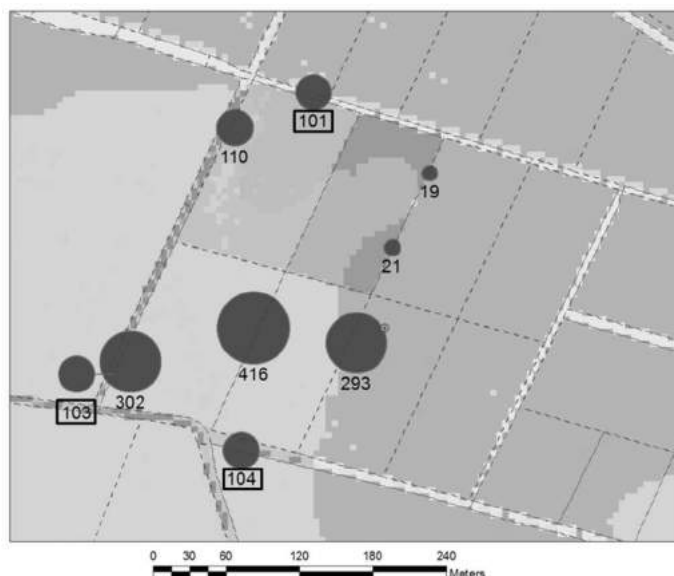


Abb 1: Stoffkonzentrationen an den Grabenmessstellen (umrahmte Werte) sowie den Grundwasser-Messstellen für Sulfat in mg/l für den Zeitpunkt August 2015.

Dieses System ist geochemisch aber nicht stabil bzw. die reduktive Pufferwirkung ist limitiert. Beispielsweise kann bei sinkenden oder stark schwankenden Grundwasserständen Sauerstoff in die vormals stark reduzierenden Aquifere eindringen und mit zunehmender Oxidation zu Sulfatfreisetzung führen. Die damit verbundene Pyritoxidation in den Böden und Sedimenten ist eine der Hauptquellen für Sulfat- und Eisenkonzentration im Grundwasser pleistozäner Niederungen. Die Prozessdynamik hängt sehr stark von den lokalen Redoxverhältnissen ab. Die Ergebnisse zeigen, dass diese auch bei einer kleinräumigen Auflösung eine hohe Variabilität aufweisen. Zu den einzelnen Beprobungsterminen konnten relativ große Unterschiede zwischen den Sulfatkonzentrationen an den 6 Grundwassermessstellen auf der Fläche nachgewiesen werden (Abb.1). Der Sulfatgehalt im Grabenwasser blieb relativ konstant. Die hohe Stoffvariabilität im Grundwasser kann mit der Verfügbarkeit des Sulfids zusammenhängen (sulfidische Mineralkomponenten in Form von Pyrit, oder als leicht zu oxidierendes Monosulfid), aber auch mit der kleinräumigen Heterogenität der Substratverteilung, verbunden mit einer variablen Sickerwasserdynamik.

Der Sickerwassereintrag kontrolliert wiederum den Eintrag von Sauerstoff und Nitrat und somit die Oxidationsdynamik in der ungesättigten Zone und im oberen Aquiferbereich. Diese Oxidation ist mit einer Protonenfreisetzung und damit mit einer Versauerung des geochemischen Milieus verbunden. In diesem Fall reagiert das System über das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht und Kalzit wird gelöst. D.h. der Ca (Mg)-Gehalt im Grundwasser zeigt eine hohe Abhängigkeit vom pH-Wert, aber damit auch vom Redoxwert. Diese Zusammenhänge sind auf der Versuchsfläche von Paulinenaue mit einer ausgeprägten Dynamik deutlich zu beobachten. Bemerkenswert ist dabei die hohe Stabilität der Messwerte über den Beprobungszeitraum. Die Sulfatgehalte schwanken nur in relativ geringem Maße (+/- 20 mg/l). In der Messstelle 6 (im Nordwesten der Versuchsfläche gelegen) konnte dagegen eine Reduzierung der Sulfatgehalte von September 2014 bis August 2015 von 518 mg/l auf 110 mg/l beobachtet werden. Bis September 2017 sank der Sulfatgehalt weiter auf 30 mg/l.

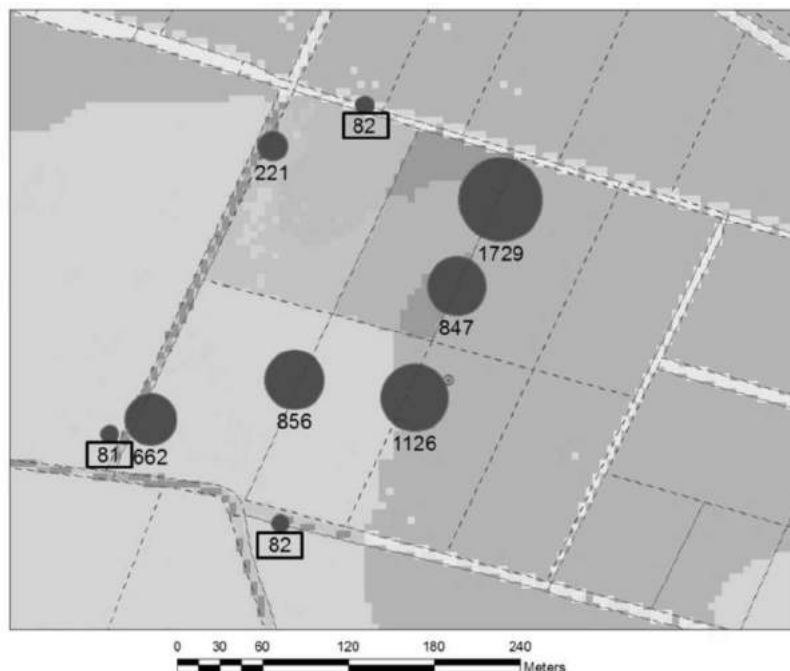


Abb 2: Stoffkonzentrationen an den Grabenmessstellen (umrahmte Werte) sowie den Grundwasser-Messstellen für Chlorid in mg/l für den Zeitpunkt August 2015

Der Ca-Gehalt verringerte sich in demselben Zeitraum von 280 mg/l auf 100 mg/l. Beide Veränderungen sind auf eine Wiederherstellung der reduzierenden Bedingungen mit einer

aktiven Sulfatreduktion zu erklären. Diese Entwicklung hat nur lokalen Charakter und gilt nur für diese Messtelle.

Gleichzeitig ist ein Prozess zu erkennen, der keine Redoxabhängigkeit zeigt. Hohe Cl- und Na- Gehalte im Norden der Fläche deuten auf eine Versalzungsproblematik hin (Abb. 2). Als anthropogene Quellen kommen Straßensalz und lokal hohe Düngemittelgaben in Frage, die in diesem Fall allerdings weniger wahrscheinlich sind bzw. ausgeschlossen werden konnten. Eher ist anzunehmen, dass geogen bedingte Versalzung von Grundwasserleitern durch einen Aufstieg salinärer Wässer im Bereich des gestörten bzw. lokal ausgeräumten Rupeltons diese Kontamination begünstigt. Lokale Fließverhältnisse bestimmen somit die heterogenen Salzkonzentrationen unter der Fläche. Diese regional durchaus bekannten Salzaufstiege sind lokal eng begrenzt und führen zu relativ kleinräumigen Konzentrationsmustern im Grundwasser. Die Muster könnten sich durch den kapillaren Aufstieg bis in die Vegetation durchpausen und den DCAB-Wert beeinflussen.

Schlussfolgerungen

In den Grünlandaufwüchsen pleistozäner Niederungsstandorte in Nordostdeutschland können hohe Stoffkonzentrationen durchaus geogen bedingt sein. Ursache sind große Stoffvorräte im Boden und in den Sedimenten. Aufgrund nutzungsbedingter, redoxdominierter geochemischer Prozesse können diese mobilisiert und von den Pflanzen aufgenommen werden. Gründe für die Mobilisierung hängen primär mit der Grundwasserstandsdynamik, mit der Verfügbarkeit des Schwefels, mit der Substratverteilung, mit der Sickerwasserdynamik sowie mit dem Nährstoffeintragen zusammen.

Die Stoffkonzentrationen variieren auf den Flächen sehr kleinräumig, zeigen aber eine relativ hohe zeitliche und räumliche Konstanz. Sie können somit, je nach Zuschnitte der Schläge im Niederungsgebiet, Grünlandaufwüchse mit recht unterschiedlichen Ionengehalten hervorbringen.

Darüber hinaus scheint eine standortspezifische Belastung durch aufsteigende salinärer Wässer im Bereich des gestörten bzw. lokal ausgeräumten Rupeltons eine Kontamination den Grundwasser mit Na und Cl zu begünstigen. Anthropogene Einflüsse sind hier allerdings nicht gänzlich auszuschließen.

Da der Grundwasseraufstieg über den Jahresverlauf einer z.T. großen Variation unterliegt, können die Aufwüchse einer Fläche pro Jahr aufgrund der unterschiedlichen Grundwasseraufnahme der Pflanzen unterschiedliche Ionenkonzentrationen aufweisen.

Aufschluss über die geogen bedingten Stoffkonzentrationen in den Grünlandaufwüchsen kann nur eine standortbezogene Analyse des Grund- und Bodenwassers in Verbindung mit der Analyse des Dünge- und Nutzungsregimes geben. Die Standortauswahl sollte systematisch erfolgen. Dabei ist vor allem die vertikale Grundwasserbewegung zu berücksichtigen.

Literatur

ENGELHARD, T., STAUFENBIEL, R. & MEYER, A (2017): Effekte variierender Kationen-Anionen-Bilanzen (DCAB) von Gesamtrationen mit hohen Anteilen an Rapsextraktionsschrot für laktierende Milchkühe auf deren Futteraufnahmen sowie auf Leistungs- und Stoffwechselfparameter. Vortrag Sitzung UFOP-Fachkommission Tierernährung am 18.05.2017 in Berlin

STAUFENBIEL, R. (2016): Der DCAB-Wert und seine Anwendung in der Rinderfütterung und Grünlandwirtschaft. Vortrag Kolloquium Paulinenauer Arbeitskreis am 08.03.2016 in Paulinenaue

Zeitliche Veränderung der Pflanzenartendiversität im beweideten Grünland des Ökolandbaubetriebs Gladbacherhof zwischen 1990 und 2017

²K. NELKE, ²D. JOLITZ, ¹P. STRÖDE, ²S. HARVOLK-SCHÖNING UND ²A. OTTE

¹Professur für Ökologischen Landbau mit dem Schwerpunkt nachhaltige Bodennutzung, Justus-Liebig-Universität Giessen, Karl-Glöckner-Strasse 21c, D-35394 Giessen

²Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung, Justus-Liebig-Universität Giessen, Heinrich-Buff-Ring 26 – 32, D-35392 Giessen

Peter.A.Stroede@agrar.uni-giessen.de

Einleitung und Problemstellung

Die Ziele hohe Milchproduktion und Biodiversität im Grünland beinhalten Zielkonflikte. Das Ziel energie- und proteinreichen Grundfutters wird über frühe und häufige Nutzungen erreicht. Gefördert wird dabei die vegetative Vermehrung regenerationsfähiger Arten, Arten mit generativer Vermehrung (v.a. Blütenpflanzen) verringern sich. Die organische Düngung führt zur Vereinheitlichung der Pflanzengesellschaften. Dieser Effekt ist im Ökolandbau geringer, hier führt die Limitierung der Düngung durch das Verbot mineralischer N-Düngung i.d.R. zu geringeren Grasanteilen und erhöhten Artenzahlen (Mayer et al., 2017). Das vorliegende Forschungsprojekt analysiert die Frage, welchen Einfluss eine Bewirtschaftung von Grünland nach Ökolandbaukriterien auf die Vegetation des Grünlandes und seine Pflanzenartendiversität hat.

Material und Methoden

Untersuchungsgegenstand ist das hofnahe Grünland des universitätseigenen Ökolandbaubetriebs Gladbacherhof auf einer Fläche von knapp 22 ha. Es handelt sich um Umtriebsweiden mit einer Mahd und organischer Düngung in den befahrbaren Lagen. Die Hanglagen werden lediglich beweidet. Die Beweidung erfolgt über 3 Std. täglich während der Vegetationsperiode. Die Pflanzenaufnahmen im beweideten Grünland beruhen auf einer Erstaufnahme im Jahr 1990 bei Einführung des Ökolandbaus und einer Wiederholungsaufnahme, die sich aus Teilaufnahmen in den Jahren 2016 und 2017 zusammensetzt. Aufgenommen wurde der Frühjahrsaspekt vor der Beweidung.

Ausgangspunkt für die vegetationskundliche Analyse ist das Gutachten von Kunzmann & Seehofer (1990). Es beruht auf einer repräsentativen Stichprobe von 125 Flächen von je 25 m² Größe, die einer Pflanzengesellschaft zugeordnet wurden (zumeist *Lolio-Cynosuretum* und *Arrhenatheretum medioeuropaeum*). Die räumliche Ausdehnung der Pflanzengesellschaften wurde kartografisch festgehalten. Kern der Probeflächenaufnahme waren Arten- und Ertragsanteile nach Klapp (Voigtländer, G., Voss, N., 1979). Die in Karten eingezeichneten Flächen wurden bei den Folgeaufnahmen aufgesucht und mittels GPS-Gerät georeferenziert.

In der Masterarbeit von Jolitz (2016) wurden in einer Auswahl von 50 Flächen der Vorinventur die Veränderung der Artenvielfalt, der Artenzusammensetzung und der Einfluss von Umweltvariablen auf die Vegetation im Zeitraum zwischen 1990 und 2016 untersucht.

In der Arbeit von Nelke (2017) wurden die Aufnahmen um 61 Flächen erweitert, so dass die Vegetationsentwicklung bei 111 von den ursprünglichen 125 Probeflächen dokumentiert werden konnte. Eine Bodenmischprobe diente der nach DIN 19746 (Nmin-Verfahren) vorgenommenen Bestimmung des Stickstoffgehaltes in Form von Nitrat (NO₃), Ammonium

(NH₄) und mineralischen Stickstoff (Nmin). Die Vegetationsdaten wurden mit dem Programm Turboveg digitalisiert und Stammdaten wie der Shannon Index, Richness und Evenness generiert, als auch die Zeigerwerte nach Ellenberg (1992). In die Auswertung einbezogen wurden auch die gemessenen Bodenanalysedaten.

Ergebnisse und Diskussion

Bei der Erstaufnahme durch Kunzmann/Seehofer (1990) konnten 364 Pflanzensippen festgestellt werden. Die Artenzahlen pro Probefläche variieren zwischen 11-51. Die Wiederholungsaufnahmen 2016 und 2017 zeigen Rückgänge von 49 Arten bei der Gesamtartenzahl und geringere Artenzahlen pro Probefläche (Abbildung 1). Hohe Verluste verzeichneten artenreiche Flächen, bei denen Magerkeits- und Feuchtezeiger reduziert und z.T. durch Ackerunkräuter oder Ruderalarten ersetzt waren. Ein deutlicher Rückgang der Artenzahlen der Gräser ist zu verzeichnen. Die soziologische Untersuchung ergab eine Veränderung des Arten- und Gesellschaftenspektrums, von Glatthaferwiesen hin zu Weidelgrasweiden (Nelke 2017).

Die Bodenanalysen der Stickstoffversorgung 2017 zeigen durchschnittliche Werte von 8,02 kg N/ha (Ammonium), 32,16 kg N/ha (Nitrat) und 40,12 kg N/ha (Nmin). Es konnte kein statistischer Zusammenhang zwischen den N-Gehalten und der Artenvielfalt festgestellt werden, wenngleich eine Tendenz zu geringen Artenzahlen bei hoher N-Versorgung bestand (Nelke 2017).

Die Bodenfeuchte ist im Jahr 2017, wie schon 1990, noch ein wichtiger Umweltfaktor für die Artenzusammensetzung, hat aber in seiner Bedeutung abgenommen. Dafür haben besonders die Bedeutung des Boden-pH-Wertes und des Stickstoffgehaltes im Boden für die Artenzusammensetzung zugenommen.

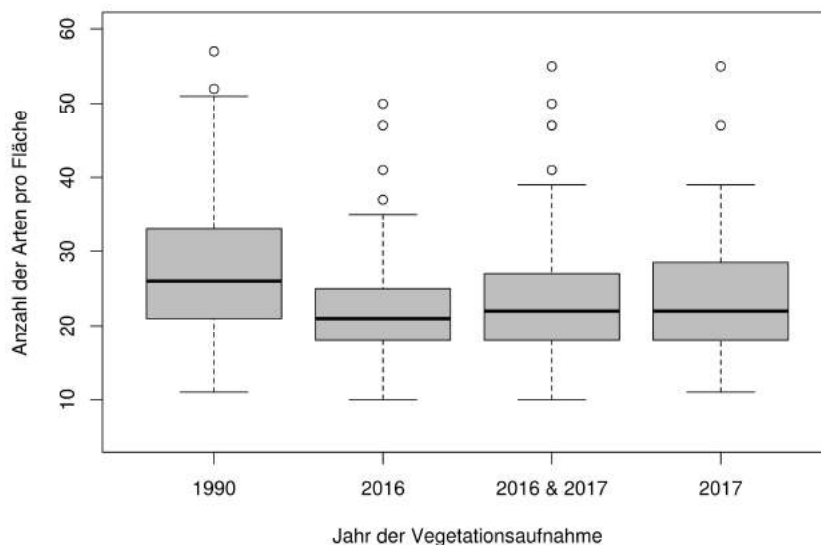


Abb. 1: Veränderung der Artenzahl bei Erst- und Folgeinventur (Nelke, 2017).

Schlussfolgerungen

Der vorliegende Befund zeigt, dass auch unter den Bedingungen des Ökolandbaus im beweideten Grünland ein deutlicher Rückgang der Pflanzenartenvielfalt zu verzeichnen ist, der mit einer Veränderung der Pflanzengesellschaften einhergeht. Die These eines Artenrückgangs durch hohe N-Werte im Oberboden wurde statistisch nicht bestätigt, ist aber tendenziell ersichtlich. Die Auswertung der Zeigerwerte der Arten zeigt über die Zeitachse einen nachlassenden Einfluss der natürlichen Einflussfaktoren (Feuchte) auf die Artenzusammensetzung bei einer Verstärkung des anthropogenen Einflusses (Boden-pH,

N-Gehalt). Mit den vorliegenden Ergebnissen sind wichtige Ursachen für Vegetationsänderungen genannt. Bei der Herleitung des gesamten Wirkungskomplexes besteht weiterer Forschungsbedarf. Der vorliegende Datenbestand der Fallstudie bildet dafür eine gute Grundlage, und er eignet sich als Basis für ein dauerhaftes Monitoringsystem.

Literatur

ELLENBERG, H., (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa, Indicator values of plants in Central Europe. - Göttingen

JOLITZ, D., (2016): Wie beeinflusst Ökologischer Landbau die Artenzusammensetzung und Artenvielfalt in Wirtschaftsgrünland? - Eine Studie am Gladbacher Hof, Bachelorarbeit, Justus-Liebig-Universität Gießen

KUNZMANN, SEEHOFER, (1990): Vegetationskundliches Gutachten zu den Grünlandflächen auf dem Lehr- und Versuchsbetrieb für ökologischen Landbau, Gladbacher Hof. – Gießen

MAYER F., KUHN G. & HEINZ S. (2017): Das Grünland des Ökologischen Landbaus in Bayern, Ergebnisse aus dem Grünlandmonitoring Bayern, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

NELKE, K. (2017): Vegetationskundliche Untersuchung von Wirtschaftsweiden am Beispiel des Gladbacherhofs, Bachelorarbeit, Justus-Liebig-Universität Gießen

VOIGTLÄNDER, G. & VOSS, N., (1979): Methoden der Grünlanduntersuchung und –bewertung, Verlag Eugen Ulmer

Potentiale der Ansäuerung von Wirtschaftsdüngern zur Emissionsminderung von Ammoniak:

Erste Ergebnisse aus dem EU-Projekt Baltic Slurry Acidification

^{1,2} S. NEUMANN, ²T. REINSCH, ²C. KLUß, ³A. HERRMANN UND ²F. TAUBE

¹ Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig –
Holstein, Hamburger Chaussee 25, 24220 Flintbek

² Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, Hermann-Rodewald Str. 9, 24118 Kiel

³ Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Landwirtschaftszentrum Eichhof,
Schlossstraße 1, 36251 Bad Hersfeld

sneumann@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

In Deutschland sind mit Ausnahme von Ammoniak die Emissionen aller Luftschadstoffe seit 1990 rückläufig, lediglich Ammoniakemissionen zeigen einen ansteigenden Trend (UBA, 2017). Europaweit werden dem landwirtschaftlichen Sektor dabei 80 % der Ammoniakemissionen zugeschrieben (Petersen et al., 2012), in Deutschland stammen gar 95 % der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft. 40 % davon entstehen bei der Ausbringung von organischen Nährstoffträgern (Haenel et al., 2016). Ammoniakemissionen bedeuten nicht nur einen entgangenen Düngernutzen für die landwirtschaftliche Produktion. Durch ihre vielfältigen, indirekten und direkten negativen Umweltwirkungen, ihre Gesundheitsrelevanz für den Menschen (Lelieveld et al., 2015; Spirig und Neftel, 2006; Mosier, 2001) und ihre Wirksamkeit als indirekt wirksames Klimagas (Ferm, 1998; Mosier, 2001) sind Ammoniakemissionen darüber hinaus auch aus gesellschaftlicher Sicht in höchstem Maße unerwünscht und es besteht daher dringender Handlungsbedarf eine Trendwende in der Entwicklung des Emissionsverlaufes einzuleiten. Deutschland hat sich daher im Rahmen der NERC-Richtlinie dazu verpflichtet, die Emissionen bis 2030 um 29 % zu reduzieren (UBA, 2016).

Ansäuerungstechniken sind seit 2003 in Dänemark als ammoniakemissionsmindernde Technologie in der landwirtschaftlichen Praxis etabliert (Fangueiro et al., 2015). Etwa 20 % der applizierten Gülle wird hier vor oder während der Applikation angesäuert (Jacobsen, 2015). Zudem ist die Technologie seit Februar 2017 in der EU als eine der besten verfügbaren Techniken (BvTs) für die NH₃ - Emissionsminderung in der intensiven Schweinehaltung anerkannt (Durchführungsbeschluss (EU) 2017/302). Durch Ansäuerung von Gülle oder Gärresten mit hoch konzentrierter Schwefelsäure kommt es zu einer Verschiebung des Dissoziationsgleichgewichtes zwischen NH₃ zu NH₄⁺ zugunsten von NH₄⁺, das Potential für Ammoniakemissionen wird so reduziert und mehr Ammoniumstickstoff steht im Wirtschaftsdünger für die Pflanzenernährung zur Verfügung (Sommer und Hutchings, 2001). Da die Technologie der Gülleansäuerung außerhalb Dänemarks jedoch bisher keinen Einzug in die landwirtschaftliche Praxis gefunden hat, hat sich das Projekt „Baltic Slurry Acidification“ (BSA) zum Ziel gesetzt, die Praktikabilität und Effizienz der Gülle- und Gärrestansäuerung während der Applikation unter Norddeutschen Bedingungen zu prüfen sowie ihre Verbreitung zu fördern, um so einen Beitrag zu einer effektiven Emissionsminderung zu leisten.

Material und Methoden

Um die Effizienz der Ansäuerung hinsichtlich der Ammoniakemissionsminderung, den Trockenmasse- und Stickstoffträgen und den Einfluss auf Lachgasemissionen zu überprüfen wurden 2017 Feldversuche auf Dauergrünland in Schleswig-Holstein angelegt. Der Versuchsstandort liegt im Östlichen-Hügelland in unmittelbarer Nähe des Versuchsgutes Lindhof. Die Düngung auf dem 5-schnittigen, mindestens 15 Jahre alten Dauergrünlandbestand erfolgte mit Gärresten, die unmittelbar vor der Applikation mit Schwefelsäure von einem Ausgangs-pH-Wert von 8,7 auf einen pH-Wert von 5,5 bis 6 angesäuert wurden. Neben Gärresten und einer Kontrollvariante ohne Stickstoffdüngung wurden als mineralische Vergleichsvarianten Kalkammonsalpeter, Harnstoff sowie stabilisierter Harnstoff geprüft. Die Düngung erfolgte in vier Teilgaben Ammonium-N basiert (Tab. 1). Geprüft wurden drei Stickstoffstufen mit 120, 240 und 360 kg N/ ha. Nach jeder der vier Grünlanddüngungen wurde eine Messkampagne durchgeführt in der mittels Dräger-Tube-Methode (DTM), Pacholski, 2016 bis zu sieben Tage nach der Düngerapplikation mehrmals pro Tag Ammoniak gemessen wurde. Die Messungen erfolgten auf der mittleren Stickstoffdüngestufe. Um Düngungseffekte durch über Gärrest zugeführte Hauptnährstoffe (P, K) und insbesondere Schwefeldüngungseffekte durch die zugeführte Schwefelsäure (S) zu vermeiden erfolgte auf den nicht angesäuerten Varianten, auf den mineralisch gedüngten Parzellen sowie auf der Kontrolle eine mineralische Ausgleichsdüngung. Lachgasmessungen erfolgten das gesamte Jahr über wöchentlich über das „closed chamber“ Messverfahren nach Hutchinston und Moision, 1981. Aufgrund des erwarteten Anstiegs der N₂O Emissionen in den Tagen nach Düngerapplikation erfolgten jeweils im Anschluss an die Düngung an vier Tagen in der Woche Lachgasmessungen. Die Analysen der Proben erfolgten über die Gaschromatographie.

Das Versuchsdesign entsprach einer vollständig randomisierten Blockanlage mit vier Wiederholungen. Die Auswertung anhand eines Tukey Test (all-pairwise comparison) erfolgte mit der Statistiksoftware R 3.4.3.

Tab. 1: Stickstoffdüngung und Teilgaben des Grünlandversuches

Gesamt N (kg/ ha) (NH ₄ -N basiert)	Teilgaben (zum 1. Aufwuchs bzw. nach Schnitt)
120	60/40/20/0
240	90/60/60/30
360	120/100/100/40

Ergebnisse und Diskussion

In Abbildung 1 ist der kumulierte Trockenmassertrag pro Hektar über alle fünf Silageschnitte für das Versuchsjahr 2017 dargestellt.

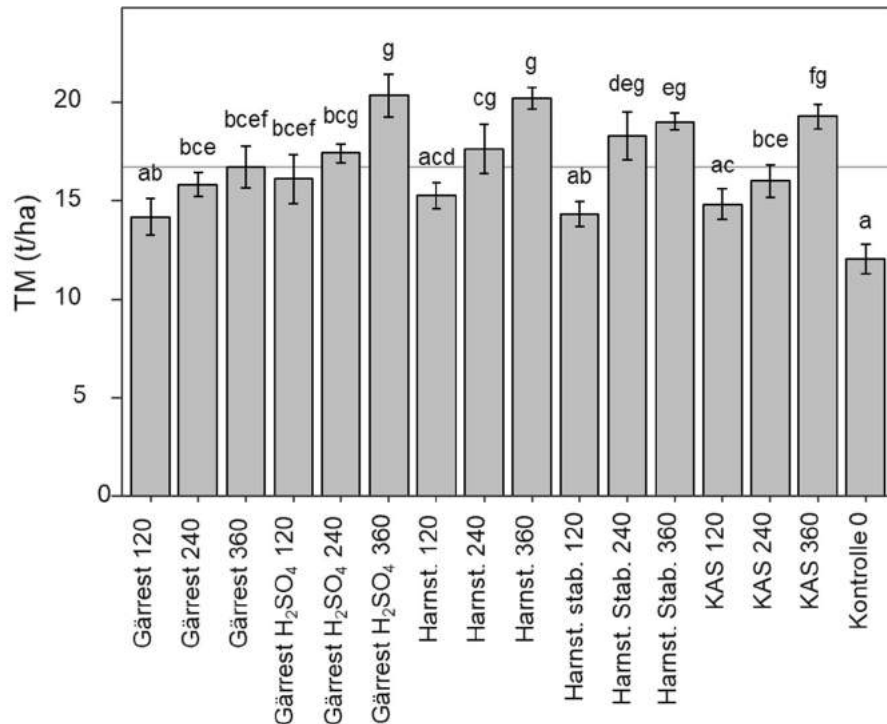


Abb. 1: Trockenmasserträge (TM dt/ha) im Versuchsjahr 2017 kumuliert über 5 Silageschnitte, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede.

Die Trockenmasserträge zeigten im Versuchsjahr 2017 ein allgemein hohes Ertragsniveau. Auf allen N – Stufen lagen die Erträge der angesäuerten Varianten über denen der nicht angesäuerten. Die Variante Gärrest H₂SO₄ 120 generierte vergleichbare TM Erträge wie die Variante Gärrest 360 ohne Ansäuerung und erzielte zudem die höchsten TM Erträge aller Varianten auf dieser N – Stufe. Gärrest H₂SO₄ 360 und Harnstoff 360 erzielten die höchsten kumulierten TM – Erträge aller getesteten Varianten. Dieses Ergebnis zeigt, dass der Mehrertrag der angesäuerten Varianten höchstwahrscheinlich nicht auf einen Schwefeldüngungseffekt der angesäuerten Gärrestvarianten zurückzuführen ist und die Ausgleichsdüngung auf den mineralischen Varianten sowie der Kontrolle erfolgreich war. Es ist davon auszugehen, dass durch die Ansäuerung die pflanzenverfügbare N – Menge durch eine Reduktion der NH₃ Emissionen erhöht wurde. Dieser Effekt wird insbesondere auf der niedrigsten N – Stufe deutlich, die einen entsprechenden Mehrertrag im Vergleich mit anderen Varianten auf dieser N – Stufe, generieren konnte. Auf der höchsten N – Stufe konnte dieser zusätzlich verfügbare Stickstoff nicht mehr in gleichem Maße in Ertrag umgesetzt werden. Zukünftige Analysen hinsichtlich des N – Ertrages werden Aufschluss über diesen Sachverhalt geben. Um die Effizienz der Ansäuerung hinsichtlich einer Emissionsminderung zu überprüfen wurde im Anschluss an jede Düngung NH₃ gemessen.

In Abbildung 2 sind die kumulierten Ammoniakverluste über alle vier Messkampagnen 2017, gemessen mit DTM, vergleichend dargestellt.

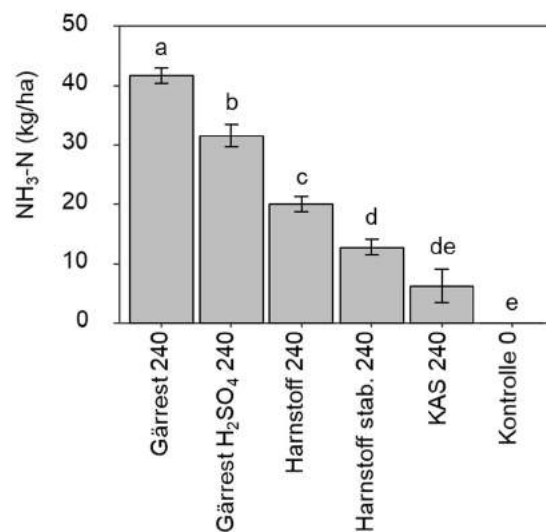


Abb. 2: Ammoniakemissionen kumuliert über vier Düngungen 2017 gemessen mit DTM, unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede.

Es wird deutlich, dass die Ammoniakemissionen durch eine Ansäuerung des Substrates von einem Ausgangs pH-Wert von 8,7 auf einen pH-Wert von 5,5 bis 6 signifikant, um etwa 10 kg/ha NH₃-N reduziert werden konnten. Diese Stickstoffmenge steht dem Grünlandbestand zusätzlich unmittelbar zur Verfügung und erklärt somit zum Teil die in Abb. 1 dargestellten höheren Trockenmassererträge der angesäuerten Gärrestvarianten. Andere Arbeiten (Fangueiro et al., 2015) zeigen vergleichbare oder stärkere NH₃ – Minderungen durch Ansäuerung. In weiteren Analysen muss der Stickstoffertrag analysiert werden, um eine abschließende Bewertung der Effizienzsteigerung durch Ansäuerung der Wirtschaftsdünger vornehmen zu können. Bei Betrachtung der kumulierten Ammoniakverluste für stabilisierten und nicht stabilisierten Harnstoff, ist erkennbar, dass NH₃ Emissionen durch eine Stabilisierung des Harnstoffs signifikant verringert werden können. Diese Betrachtung ist insbesondere vor dem Hintergrund der Düngeverordnung, 2017 wichtig, da ab 1. Februar 2020 Harnstoff nur noch durch einen Ureasehemmstoff stabilisiert ausgebracht werden darf, sofern er nicht innerhalb von vier Stunden eingearbeitet wird (Düngeverordnung, 26.05.17 (BGBl. I S. 1305).

Bei Betrachtung der in Abbildung 3 dargestellten kumulierten Lachgasverluste für das Versuchsjahr 2017 (Zeitraum: 01.03.2017 bis 31.01.2018), zeigt sich, dass die angesäuerten Gärrestvarianten im Vergleich zu den unbehandelten Varianten höhere Lachgasverluste aufwiesen. Ein möglicher Erklärungsgrund dafür könnten die durch die Ansäuerung reduzierten Ammoniakverluste sein, die den Anteil des verfügbaren Stickstoffs im Boden erhöhen und somit im Folgenden als Nitrat unter anderem auch für eine unvollständige Denitrifikation zur Verfügung stehen können. Ein weiterer Erklärungsansatz wäre eine durch die Säurezugabe beschleunigte Mineralisierung des organisch gebundenen Stickstoffes. Dieser würde dann zusätzlich der Pflanze aber auch für N₂O – bildende Prozesse zur Verfügung stehen. Weitere Analysen des Boden Nmin Wertes sowie des Stickstoffgehaltes des Erntematerials werden Aufschluss über diesen Sachverhalt geben.

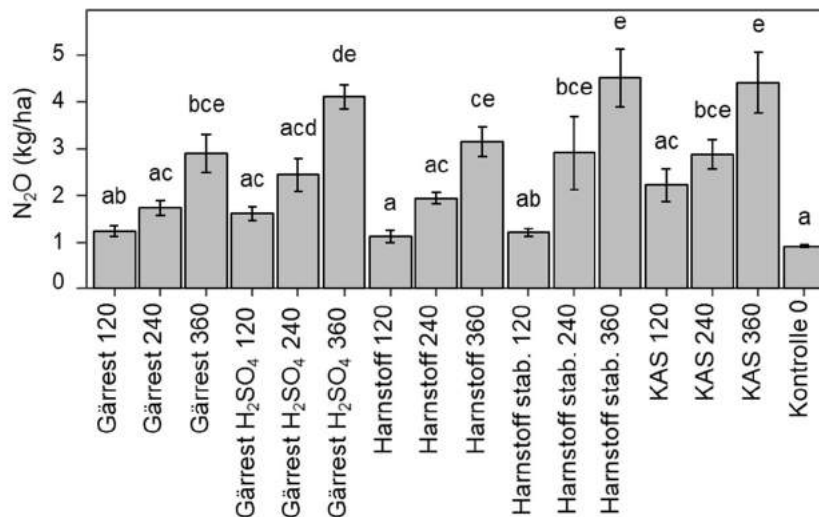


Abb. 3: Kumulierte N₂O Verluste (01.03.2017- 31.03.2018) in kg/ha gemessen mit "closed chamber" Method (Hutchinson und Moirer, 1981) unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede.

In allen Varianten zeigte sich, dass die Lachgasverluste mit einem Anstieg der Stickstoffzufuhr zunehmen. Bei steigenden Nitratmengen kommt es durch entsprechende Denitrifikationsprozesse bei unvollständigem Ablauf zur verstärkten Entstehung von N₂O. Entsprechend zeigt die Kontrolle ohne Stickstoffversorgung die geringsten Lachgasemissionen. Die höchsten N₂O Emissionen wurden beim stabilisierten Harnstoff und KAS in der Stickstoffstufe 360 kg N/ha gemessen.

Schlussfolgerungen

Erste Versuchsergebnisse aus dem Jahr 2017 zeigen, dass eine Ansäuerung von Gärresten mit Schwefelsäure eine effiziente Möglichkeit darstellt, Ammoniakemissionen bei der Ausbringung von Gärresten zu reduzieren. Weitere Analysen bezüglich der Stickstofferträge und die Auswertung des Versuchsjahres 2018, müssen bestätigen, dass durch Ansäuerung eine deutliche Steigerung der Stickstoffnutzungseffizienz zu erreichen ist. Deutliche Indizien dafür liefern bereits die erhöhten Trockenmasseerträge bei gleichzeitig signifikant verringerten NH₃ Emissionen, die mit Ansäuerung erzielt wurden. Auch der Einfluss auf Lachgasemissionen muss mithilfe der Ergebnisse des Versuchsjahres 2018 weitergehend analysiert werden.

Bereits die ersten Ergebnisse des Versuchsjahres 2017 bestätigen, dass Ansäuerungstechnologien neben anderen bodennahen Ausbringungstechniken ein weiteres wichtiges Instrument darstellen, um auf Ebene der Applikation NH₃ Verluste signifikant zu verringern und so mineralischen Stickstoffdünger einsparen zu können. Die Anwendungsbereiche dafür liegen insbesondere in stehenden Beständen oder auf Standorten, wo Injektionsverfahren nicht geeignet sind (z.B. Niederungsgrünland). Insbesondere hier hat die Ansäuerung Vorteile gegenüber anderen Verfahren und sollte nicht zuletzt auf Grund der enormen gesellschaftspolitischen Relevanz von Ammoniakemissionen aus dem landwirtschaftlichen Sektor, genutzt werden und vermehrt Eingang in die landwirtschaftliche Praxis finden.

Literatur

DÜNGEVERORDNUNG VOM 26. MAI 2017 (BGBl. I S. 1305):
https://www.gesetze-im-internet.de/d_v_2017/D%C3%BCV.pdf

DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS (EU) 2017/302:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=DE>

- FANGUEIRO, D., HJORTH, M. & GIOELLI, F. (2015): Acidification of animal slurry - a review. *Journal of Environmental Management*. 149:46-56.
- FERM, M. (1998): Atmospheric ammonia and ammonium transport in Europe and critical loads: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 51: 5–17.
- HAENEL, H-D., RÖSEMANN, C., DÄMMGEN, C., FREIBAUER, A., DÖRING, U., WULF, S., EURICH-MENDEN, B., DÖHLER, H., SCHREINER, C. & OSTERBURG, B. (2016): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990-2014. Nationaler Emissionsbericht 2016 für 2014. *Thünen Report 39*. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig.
- HUTCHINSON, G.L. & MOISIER, A. R. (1981): Improved Soil Cover Method for Field Measurement of Nitrous Oxide Fluxes. *Soil Science Society of America*. 45, 311-316.
- JACOBSEN, B.H. (2015): Why is acidification a success only in Denmark? - A look at emission effects, costs, handling and regulation. *Abstract for the Manuresource Conference Ghent* 3-4 December 2015.
- LELIEVELD, J., EVANS, J. S., FNAIS, M., GIANNADAKI, D. & POZZER, A. (2015): The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature*, Vol 525, 367-371.
- MOSIER, A. R. (2001): Exchange of gaseous nitrogen compounds between agricultural systems and the atmosphere. *Plant and Soil* 228, 17–27.
- PACHOLSKI, A. (2016): Calibrated Passive Sampling - Multi-plot Field Measurements of NH₃ Emissions with a Combination of Dynamic Tube Method and Passive Samplers. *Journal of Visualized Experiments*. 109, 1-15.
- PETERSEN ET AL. (2012), PETERSEN, S.O., ANDERSEN, A.J. & ERIKSEN, J., (2012): Effects of cattle slurry acidification on ammonia and methane evolution during storage. *Journal of Environmental Quality*. 41, 88-94.
- SOMMER, S. G. & HUTCHINGS, N. J. (2001): Ammonia emission from field applied manure and its
- SPIRIG, C. & NEFTEL, A. (2006): Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft und Feinstaub. *Agrar Forschung* 392-397.
- UMWELTBUNDESAMT, 2017 (UBA):
<https://www.umweltbundesamt.de/indikator-emission-von-luftschadstoffen>
- UMWELTBUNDESAMT, 2016 (UBA):
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland/ammoniak-emissionen#textpart-3>

The potential of dairy production in sub-Saharan Africa

^{1,2} J. K. NYAMEASEM, ¹T. REINSCH, ¹C. MALISCH UND ¹F. TAUBE

¹University of Kiel, Institute of Crop Science and Plant Breeding – Grass and Forage Science / Organic Agriculture, Kiel, Germany, ²Council for Scientific and Industrial Research—Animal Research Institute, Ghana

jnyameasem@gmail.com/jnyameasem@gfo.uni-kiel.de

Introduction

There is a rapid increase in aggregate consumption of milk globally because of rising income levels and this is causing people to diversify from starch-based diets to diets containing growing amounts of dairy and meat (Muehlhoff et al., 2013). The demand for milk and meat is projected to double over the next two decades in Africa also because of the faster rate of population growth, particularly in the East and West (Fig. 1).

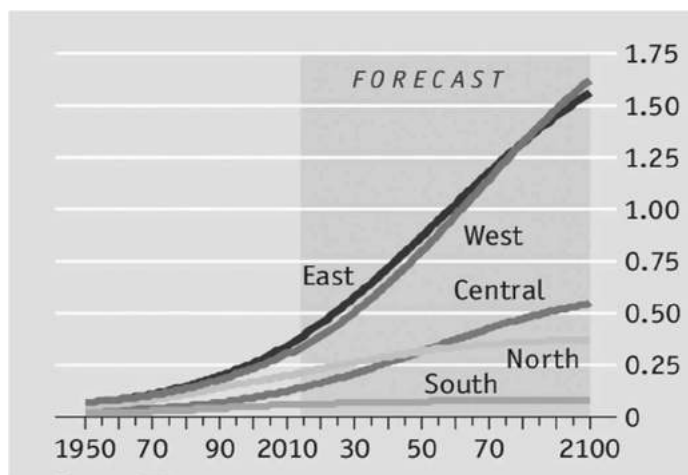


Fig. 1: Population trend of Africa (billion). Source: United Nations

The ability of agriculture to meet this growing demand for animal food products hinges on sustainable agricultural practices which must ensure food security, combat climate change and stimulate development of new markets. Due to its vast available resources, Africa has the potential for economic development and to supply food resources to the rest of the world. However, consistent and committed actions are required by stakeholders towards improving the investment climate, close the huge infrastructure gap, focus more on innovation as the primary driver of productivity, growth and competitiveness and develop institutional and human capital (Ndulu et al., 2007).

Milk consumption per capita in Africa is the lowest in the world because of limited access and affordability (Hill, 2017). Although dairy products are traditionally not a major part of many African diets, consumption has increased over the years. However, the continuous dependence on imported milk has discouraged local milk production and has led to increased cost of milk, putting milk consumption beyond the reach of the average African (Adewumi and Olorunnisomo, 2008). This paper discusses the importance, status and ways to improve the dairy sector of sub-Saharan Africa.

The potential impact of dairy production in sub-Saharan Africa (SSA)

Increased availability and consumption of milk in Africa could accelerate the achievement of the sustainable development goals 1 (no poverty) and goal 3 (good health and well-being for people). Stunting, which reflects the cumulative effects of poor maternal nutrition, poor diet and infections during the first two years of life, is prevalent in Africa (Muehlhoff et al.,

2013). Animal milk could therefore be used as a supplement to breast milk and as an additional protein source to children, hence reducing child malnutrition, especially in children less than 5 years old. Dairy consumption can translate into substantive reduction in national healthcare costs. Dairy intake ensures significant supply of a variety of macro and micro nutrients which improves metabolic health and muscular-skeletal health, and reduces dental caries, incidence of cardio-vascular diseases, hypertension and type-2 diabetes (Hill, 2017). Increased availability and consumption of milk could therefore have a positive impact on the health of both infants and adults on the continent.

More than 80 percent of the milk produced in SSA comes from small-scale dairy producers. When well developed, dairy farming could improve food security and provide employment and income to millions of smallholder farm-families. At larger scales of production, dairying could be an important source of employment in areas such as marketing, processing and retailing, providing partial or total income for players in the dairy chain. In Kenya, for instance, every 1000L of milk produced generated full-time employments for 77 people in milk production and 3 - 20 jobs in processing and marketing and provided an average income 1.4 times higher than the Kenyan per capita GDP (World Bank, 2003). The dairy sector generates year-round income, ensures higher labour productivity and promotes women empowerment (Hill, 2017). Undoubtedly, the dairy industry when developed, could make a great social impact on poverty alleviation, agricultural growth, combat malnutrition and increase the income levels of small-holder farm families in sub-Sahara Africa.

It is often said that the socio-economic benefits of dairying are attained at an ecological cost. It is worth noting, however, that over 77% of feed for dairy animals in SSA is human-inedible pastures and straws which grow in rangelands. Moreover, a higher proportion (52 - 67%) of farm-based greenhouse gas emissions from dairy farms is methane, a relatively shorter-lived gas compared to CO₂ (5-10%) (FAO, 2010; Hill 2017). Invariably, several examples across the globe have demonstrated that improvements in breeding, feeding and management systems could increase milk production with reduced animal numbers, improved biological efficiency and, consequently, reduced environmental footprint (Hill, 2017).

Status and trends of milk production in Africa

Majority of the world's low-income tropical livestock producers are in Sub-Saharan Africa and South Asia where dairy is produced in mixed crop- livestock systems, ranging from low-input, extensive grazing to more specialized intensive enterprises (McDermott *et al.*, 2010). Intensive systems are common in countries such as Sudan, Egypt, Kenya, South Africa and Algeria which are the top milk producing countries on the continent in terms of milk volume, producing about 52% of total African milk (Shittu *et al.*, 2008). Apart from southern Africa, where high outputs have been reported, the rest of Africa is struggling to meet the milk demand of their respective countries. Much of the milk produced from extensive system is for home consumption or for sale at local markets, with only 5% of milk produced sold through commercial markets (USAID, 2013).

Nevertheless, milk production on the continent has doubled from 1996 with major growth taking place in North Africa, Kenya and South Africa with the other countries in Sub-Sahara Africa experiencing high relative growth but from an extremely low level (PM Food and Dairy Consulting, 2014). Even though local production increased by 16.8% between 2005 and 2017 (1.5% per annum) (Fig. 2a), undoubtedly, due to increased number of milk cows by 27% (2.5% per annum), demand far outweighed supply. Meanwhile, milk output for 2018 has been estimated at 45.7 million tonnes, almost unchanged from 2016, with higher outputs in South Africa, Algeria and Tunisia that were largely offset by lower production in Sudan, Ethiopia, Somalia and Tanzania (FAO, 2018). Shittu *et al.* (2008) reported an average milk yield of 461kg ECM per cow, which was only one fifth of the world average yield. An analysis of milk yield data from 2006 – 2016 showed a decrease of 8.1% (an

annual decreasing rate of 0.74%) for Africa whereas Europe and the world saw an increase of 2% and 11%, respectively, with a decreased milk cow population of 6% in the case of Europe (Fig. 2c).

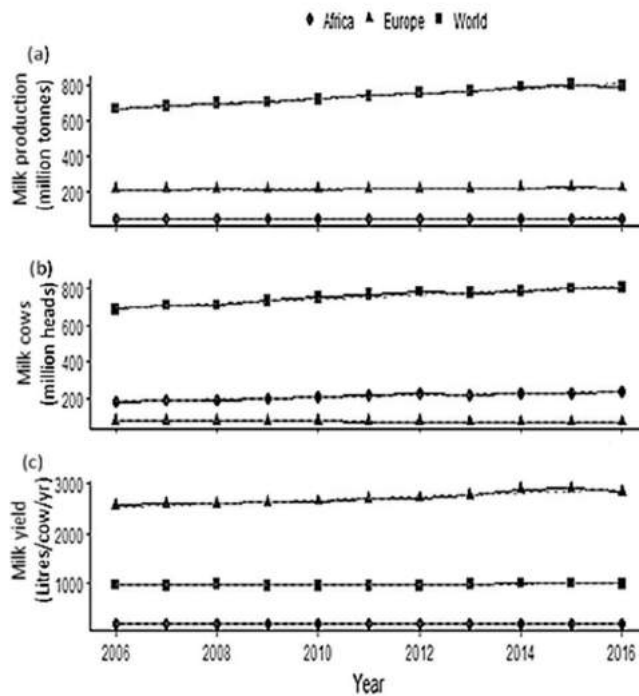


Fig.2: Changes in milk production (a), milk cow population (b) and milk yield in Africa compared with Europe and the world (2006 – 2016). Source of data: FAOSTATS (2018)

The decreasing trend in milk yield in Africa could be attributed to the negative impact of climate change on feed resources and animal performance (Hidoso and Guyo, 2017) since majority of dairying in Africa is weather-dependent, and probably, due to deterioration of genes responsible for milk yield. The low milk production by SSA has led to huge imports of milk and milk products by many countries to augment local supply (Fig. 3). With this development being exacerbated by continued climate change, measures are required to increase milk production drastically in SSA to meet the increasing demand.

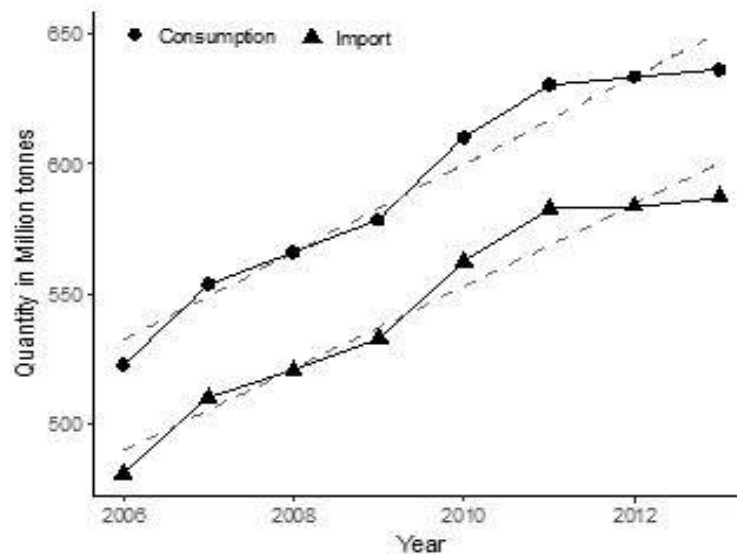


Fig. 3: Milk consumption and imports trends in Africa Source of data: FAOSTATS

Improving dairy production in SSA

It is suggested that the nature of the yield gaps in the dairy sector of Africa provides opportunities to increase production past the current attainable yields despite the constraints being faced by the dairy sector (Mayberry et al., 2017). However, the right policies, marketing systems and technical support are needed to stimulate development in the dairy sector of SSA (ILRI, 2003). One of the major setbacks to development in SSA's dairy sector is the large number of local breeds with low milk-yielding capacity. Milk productivity of these local breeds has been below 200 liters per cow per year against 12,500 liters in some developed countries (Davis Jr, 2018), although differences in production parameters exist. A study in one sub-Saharan country showed that almost all cattle were local breeds, with crossbred and exotic breeds such as Holstein-Friesian and Jerseys comprising only 1.3% of the national cattle herd (USAID, 2013). Replacing local livestock breeds with crossbred animals or exotic breeds is a plausible strategy to increase yield per cow. Selection of such productive breeds must be based on both economic and environmental considerations to ensure success.

Another challenge is the dominance of traditional systems for milk production which account for over 90% of dairy production in Sub-Saharan Africa (Olaloku and Debre, 1992). These smallholder dairy production systems vary significantly according to the location, agro-ecological zone and socio-economic conditions (Gizaw et al. 2016). More than 80 per cent of farms in SSA are less than two hectares in size (Lowder et al., 2016). The small size of farms and their low level of credit worthiness create difficulty for producers to access credit. It is suggested that smallholder farmers pool resources together through cooperative systems to ensure economies of scale, and consequently enhancing efficiency, productivity and market access. Banks could also assist in creating platforms to provide credit to dairy farmers and potential actors in the dairy value chain.

The major limitation to ruminant production in many tropical regions of Africa is poor nutrition. The productivity of animals is restricted by the low nitrogen and high fibre content of native grasses and crop residues which form the basis of the diets in these regions. The problem becomes aggravated during the dry season when pastures, cereal residues and maize stover are limiting in nutritional quality. Interventions such as improving livestock nutrition is, therefore, one effective strategy to improve milk yield and production. Communal grazing lands could be improved by reseeded of natural pastures with perennial herbaceous legumes to increase nitrogen supply to both soils and livestock and to ensure soil carbon sequestration. In more intensive production scenarios, nutrition could be improved by increasing the amount and quality of supplements offered to livestock and increasing the nutritive value of crop residues by growing improved cultivars with higher metabolisable energy content (Anandan et al., 2013).

Conclusion

The dairy industry has the propensity to create wealth for SSA; and governments of African countries must play a lead role in the transformation agenda. Investment in scientific research has been very low in sub-Saharan Africa, making it difficult for the development of home-grown technologies and policies to change the dynamics of dairying on the continent. With the continent already experiencing adverse impact of climate change, it is important to tackle the emerging issues of reducing feed quality and quantity, diseases and environmental stress which are known to adversely influence milk production. African governments must be committed to ensuring extension of transportation infrastructure to dairy production areas for quick transport of milk to processing facilities, ensure cheap and reliable energy supply to processing plants, subsidize transportation cost and stabilize fuel price. Governments should ensure that farmers have access to improved dairy breeds and pest and disease management strategies. Regulations and policies are needed to safeguard grasslands which are a major resource for the dairy industry. Proper grazing

management systems must be adopted to increase yields, ensure yield stability and enhance ecosystem services. The current wave of population growth, land shortage and increasing interest in production and consumption is expected to stimulate emergence of market-oriented dairy systems to ensure that sub-Saharan Africa derives the full benefits of dairy farming.

References

- ADEWUMI, O. O. & OLORUNNISOMO, O. A. (2009): Milk yield and milk composition of West African dwarf, Yankasa and crossbred sheep in southwest of Nigeria. *Livestock Research for Rural Development* 21(42). Retrieved May 27, 2018, from <http://www.lrrd.org/lrrd21/3/adew21042.htm>
- ANANDAN, S., KHAN, A.A., RAVI, D., RAO, M.S.B., REDDY, Y.R. & BLUMMEL, M. (2013): Identification of a superior dual purpose maize hybrid among widely grown hybrids in South Asia and value addition to its stover through feed supplementation and feed processing. *Field Crop Research* 153, 52–57.
- DAVIS JR, K. (2018): The Cash Cow of Africa – Dairy. The Islamic Corporation for the Development of the Private Sector. Accessed on 15.05.2018 at <https://www.africa.com/dairy-consumption-in-africa-part-1>
- FAO (2010): Greenhouse gas emissions from the dairy sector, A Life Cycle Assessment. Available from <http://www.fao.org/docrep/012/k7930e00.pdf>
- FAO (2018): Dairy Market Review. Available online at <http://www.fao.org/3/I9210EN/i9210en.pdf>. Accessed 05.05.2018.
- FAOSTAT (2018): Download data. [Online]. Available: <http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>
- GIZAW, S., MEGERSA, A., MULUYE, M., HOEKSTRA, D., GEBREMEDHIN, B. & TEGEGNE, A. (2016): Smallholder dairy farming systems in the highlands of Ethiopia: System-specific constraints and intervention options. LIVES Working Paper 23. Nairobi, Kenya: International Livestock Research Institute (ILRI).
- HIDOSA D. & GUYO M. (2017): Climate Change Effects on Livestock Feed Resources: A Review *Journal of Fisheries and Livestock Production* 5, 259. doi:10.4172/2332-2608.1000259.
- HILL, J. P. (2017): Assessing the overall impact of the dairy sector, 1–24. *Burleigh Dodds Science Publishing Limited*. <https://doi.org/10.19103/AS.2016.0005.43>
- ILRI (2003): Livestock, a pathway out of poverty: ILRI's strategy to 2010. Nairobi-Kenya
- LOWDER, S. K., SKOET J. & RANEY T. (2016): The Number, Size, and Distribution of Farms, Smallholder Farms, and Family Farms Worldwide. *World Development* 87, 16-29. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.10.041>
- MAYBERRY, D., ASH, A., PRESTWIDGE, D., GODDE, C. M., HENDERSON, B., DUNCAN, A., BLUMMEL, M., REDDY, Y. R. & HERRERO, M. (2017): Yield gap analyses to estimate attainable bovine milk yields and evaluate options to increase production in Ethiopia and India. *Agricultural Systems*, 155(March), 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.04.007>
- MCDERMOTT, J. J. STAAL, S. J. FREEMAN, H. A. HERRERO, M. & VAN DE STEEG, J. A. (2010): Sustaining intensification of smallholder livestock systems in the tropics. *Livestock Science* 130, 95-109
- MUEHLHOFF, E., BENNETT, A. & MCMAHON, D. (2013): Milk and dairy products in human nutrition. FAO, 2013. ISBN 978-92-5-107863-1.
- Ndulu, B.J., Lopamudra, C., Lebohang, L., Vijaya, R. & Wolgin, J. (2007): Challenges of African Growth: Opportunities, Constraints and Strategic Directions. *Unpublished thesis*. USA: World Bank.
- OLALOKU E. A. & DEBRE S. (1992): Research priorities for the development of appropriate feeding systems for dairy production in sub-Saharan Africa, In: Stares J, Said A and Kategile: The complementarity of Feed Resources for Animal Production in Africa. *Proceedings of the Joint Feed Resources Networks workshop held in Gaborone, Botswana 4-8 March 1991*.
- PM FOOD & DAIRY CONSULTING (2014): Dairy Markets in Africa - The Region of Opportunities in The Future. Available at <http://www.pmfood.dk/upl/9730/AFRICAINFORMATION1.pdf>
- SHITTU, A., JUNAIDU, A.U., CHAFE, U.M., MAGAJI, A.A., FALEKE, O.O., SALIHU, M.D., JIBRIL, A. & MAHMUD M.A. (2008): A survey on current milk production and pricing in Sokoto state, Nigeria. *Sokoto Journal of Veterinary Sciences* 7(1), 53-58.
- USAID (2013): Agricultural Growth Project - Livestock Market Development. Value Chain Analysis for Ethiopia. United States Agency for International Development of the United States Government.

Online-Suchdatenbank für „graue Literatur“ in der **praxisnahen**

Grünlandforschung: GrassCOPS

H.K. PAESEL UND J. ISSELSTEIN

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,
Abteilung Graslandwissenschaft, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

hpaesel@gwdg.de

Einleitung und Problemstellung

Seit Jahrzehnten ist die AGGF die wichtigste Plattform für anwendungsbezogene Grünlandforschung im deutschsprachigen Raum. Für die internationale Grünlandcommunity sind die im Rahmen der AGGF-Tagungsbände publizierten Inhalte jedoch teilweise schlecht auffindbar. Von den gängigen Literaturdatenbanken für wissenschaftliche Literatur werden die AGGF-Tagungsbandbeiträge nämlich nicht (z.B. Scopus, Web of Science inkl. Conference Proceedings Citation Index CPCI-S und CAB-Abstracts) bzw. nicht vollständig (Google Scholar) erfasst. Zwar sind alle Tagungsbände online als PDF-Dokument verfügbar, doch eine zielgerichtete Suche nach Beiträgen zu bestimmten Schlagworten, Themen oder anderen Merkmalen ist auf diesem Weg nicht oder nur eingeschränkt möglich. Ferner sind Kenntnisse in der deutschen Sprache notwendig.

Eine gesicherte Auffindbarkeit der Forschungsergebnisse über die gängigen Literaturdatenbanken ist nur dann gewährleistet, wenn sie auch außerhalb der AGGF international publiziert werden. Es ist anzunehmen, dass dies nur auf einen Bruchteil der AGGF-Forschungsbeiträge zutrifft. Im Web of Science, einer der wichtigsten Suchdatenbanken für wissenschaftliche Literatur, sind beispielsweise für den Zeitraum 1998-2017 nur drei Beiträge der drei häufigsten Erstautoren der AGGF-Tagungsbände auffindbar (Science Citation Index Expanded und Social Sciences Citation Index), obwohl jene Autoren im selben Zeitraum zusammen 64 AGGF-Tagungsbandbeiträge veröffentlicht haben. Von 25 zufällig ausgewählten AGGF-Artikeln aus dem oben genannten Zeitraum, wurden nur die Ergebnisse von 3 Studien auch im Web of Science wiedergefunden.

Die geringe Publikationsrate der Tagungsbandbeiträge hängt vermutlich damit zusammen, dass der Anreiz, ein arbeits- und zeitaufwendiges Reviewverfahren zu durchlaufen für viele Autoren eher gering ist, insbesondere wenn diese nicht in rein wissenschaftlichen Institutionen arbeiten. Zudem werden zahlreiche der auf Tagungen vorgestellten Untersuchungen für regionale Auftraggeber erstellt und sind deshalb lokalspezifisch, was bei den meisten internationalen wissenschaftlichen Journals nicht erwünscht ist. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Forschungsergebnisse per se für andere Regionen und Situationen unbedeutend sind.

Diese, am Beispiel der AGGF dargestellte Problematik, gilt für den ganzen europäischen Raum. Ähnliche Tagungen wie die AGGF werden auch in anderen Ländern abgehalten, z.B. die Vallkonferens in Schweden oder die Journées de printemps de l'AFPF in Frankreich. Der länderübergreifende Austausch von Untersuchungsergebnissen ist somit aufgrund schlechter Auffindbarkeit und Sprachbarrieren derzeit nur unter erschwerten Bedingungen möglich.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des EU-Projektes Inno4Grass mit dem Aufbau einer durchsuchbaren, englischsprachigen Onlinedatenbank für graue Literatur in den Grünlandwissenschaften begonnen, welche die oben genannten Probleme adressiert. Die Datenbank „GrassCOPS“ enthält aktuell über 1000 AGGF-Beiträge und soll einen Beitrag zur internen und internationalen Vernetzung der praxisorientierten Grünlandforschung leisten.

Material und Methoden

Die Erfassung der Tagungsbandbeiträge erfolgte nach einem im Vorfeld erarbeiteten fragenbogenartig aufgebauten Schema zur Inventarisierung und Kategorisierung. Die Inventarisierung beinhaltete neben der Erfassung von bibliographischen Angaben und formalen sowie inhaltlichen beitragspezifischen Merkmalen auch die englischsprachige Verschlagwortung sowie eine kurze Zusammenfassung der Kernaussage sowie innovativer Ansätze des Beitrages. Die Verschlagwortung, Zusammenfassungen sowie Kategorienzuordnungen erfolgten nach vorher festgelegten Richtlinien. Alle Daten wurden in eine online MySQL-Datenbank überführt, welche auf dem Server der Universität Göttingen gehostet wird und über ein eigens entwickeltes PHP-basiertes Abfrageformular durchsucht werden kann.

Ergebnisse und Diskussion

Die GrassCOPS-Datenbank ist unter der URL <http://grassland.uni-goettingen.de/> offen zugänglich und frei durchsuchbar (Abb. 1). Sie enthält aktuell 1118 Einträge, davon 1084 AGGF-Beiträge aus den Jahren 1996-2017. Die Jahre 1998-2017 sind vollständig inventarisiert.

GRASS COPS

Grassland conference proceedings

Paper search database

In our database we store information on papers from different grassland conference proceedings - both on **national and European level**. All papers are keyworded, categorised and shortly summarized (core message and potential innovations).

Use the search form to search for **grey literature** in the fields of grassland and forage production!

PS. If you are an author and you do not fully agree with our summary and keywords, then just send us a message and we will correct the database entry.

Text search

Search term 1: **Search for term 1**

All fields Title Keywords Author Core message Innovation

Search term 2: **Search for term 1 AND 2** **Search for term 1 OR 2**

All fields Title Keywords Author Core message Innovation

Category search

If several criteria are chosen, only papers are selected which fulfill all selection criteria. Choose your selection criteria and **press one of the search buttons above**.

Year(s)
Authors's Institutions are associated with one or more of the following functions
Source
Type of study
Grassland production system
Grassland type
Cutting or grazing?
Regional scope of study (if applicable)
Country of study (if applicable)
Federal state of study (only applicable in case of Germany)
Biogeographical study region (if applicable)
Explanatory variables (if applicable)
Outcome variables (if applicable)
Innovation potential

Abb. 1: Suchmaske mit text- und kategoriebasierter Suche, www.grassland.uni-goettingen.de

Es besteht die Möglichkeit zur textbasierten sowie kategoriebasierten Suche. Ebenfalls können Text- und Kategoriesuche miteinander kombiniert werden, um die Ergebnisse weiter einzugrenzen. Die Suchausgabeliste umfasst bibliographische Angaben, englischsprachige Schlagworte, Kurzzusammenfassungen und den Direktlink zum Beitragsband (Abb. 2).

Results
Number of search results: 47

Author	Title	Keywords	Year	Proceeding	Core message	Innovation	Weblink
M. Komainda, F. Taube, C. Kluß, A. Herrmann	Ertragsleistung und Umweltwirkungen von Winterzwischenfrüchten in einer Silomaiselbfolge unter den klimatischen Bedingungen Norddeutschlands	silage maize, yield, nitrate leakage, winter catch crop, northern Germany	2017	AGGF	Winter catch crops (seeding in second decade of september) like Lolium multiflorum and Secale cereale reduce NO3-emissions by conserving residual-N and reducing N-leakage. This is very important for areas the North-European lowland production areas with light, sandy soils.	Winter catch crops (seeding in second decade of september) like Lolium multiflorum and Secale cereale to reduce NO3-emissions of silage maize production.	http://www.ifl.bayern.de/mam/cms07/tpz/dateien/61_aggf_2017_alles.pdf
M. Elsässer, W. Wurth	Eignung von Mantel-Saatgut und Hochzuckergras im Vergleich zu handelsüblichen Nachsaatmischungen auf Ertrag und Qualitätsparametern bei Frühjahr- und Herbstnachsäen von Dauergrünland	reseeding, high sugar grass, coated seeds, forage yield, forage quality	2017	AGGF	Reseeding: reseeding in spring instead to favour Lolium perenne. Better establishment of high-sugar grasses. Coated seeds do not generally increase forage yield and quality.	Reseeding: reseeding in spring instead of autumn favors Lolium perenne. Better establishment of high-sugar grasses. Coated seeds do not generally increase forage yield and quality.	http://www.ifl.bayern.de/mam/cms07/tpz/dateien/61_aggf_2017_alles.pdf

Abb. 2: Beispielhafte Ausgabe der Suchtreffer, www.grassland.uni-goettingen.de

Es wurde ferner eine Synonymdatenbank für englische Begriffe hinterlegt, sodass automatisch auch nach synonymen Begriffen gesucht wird. Zum Beispiel werden bei Verwendung des Suchbegriffes „herbage“ automatisch auch die Begriffe „roughage“ und „forage“ berücksichtigt. Die Synonymdatenbank kann jederzeit geändert und erweitert werden.

Die Datenbank wird aktuell weiter ausgebaut, indem auch länger zurückliegende AGGF-Bände inventarisiert werden. Eine Ausweitung auf Tagungsliteratur auch aus anderen Ländern ist jederzeit möglich und wird mit den Inno4Grass-Partnern diskutiert. Das größte Hindernis sind derzeit die verfügbaren personellen Kapazitäten zur Dateneingabe.

Den Entwicklern der Datenbank ist bewusst, dass die Verschlagwortung, Kategorisierung und Zusammenfassung der Tagungsbandbeiträge zu einem gewissen Grad von der subjektiven Interpretation des Erfassers abhängt. Ebenso ist den Entwicklern bewusst, dass es unterschiedliche Möglichkeiten der Kategorisierung gibt und dass nicht jeder Beitrag hinreichend durch die existierenden Kategorien abgedeckt werden kann. Dennoch sind wir überzeugt, dass die Mehrheit der Beiträge durch unsere Methodik gut erfasst wird und die von uns entwickelte Suchfunktion die Auffindbarkeit praxisnaher Beiträge der Grünlandforschung deutlich verbessert.

Von den Organisatoren der AGGF sollte überlegt werden, in Zukunft von den Beitragsautoren Schlagworte und eine Zusammenfassung der wesentlichen Inhalte einzufordern. Dies würde die Attraktivität der Beiträge für die Leser, welche sich einen schnellen Überblick verschaffen wollen, steigern und eine Erfassung in der Datenbank erleichtern. Eine englischsprachige Zusammenfassung würde zudem die Auffindbarkeit der Beiträge auch auf anderem Wege - beispielsweise über Google Scholar - für internationale Nutzer erhöhen.

Modellierung von Zuwachsraten auf der Weide

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

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

tpeters@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

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

Material und Methoden

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

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

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

Zur Modellkalibration werden Daten benötigt, die die typischen Aufwuchskurven für definierte Bestandestypen beschreiben, um die Startwerte für die Koeffizienten W_{t-1} und rS

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

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

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

Ergebnisse und Diskussion

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

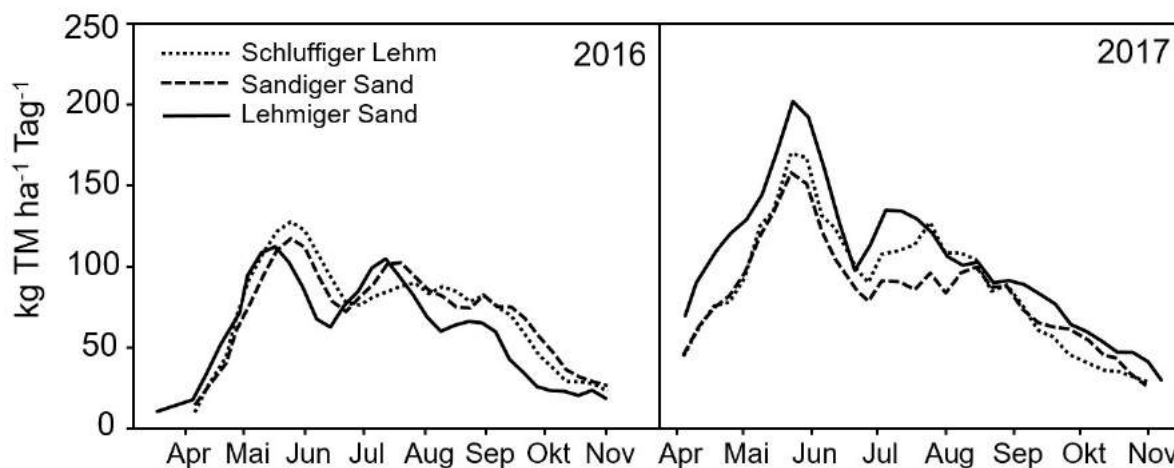


Abb. 1: Tägliche Wachstumsraten (kg TM ha⁻¹ Tag⁻¹) der intensiv beprobten und konventionell bewirtschafteten Flächen in 2016 und 2017 bei einer N-Düngung von 280 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹.

Abbildung 2 zeigt beispielhaft an einem Standort mit einer N-Düngung von 280 kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹ die simulierten Aufwüchse (Linien) und die auf der Weide gemessenen Erträge

(Punkte) über die Vegetationsperiode. Die Serien 1 - 4 ergeben sich aus der wöchentlichen Beprobung von 4-Wochen alten Beständen nach Corral & Fenlon (1978). Das Model FoPoQ zeigt auch für kurze Aufwuchsphasen, repräsentativ für die Bedingungen eines intensiven Rotationsweidesystems, hohe Übereinstimmungen mit den gemessenen Werten (Abb.3), so dass die Voraussetzungen zur Weiterentwicklung eines Beratungstools für Weidebetriebe gegeben sind.

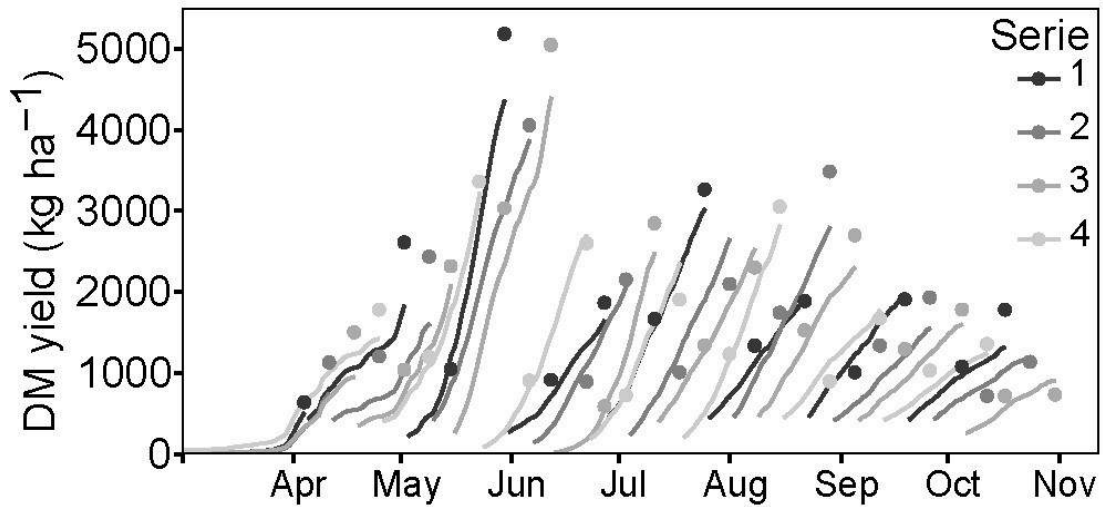


Abb. 2: Beispiel der mit FoProQ simulierten Aufwüchse (Linien) und gemessenen Erträge (Punkte) der Serien 1 bis 4 gemessen nach Corral & Fenlon (1978).

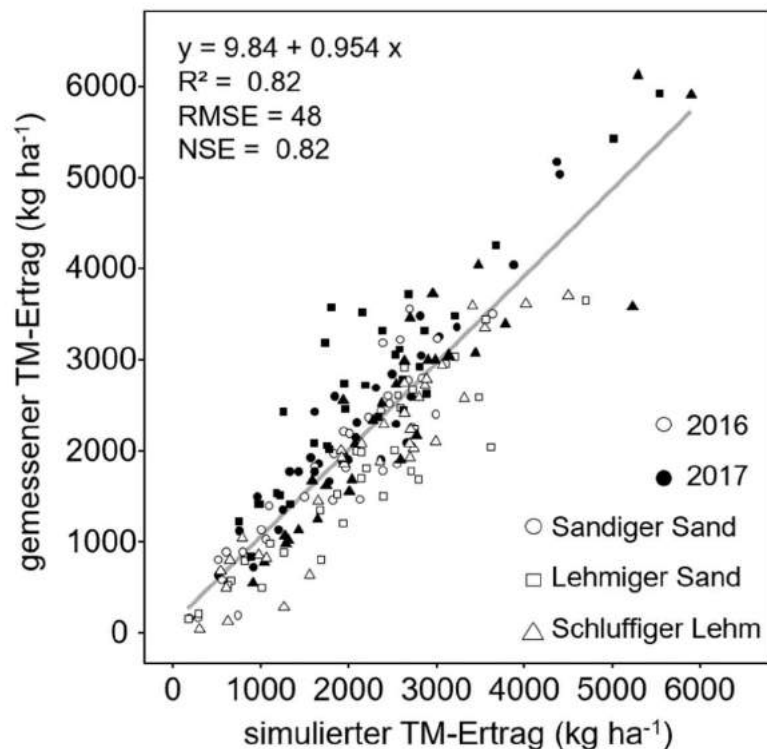


Abb. 3: Statistische Evaluation der FoProQ-Modellqualität zwischen simulierten und erhobenen Daten. Bewertung der Modellperformance mittels Bestimmtheitsmaß (R^2), Root mean squared error (RMSE) und Nash-Sutcliffe model efficiency (NSE)

Schlussfolgerungen

Die ermittelten Zuwachsraten und Jahreserträge auf der Weide unterstreichen das Standort-Potential Schleswig-Holsteins für die (Re-)Implementierung intensiver

Weidesysteme. Die Voraussetzung hierfür sind betriebsspezifische Parameter wie arrondierte Flächen, eine geeignete Tiergenetik sowie die Motivation des Betriebsleiters für ein systematisches Management der Weideflächen.

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

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

Literatur

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

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

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

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

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

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

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

Abgerufen am 28.05.2018

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

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

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

Kennnisstand und Einstellung zum Grünlandmanagement in pferdehaltenden Betrieben

A. SCHMITZ UND J. ISSELSTEIN

Georg-August-Universität, DNPW Graslandwissenschaft, von-Siebold-Str. 8,
37075 Göttingen

Anja.Schmitz@agr.uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Jüngste Schätzungen gehen davon aus, dass etwa 15-20% des Grünlands in Deutschland für Pferde bewirtschaftet werden (Schmitz und Isselstein, 2018). Neben der Relevanz in der Fläche wird auch die ökologische Bedeutung für den Grünlanderhalt wiederholt betont (Jouven et al., 2016; Schmitz und Isselstein, 2015; Schmitz et al. 2018). Pferde sind für ihren ausgeprägten Weideeffekt bekannt. Geringe Flächenverfügbarkeit und unangepasster Besatz, insbesondere in Kombination mit mangelnder Kenntnis zum Grünlandmanagement führen nicht selten zu überweideten Flächen mit geringer agronomischer wie ökologischer Wertigkeit (Jouven et al., 2016). Um diese unter Pferdebeweidung zu erhalten, bedarf es neben einer angepassten Besatzstärke vor allem guter Kenntnis seitens des Pferdehalters und eines sehr zielgerichteten Weidemanagements. Bislang liegen für Deutschland, abgesehen von regionalen Studien (Zasada et al., 2013), anekdotenhaftem Wissen und Beobachtungen in der Praxis, keine systematisch erhobenen Daten zur Art und Weise der Grünlandbewirtschaftung durch Pferdehalter sowie ihrem Kenntnisstand vor. Diese Informationen sind jedoch grundsätzlich notwendig, sollen Wissenstransfer und Beratung zu einer nachhaltigeren Gestaltung des Grünlandmanagements in der Pferdehaltung beitragen um die ökologischen Potentiale besser nutzbar zu machen.

Eine Herausforderung für die gezielte Verbesserung des Kenntnisstandes ist die Mannigfaltigkeit der (Betriebs-)Strukturen und (Betriebs-)Ziele in der Pferdebranche. Neben eher landwirtschaftlich orientierten (Auf-)Zuchtbetrieben und Pensionsställen, gibt es in erster Linie dienstleistungsorientierte Trainings- und Ausbildungsställe, Reitvereine und einen nicht zu unterschätzenden Anteil von Hobby-Pferdehaltungen. Eine weitere Untergliederung dieser Betriebsformen ergibt sich aus der spezifischen Nutzung der Pferde, der jeweiligen Rasse und Reitweise, mit denen wiederum jeweils eigene typische Haltungsformen einhergehen (Hölker et al., 2016). Allen Pferdehaltungen ist jedoch ein Ziel, ein „Produkt“ gemein: Das gesunde (und ggf. gut trainierte) Pferd. In Hinblick auf das Grünlandmanagement leiten sich aus diesem „Produktionsziel“ im Wesentlichen zwei Konsequenzen ab: Einerseits haben Pferdehalter einen anderen Anspruch an die Qualität der Grünlandaufwüchse als in der Produktion von Fleisch oder Milch. Zum anderen scheint der Optimierung des Grünlandmanagements in Abhängigkeit von der Nutzung der Pferde, der Spezialisierung des Betriebes, der Ausbildung und der Einstellung der Betriebsleiter ein jeweils anderer Stellenwert beigemessen zu werden.

Die vorliegende Studie zielt daher darauf ab, anhand von Praxisdaten einen Einblick in die Grünlandnutzung deutscher Pferdehalter, ihrer Kenntnis und Einstellung zu gewinnen.

Material und Methoden

Von Januar bis August 2017 wurde eine bundesweit Onlinebefragung von Pferdebetrieben/-haltungen durchgeführt. Die Erhebung richtete sich an grundsätzlich alle Pferdehaltungen, einschließlich privater Pferdehaltung ohne Gewinnerzielungsabsicht oder

landwirtschaftlichen Status. Insgesamt nahmen 935 Pferdehalter in Deutschland teil, 694 vollständig ausgefüllte Fragebögen konnten zur Auswertung herangezogen werden. Erhoben wurden (1) *Betriebsstrukturdaten*: Erwerbsform (EB) vs. Hobby(HB), für Pferde genutztes Grünland in ha, Flächenbesatz GV ha⁻¹; und vorrangige Nutzung der Pferde für Sport, Zucht oder Freizeit; (2) *Daten zum Grünlandmanagement*: Weidesystem (Stand-, Umtriebs- oder Portionsweide), Düngeregime (organisch vs. mineralisch), regelmäßige Pflegemaßnahmen sowie (3) zur Ausbildung (landwirtschaftlich, pferdebezogen, keine) und Fortbildung (welche Institutionen oder Medien). Die Einschätzung der Pferdehalter (4) zum Weidegang, zur Relevanz von Pferden im Grünland, zur Notwendigkeit verbesserter Ausbildung der Pferdehalter und zum Wissenstransfer wurden mittels 5-Punkte Likert-Skala (trifft voll zu – trifft absolut nicht zu) erfasst.

Ergebnisse und Diskussion

Betriebsstruktur und Grünlandbewirtschaftung (1)

Der Großteil der Umfrageteilnehmer (70%) hält Pferde als Hobby, ohne Gewinnerzielungsabsicht. Die erhobenen Daten spiegeln die ausgesprochen hohe Diversität in den Betriebsstrukturen und der Flächenausstattung der Pferdehalter wider und decken sich mit den Erkenntnissen einer Studie zu Betriebsstrukturen in der deutschen Pferdehaltung (Hölker *et al.*, 2016). Im Vergleich zur Milchproduktion, sind Pferdebetriebe hinsichtlich Tierzahl und Flächenausstattung kleinstrukturiert (Tab. 1).

Tab. 1: Deskriptive Statistik ausgewählter Betriebsstrukturdaten der Teilnehmer

	Erwerb (N = 207)				Hobby (N= 487)			
	Mittelw.	min	max	Stabw.	Mittelw.	min	max	Stabw.
Anzahl Pferde	17,2	2	200	21,8	4,5	1	40	3,9
ha GL durch Pferde genutzt	10,8	0	100	14,9	3,3	0	40,0	4,0
GV ha ⁻¹	2,2	0,2	12,7	1,9	1,9	0,2	15,1	1,5
zugekauftes Raufutter in %	34,7	0	100	41,7	62,9	0	100,0	42,4

Die Grünlandnutzung (2)

erfolgt bei den Teilnehmern vorrangig durch Beweidung. 77% der Hobbybetriebe und 52% der Erwerbsbetriebe produzieren nicht ihr gesamtes Grundfutter im eigenen Betrieb, sondern kaufen zumindest anteilig (Tab. 1) Raufutter zu. Insbesondere Betriebe, die auf Pferdesport oder Training spezialisiert sind, kaufen Raufutter zu. Gründe sind eine geringe Flächenausstattung (76%), eine geringe Maschinenausstattung (51%) und/oder zu hoher Arbeitsaufwand (47%). Als vorrangiges *Weidesystem* (Mehrfachantworten möglich) nannten knapp 60% aller Teilnehmer die Umtriebsweide. Lediglich 30% haben Standweiden etabliert. Mehr als die Hälfte (55%) der Hobbyhalter nimmt den hohen Arbeitsaufwand der Portionsweiden mit wanderndem Steckzaun auf sich. Die *Düngung* des Grünlands erfolgt bei 57% aller Teilnehmer organisch, bei 73% mineralisch. Insbesondere die Hobbypferdehalter (76%) düngen mangels verfügbaren Gerätes oder aufgrund der Flächenbeschaffenheit überwiegend mineralisch. Nach den wesentlichen Kriterien für die Festlegung der Düngemenge gefragt (Mehrfachantworten möglich), antworteten insgesamt 11%, dass sie „nach Entzug“ düngen, 44% entscheiden nach Bodenprobe und Laborempfehlung, knapp 20% überlassen das dem durchführenden Lohnunternehmer und über 40% geben an, nicht auf Basis von Daten sondern „*pi mal Daumen*“ zu düngen. Hier zeigen sich jedoch klare Unterschiede zwischen Hobbyhaltern und Erwerbsbetrieben. Letztere richten sich vorrangig nach den Ergebnissen von Bodenanalysen.

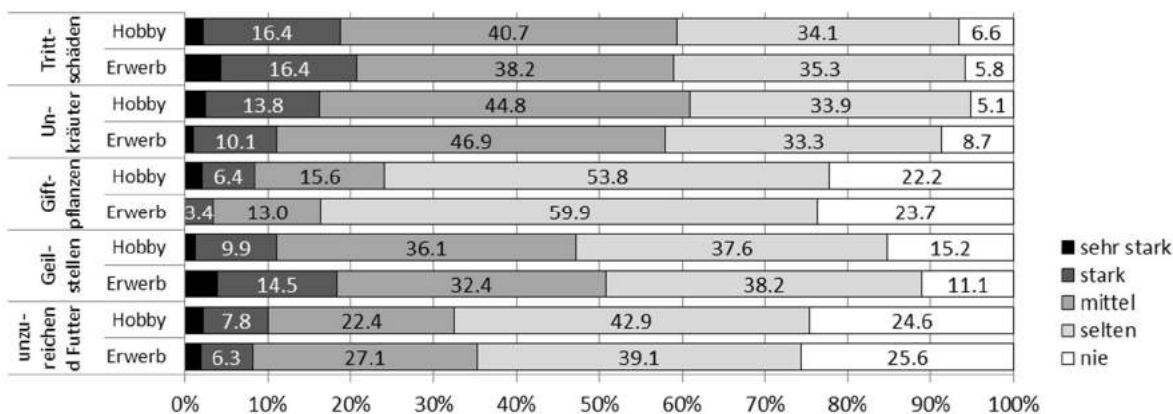


Abb. 1: Antworten der Umfrageteilnehmer auf die Frage "Womit haben Sie regelmäßig Probleme?"

Die Mehrzahl der Betriebe pflegt das Grünland regelmäßig. Lediglich 1,2% der Pferdehalter führt keine regelmäßigen Pflegemaßnahmen durch. Um den heterogenisierenden Weideeffekt abzumildern, Exkremate zu verteilen und Weidereste zu beseitigen, schleppen 75% und mulchen 63% der Teilnehmer die Flächen regelmäßig. Kontrolle der Flächen auf Giftpflanzen ist für 78% der Halter selbstverständlich, jedoch setzen bloß 11% Herbizide zu ihrer Bekämpfung ein. In Hinblick auf die umgesetzten Pflegemaßnahmen unterscheiden sich die Hobbyhalter kaum von den erwerbsorientierten Betrieben. Dies kann u.a. darin begründet sein, dass Hobbyhalter für die Durchführung der Pflegemaßnahmen auf Lohnunternehmen oder andere Landwirte setzen. Worin sie sich allerdings deutlich unterscheiden, ist eine für die Pferdehaltungen ausgesprochen typische, aber sehr arbeitsintensive Pflegemaßnahme: Das manuelle Entfernen der Exkremate von der Weide, das sogenannte „Abäppeln“. 70% der Hobbyhalter, aber bloß 44% der erwerbsorientierten Betriebe geben an, mindestens einmal wöchentlich Exkremate von der Weide zu entfernen. Eine Dokumentation des Weidemanagements in Form eines „Grünlandtagebuchs“ führen lediglich 22% der befragten Pferdehalter. Abb. 1 zeigt die Angaben der Umfrageteilnehmer hinsichtlich der auftretenden Probleme in der Grünlandnutzung.

Aus- und Fortbildung (3)

Knapp 45% aller Teilnehmer gründen ihr Wirtschaften auf eine landwirtschaftliche oder pferdebezogene Ausbildung. Insbesondere bei der reinen Hobbypferdehaltung ist eine solche Ausbildung vergleichsweise selten (Tab. 2). Knapp 6 % aller Teilnehmer haben sowohl eine landwirtschaftliche als auch pferdebezogene Ausbildung absolviert.

Tab. 2: Aus- und Fortbildung der Teilnehmer, nach Erwerbstyp und Nutzung der Pferde klassiert.

Ausbildung ¹	Erwerbstyp			Nutzung ¹		
	Gesamt	Erwerb	Hobby	Sport	Freizeit	Zucht
N	694	207	487	206	619	182
Landwirtschaftlich	19,0%	37,7%	11,1%	25,2%	18,9%	28,0%
Pferdebezogen ²	25,5%	40,1%	19,3%	31,6%	23,7%	36,8%
Keine ³	55,9%	29,0%	67,4%	45,6%	57,4%	38,5%
Reg.Fortbildung	67,4%	75,8%	63,9%	65,0%	67,0%	75,8%

¹ Mehrfachnennungen möglich. ² Pferdehaltung, Trainer, Pferdewissenschaft, Tierärzte und weitere Gesundheitsberufe, Hufbearbeitung. ³ pferde- oder grünlandbezogene Ausbildung

Nach ihrer eigenen Einschätzung gefragt, schätzen 62% der Erwerbsbetriebe, aber nur 36% der Hobbyhalter ihren Kenntnisstand in Bezug auf das Grünlandmanagement hoch bis sehr hoch ein.

Insgesamt bilden sich fast 70% aller Teilnehmer regelmäßig zur Grünlandbewirtschaftung fort. Insbesondere Erwerbsbetriebe nutzen weitere Bildungsangebote. Generell ist der Austausch unter Praktikern für über 70% aller Teilnehmer die wichtigste Informationsquelle zum Grünlandmanagement. Fast 80% der Erwerbsbetriebe (56% der Hobbyhalter) lesen regelmäßig Fachzeitschriften. Seminare werden von 53% der Erwerbsbetriebe (34% der Hobbyhalter) besucht, aber Beratungsangebote staatlicher Institutionen (z.B. Kammern) werden von nur 24% der Erwerbsbetriebe (13% der Hobbyhalter) angenommen. Privatwirtschaftliche Beratungsangebote nutzen lediglich 5% aller Teilnehmer. Das Internet (insbesondere Social Media) hingegen wird von 55% der Erwerbsbetriebe und sogar 70% der Hobbyhalter regelmäßig zur Rate gezogen.

Einstellung zum Grünlandmanagement (4)

Weidegang ist Pferdehaltern wichtig. Jedoch ist zu unterscheiden zwischen Weidegang, welcher der Bewegung dient ohne jedoch nennenswert zur Fütterung des Pferdes beizutragen, und Weidegang, der signifikant zur Tagesration beiträgt. Oft sind beide Varianten im selben Betrieb etabliert (Tab. 3).

Tab. 3: Bedeutung des Weidegangs, nach Erwerbstyp und Nutzung der Pferde klassiert.

Weidegang dient im Betrieb...	Gesamt N	Erwerbstyp		Nutzung ¹		
		Erwerb	Hobby	Sport	Freizeit	Zucht
...Bewegung mit wenig Futter auf der Weide	694	207	487	206	619	182
...als signifikanter Beitrag zur Fütterung	49,2%	52,7%	51,5%	55,5%	51,4%	42,7%
...dem Sozialkontakt zu Artgenossen	71,0%	71,0%	71,0%	67,2%	72,3%	79,1%
...Umweltreizen	79,5%	65,1%	70,2%	73,1%	68,9%	85,5%
...Umweltreizen	71,2%	61,0%	64,6%	63,0%	64,3%	66,4%

¹ Mehrfachnennungen möglich.

Von großer Relevanz sind Aspekte einer artgerechten Pferdehaltung wie Sozialkontakt zu Artgenossen, Umweltreize und freie Bewegung, was ein erfreuliches Ergebnis in Hinblick auf die Entwicklung zu mehr Tierwohl ist. Das Grünland hat aber vor allem für Erwerbsbetriebe, auch eine gewisse Außenwirkung. Für über 70% der Erwerbsbetriebe sind die Flächen „die Visitenkarten des Betriebs“. Beide Betriebstypen stimmen je zu über 60% zu, dass durch ein ausgefeiltes Weidemanagement der Naturschutz besser gewährleistet ist (Abb. 2). Pferdehalter sind sich durchaus ihrer Bedeutung im Grünland bewusst. 65% der Erwerbsbetriebe und über 70% der Hobbyhalter gaben an: „Pferdehalter sind wichtig für den Erhalt und die Diversität im Grünland“.

Bedarf nach Wissenstransfer und verbesserter Ausbildung

Unabhängig von der Betriebsform oder der vorrangigen Nutzung der Pferde wird der Bedarf einer verbesserten Ausbildung und des Wissenstransfers seitens der Pferdehalter betont. 85% der Teilnehmer geben an, dass sie generell eine bessere Ausbildung der Pferdehalter in der Grünlandbewirtschaftung für notwendig erachten (Abb.2). Über 90% der Teilnehmer würden gerne ihr Wissen zu nachhaltiger Grünlandbewirtschaftung erweitern. Insbesondere wird Bedarf an Forschung und Wissenstransfer in den Bereichen

Weidemanagement (86,5%), Weidesaatgut (80,5%), Futterwert und Verdaulichkeit (80,7%), Fruktanen (80,1%) sowie Biodiversität und Naturschutz (75,2%) festgestellt.

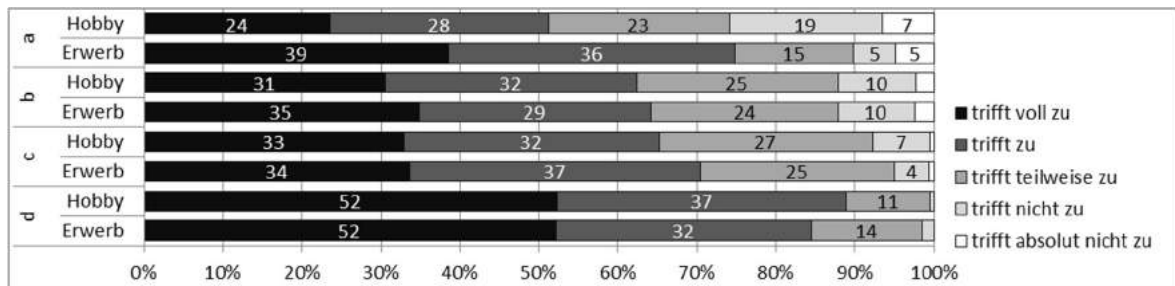


Abb. 2: Aussagen der Umfrageteilnehmer nach 5-stufiger Likert-Skala. a) „Ein ausgefeiltes Grünlandmanagement ist Ihnen wichtig „...weil die Flächen die Visitenkarte des Betriebs sind.“ b) „...weil der Naturschutz besser gewährleistet ist“, c) „Pferdehalter sind wichtig für den Erhalt und die Diversität von Grünland“, d) „Pferdehalter sollten besser über Grünlandwirtschaft informiert werden“. Für Datenpunkte <5% wurde die Beschriftung zur besseren Lesbarkeit entfernt.

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse hinsichtlich Besatz und Fläche je Betrieb betonen das Potential von Pferdehaltern für eine vergleichsweise kleinstrukturierte und extensive Grünlandbewirtschaftung. Um dieses Potential optimal nutzen zu können, gilt es die Ausbildung und den Kenntnisstand zu nachhaltigem Grünlandmanagement zu verbessern. Ein großer Anteil der Pferdehalter ist sich ihrer ökologischen Rolle bewusst. Sie fordern Wissenstransfer und Beratung ein. Entscheidend ist, dass diese auf die spezifischen Eigenschaften (Ernährungsphysiologie und Weideeffekt) des Pferdes zugeschnitten sind und Strategien bereithalten, welche die Mannigfaltigkeit der Pferdebetriebe und damit die Variabilität der Vorraussetzungen des Grünlandmanagements berücksichtigen.

Danksagung:

Die Umfrage erfolgte im Rahmen eines vom BMBF geförderten Projektes zur forschungsorientierten Lehre (FoLL). Wir danken für die Finanzierung, den beteiligten Studierenden sowie allen Multiplikatoren.

Literatur

- HÖLKER, S., WIEGAND, K., SPILLER, A. & MÜNCH, C. (2016): Typologie der deutschen Pferdehaltung. Eine empirische Studie mittels Two-Step-Clusteranalyse. *Berichte über Landwirtschaft*, Jg. 94, H.3.
- JOUVEN, M., VIAL, C. & FLEURANCE, G. (2016): Horses and rangelands, Perspectives in Europe based on a French case study. *Grass and Forage Science*, Jg. 71, H. 2, S. 178–194.
- SCHMITZ, A. & ISSELSTEIN, J. (2015): Besser als ihr Ruf? Artenvielfalt und Vegetationskomposition von Pferdeweiden im direkten Vergleich zu Rinderweiden der Praxis. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, S- 208–211.
- SCHMITZ, A. & ISSELSTEIN, J. (2018): Wieviel Grünland wird in Deutschland für Pferde genutzt? Versuch einer Quantifizierung anhand von Bestands- und Praxisdaten. *Berichte über Landwirtschaft*, Jg 96, H.1.
- ZASADA, I., BERGES, R., HILGENDORF, J. & PIORR, A. (2013): Horsekeeping and the peri-urban development in the Berlin Metropolitan Region. *Journal of Land Use Science*, Jg. 8, H. 2, S. 199–214.

Erträge, Stickstoffverluste und Stickstoffeffizienz im Grünland bei unterschiedlich gedüngter Schnittnutzung und simulierten Harnflecken

¹M. SEELEN, ¹M. KAYSER, ²M. BENKE UND ¹J. ISSELSTEIN

¹Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Graslandwissenschaften, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

²Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Mars-la-Tour-Straße 1-13, 26121 Oldenburg

mseelen@agr.uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

In der Milchviehhaltung stellen Stickstoffverluste (N) ein Umweltproblem dar. Die Verluste entstehen aufgrund eines Ungleichgewichts zwischen einem geringen N-Rückfluss in Milch und Fleisch und einem erheblichen N-Input in Form von zugekauftem Kraftfutter und mineralischem N-Dünger. Während der Beweidung werden bis zu 80% der N-Aufnahme über die Ausscheidung von Exkrementen auf die Weide zurückgeführt. Der Großteil des Harnstoffs auf der Weide wird im Zeitraum einiger Tage zu Ammonium hydrolysiert und anschließend zu Nitrat umgewandelt (Whitehead, 1995). Der mineralische Stickstoffgehalt des Bodens (N_{\min}) im Spätherbst ist ein Indikator für das Nitratauswaschungsrisiko (Homm, 1994). Je mehr N_{\min} im Boden vorliegt, desto größer ist die Gefahr der Nitratauswaschung und somit der Grundwasserbelastung (Moir et al., 2011). Im Rahmen des Verbundprojektes Systemanalyse Milch untersuchen wir in einem Feldversuch die N-Dynamik auf mehrjährigem Grünland. Neben einem reinen Schnittversuch sollen Erhebungen auf Parzellen mit einer zeitlich gestaffelten Ausbringung von künstlichem Harn zur Modellierung von Weidesystemen beitragen. Untersucht werden unter anderem die Einflüsse unterschiedlicher Düngeintensität im Schnittversuch bzw. der verschiedenen Harnausbringungs-termine im Harnversuch auf den Ertrag, die Stickstoffeffizienz sowie die potentielle N Auswaschung.

Es sollen folgende Hypothesen geprüft werden:

- Bei reiner Schnittnutzung weist eine gemäßigte Düngung aus Gülle und mineralischem Dünger die höchste Stickstoffeffizienz auf.
- Bei der Ausbringung von künstlichen Harnflecken spielt der Ausbringungstermin eine große Rolle für potentielle Stickstoffverluste.

Material und Methoden

Das Versuchsfeld liegt im Landkreis Cloppenburg in Niedersachsen im Nordwesten Deutschlands (52°56'44" N, 7°50'17" E) auf sechs Meter über NN. Das dreijährige Grünland auf sandigem Boden ist dominiert von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.) ohne Klee. Der Parzellenversuch besteht aus einem reinen Schnittversuch mit fünf Varianten (a.) und einem Harnversuch (b.) mit sechs Varianten in vierfacher Wiederholung. Im Schnittversuch sind die Varianten nach Düngegraden (0–360 kg N/ha) für die N Gaben mit Rindergülle und KAS gestaffelt (Tabelle 1a). Die Bestände werden viermal geschnitten. Die Parzellen des Harnversuchs erhalten eine Grunddüngung von 120 kg N/ha aus Gülle wonach dann künstliche Harnflecken (600 kg N/ha) an sechs Terminen von Mai bis Oktober in Parzellengröße ausgebracht werden; diese Parzellen werden sechs Mal geschnitten. Zum Vergleich werden im Harnversuch die Varianten Kontrolle und SLR120 des Schnittversuchs hinzugenommen (Tabelle 1b). Nach jedem Schnitt wurden Grasproben bei 60 °C getrocknet, auf 1 mm gemahlen und daraus mittels Elementaranalyse der N-Gehalt bestimmt. Die Trockenmasse wurde bei 105 °C bestimmt und damit der Trockenmasseertrag (TM) sowie der N-Ertrag errechnet. Für eine Bestimmung der N

Effizienz wurden mit den Daten von N Düngung, TM-Ertrag und N-Ertrag verschiedene Parameter berechnet: "N use efficiency" (NUE) und "apparent N recovery" (ANR) (Tabelle 2). Um potentielle Stickstoffverluste zu bestimmen, wurden im Oktober 2016 sowie im März 2017 mit einem Bohrstock vier Einstiche pro Parzelle mit einer Tiefe von 90 cm genommen, und daraus jeweils eine Mischprobe für die Tiefen 0-30, 30-60 und 60-90 cm gewonnen. Für die Bestimmung des N_{\min} wurde mit einer $CaCl_2$ -Lösung extrahiert und nach der Filtration die NO^3-N und NH^4-N Gehalte mittels Fließinjektionsanalyse (HLS System FIA compact) bestimmt. Für die statistische Analyse wurde eine ANOVA mit post-hoc Test zum Vergleich der Mittelwerte angewandt (Genstat).

Tab. 1: Bezeichnungen der Varianten der beiden Versuche mit einer Aufschlüsselung der Zusammensetzung des N-Input [kg/ha]. Abkürzungen (KAS = Kalkammonsalpeter, SLR = Rindergülle, SLM = Rindergülle + KAS).

a. Schnittversuch				
Variante	N-Input [kg/ha]			Gesamt N-Input [kg/ha]
	Gülle	KAS	Harn	
1 Kontrolle				0
2 SLR120	120			120
3 SLM240	120	120		240
4 SLR240	240			240
5 SLM360	240	120		360

b. Harnversuch				
Variante	N-Input [kg/ha]			Gesamt N-Input [kg/ha]
	Gülle	KAS	Harn	
1 Kontrolle				0
2 SLR120	120			120
6 UMai	120		600	720
7 UJun	120		600	720
8 UJul	120		600	720
9 UAug	120		600	720
10 USept	120		600	720
11 UOkt	120		600	720

Ergebnisse und Diskussion

Die Trockenmasseerträge der Schnittparzellen lagen zwischen 5.666 kg/ha für die Kontrolle und 10.925 kg/ha für die Variante SLM360 (Tabelle 2a). Sowohl beim TM-Ertrag als auch beim N-Ertrag zeigte sich eine signifikante Steigerung in den Düngestufen von 0 kg N/ha zu 120 kg N/ha und zu 240 kg N/ha mit 120 kg N aus Gülle und 120 kg aus KAS. Eine Düngung von 360 kg N/ha führte hingegen zu keiner weiteren signifikanten Ertragsteigerung. Die Stickstoffeffizienz war von der Düngevariante deutlich beeinflusst: Die mittlere Düngung mit 240 kg N/ha aus Gülle und mineralischen Dünger (SLM240) zeigt mit 90 % eine deutliche höhere „nitrogen use efficiency“ (NUE) sowie eine höhere „apparent nitrogen recovery“ (ANR) (52 %) im Vergleich zu der Düngevariante mit 360 kg N/ha (SLM360; Tabelle 2a). Dies spiegelt sich auch in der N-Bilanz wider, welche bei SLM240 bei +25 kg/ha und bei SLM360 bei +129 kg/ha lag. ANR um 50% wurden auch von Williams und Haynes (2000) gefunden. Lantinga et al. (1987) fanden ähnlich wie in unseren Untersuchungen keine weitere Ertragssteigerung bei einer N Düngung von mehr als 240 kg/ha.

In dem Harnversuch stellt der Ertrag eine bedeutende N-Senke dar, die anders als im Schnittversuch nicht unmittelbar mit der Nutzung gekoppelt ist. Der Termin der Harnausbringung ist eine entscheidende Größe: Je früher der Ausbringtermin (Mai bis Oktober), desto größer der TM und N-Ertrag. Der höchste Ertrag wurde bei einer

Ausbringung im Mai mit 14.000 kg/ha erzielt (Tabelle 2b). Grundsätzlich zeigen die Ausbringungstermine der ersten Hälfte der Vegetationsperiode signifikant höhere Erträge als die in der zweiten Hälfte ab August. Harn-N konnte also umso besser umgesetzt werden, je früher im Jahr die Harnausbringung erfolgte. Die TM-Erträge der späten Varianten UAug bis UOkt sind entsprechend nicht signifikant höher sind als die der Kontrollparzellen (Tabelle 2b). Dies spiegelt sich dementsprechend in den Werten von NUE und ANR und der N-Bilanz wider, welche mit späteren Ausbringterminen stark abnehmen (Tabelle 2b). Ähnliche Effekte wurden auf einem vergleichbaren Standort von Landwehr (2000) gezeigt. Verstärkt wurde dieser Effekt durch ein im Vergleich zum langjährigem Mittel sehr warmes und trockenes Wetter (Juli 71 mm Niederschlag / Ø 22° C im Tagesmittel; August 34 mm / Ø 21° C; September 14 mm / Ø 23° C; Oktober 28 mm / Ø 12°C). Die niedrige N Effizienz der späten Harnausbringung stehen häufig in einem Zusammenhang mit der Höhe des residualen N im Herbst (N_{\min}) und damit zu möglichen N Verlusten mit dem Sickerwasser über Winter. Diese sind in Tabelle 3 dargestellt.

Für die reine Schnittnutzung lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen N_{\min} Werten der unterschiedlichen Düngestufen von 0–360 kg N/ha im Oktober und März feststellen. Für den gesamten Bereich von 0-90 cm bewegten sich die Werte im Oktober zwischen 17- 21 kg N/ha. In der oberen Bodenschicht 0-30 cm wurde im Oktober 2016 signifikant mehr N_{\min} gefunden als in den tieferen Schichten. Für die Parzellen der reinen Schnittnutzung fanden wir nur eine geringe Tiefenverlagerung.

Tab. 2: Trockenmasseertrag (TM), N-Ertrag, N-Bilanz sowie zwei Parameter für die N Effektivität der 11 verschiedenen Varianten beider Versuche: „N use efficiency“ (NUE) $[(N\text{-Ertrag} / N\text{-input}) \cdot 100]$ und die „apparent N recovery“ (ANR) $[(N\text{-Ertrag}_x - N\text{-Ertrag}_0) / N\text{-Input} \cdot 100]$; alle Werte aus einem Mittelwert von n=4. Werte mit unterschiedlichen Buchstaben in einer Spalte unterscheiden sich signifikant.

a. Schnittversuch

Variante	N [kg/ha]	TM-Ertrag [kg/ha]	N-Ertrag [kg/ha]	NUE [%]	ANR [%]	N-Bilanz [kg/ha]
1 Kontrolle	0	5.666 ^a	90 ^a			-90
2 SLR240	120	6.640 ^{ab}	123 ^{ab}	102	27	-3
3 SLM240	240	10.699 ^c	215 ^{cd}	90	52	25
4 SLR240	240	9.169 ^{bc}	164 ^{bc}	68	31	76
5 SLM360	360	10.925 ^c	231 ^d	64	39	129

b. Harnversuch

Variante	N [kg/ha]	TM-Ertrag [kg/ha]	N-Ertrag [kg/ha]	NUE [%]	ANR [%]	N-Bilanz [kg/ha]
1 Kontrolle	0	5.666 ^a	90 ^a			-90
2 SLR240	120	6.640 ^a	123 ^a	102	27	-3
6 UMai	720	14.021 ^b	436 ^b	61	48	284
7 UJun	720	13.159 ^b	451 ^b	63	50	269
8 UJul	720	11.957 ^b	366 ^b	51	38	354
9 UAug	720	6.036 ^a	156 ^a	22	9	564
10 USept	720	6.788 ^a	138 ^a	19	7	582
11 UOkt	720	6.738 ^a	129 ^a	18	5	591

Tabelle 3: N_{\min} in kg N/ha im Oktober 2016 und im März 2017 des Harnversuchs der Tiefen 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm sowie über den gesamten Tiefenbereich 0-90 cm; zusätzlich die N_{\min} Bilanz über den gesamten Winter 2016/2017. Alle Werte aus einem Mittelwert von $n=4$. Statistische Auswertung mit dem Logarithmus naturalis. Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant (signifikante Interaktion zwischen Messtermin und Variante).

Variante	N [kg/ha]	Okt 16: N_{\min} [kg N/ha]				Mrz 17: N_{\min} [kg N/ha]				N_{\min} Bilanz
		Tiefe				Tiefe				
		0-30	30-60	60-90	0-90	0-30	30-60	60-90	0-90	
1 Kontrolle	0	12	3	3	18 ^a	10	4	6	20 ^{ab}	2
2 SLR240	120	12	4	4	19 ^a	8	4	4	16 ^a	-3
6 UMai	720	15	4	12	31 ^{ab}	10	4	5	19 ^{ab}	-12
7 UJun	720	12	17	15	44 ^{abc}	11	6	8	24 ^{ab}	-20
8 UJul	720	23	7	5	35 ^{ab}	9	6	6	21 ^{ab}	-13
9 UAug	720	91	9	5	105 ^{cde}	11	7	12	29 ^{ab}	-75
10 USept	720	166	9	5	180 ^e	11	9	21	40 ^{abc}	-139
11 UOkt	720	144	3	4	151 ^{de}	10	13	31	54 ^{bcd}	-98

Die Parzellen mit künstlichen Harnflecken (UMai - UOkt) hatten N_{\min} Werte bei Beprobung im Herbst zwischen 30 und 180 kg N/ha, wobei UAug - UOkt signifikant höhere Werte aufwiesen als bei früherer Harnausbringung (Tabelle 3). Im März 2017 lagen die N_{\min} -Werte zwischen 14 bis 54 kg N/ha über dem gesamten Tiefenbereich (Tabelle 3). Im Vergleich zu früheren Studien (Landwehr 2002) sind die N_{\min} Werte im Oktober für die Ausbringungstermine September und Oktober relativ niedrig. In unserem Untersuchungsjahr war es zu den späteren Ausbringterminen von Harn deutlich wärmer und trockener als bei Landwehr (2000) und auch gegenüber dem langjährigen Mittel. Dies kann zu nachhaltig erhöhten NH_3 -Verlusten geführt haben. In der Literatur werden mit starker Abhängigkeit von Temperatur, Niederschlag und Bodendichte NH_3 -N Verluste von 1,7 bis 56 % nach Harnapplikation genannt (Laubach et al. 2013); die Möglichkeit von gasförmigen Verlusten um 50 % wird durch eigene Untersuchungen bestätigt. Die Kombination aus NH_3 -Verlusten nach Gülleausbringung, nach Harnausbringung und einer längeren Umsetzungsphase des Harnstoffs können zur Erklärung der hohen Bilanzüberschüsse für die späten Harnausbringungstermine herangezogen werden.

Die Tiefenverteilung des N_{\min} im Boden wird vom Zeitpunkt der Beprobung (Oktober und März) und vom Ausbringtermin des künstlichen Harns deutlich beeinflusst. Für die Tiefen 0-30 und 60-90 cm ist an beiden Terminen zu erkennen: In der Tiefe 0-30 cm lassen sich im Oktober 2016 signifikant höhere N_{\min} Werte bei den späten Ausbringungsterminen UAug - UOkt finden (Tabelle 3), die sich im März 2017 angeglichen hatten, die Unterschiede sind dann nicht mehr signifikant. Bei der Tiefe 60-90 cm hingegen ist es genau umgekehrt: Hier sind im Oktober bei den frühen Ausbringungsterminen UMai und UJun die Werte signifikant höher. Im März wiesen wiederum die späten Ausbringungstermine UAug - UOkt signifikant höhere N_{\min} Werte im Bereich 60-90 cm auf. Hieraus lässt sich auf eine deutliche Tiefenverlagerung über Winter nach später Harnausbringung schließen. Bei früher Harnausbringung UMai und UJun lässt sich bereits bei Beprobung im Oktober eine deutliche Verlagerung von N in tiefere Bodenschichten erkennen. Offensichtlich ist N schon während der Vegetationsperiode verlagert worden. Anhand der N_{\min} Werte der Tiefen 0-30 und 60-90 cm im März lässt sich erkennen, dass bei den frühen Harnausbringungsterminen keine weitere Tiefenverlagerung stattgefunden hat, wohingegen bei den späten Terminen mehr als 50% des gesamten N_{\min} in den tieferen Schichten gefunden wurde (Tabelle 3). Aus der beobachteten Tiefenverlagerung und den N_{\min} Bilanzen lässt sich schließen: Je später die Ausbringtermine von Harn-N im Jahr, desto höher die potentiellen Verluste von Stickstoff durch Sickerung im Boden. Dieses Ergebnis deckt sich mit denen früherer Studien (Landwehr 2002).

Schlussfolgerungen

Für die reine Schnittnutzung konnte gezeigt werden, dass Stickstoffeffizienz und Ertrag bei einer Düngung von 360 kg N/ha (240 kg N/ha aus Gülle, 120 kg N/ha über KAS) nicht signifikant höher sind als bei einer mittleren Düngung von 240kg N/ha aus mineralischem Dünger und Gülle (jeweils 120 kg N/ha). Für eine effiziente Nutzung, also einem optimalen Verhältnis von N-Ertrag zu N-Input (NUE) empfiehlt sich bei den hier gezeigten Umständen eine mittlere Düngung mit einer Kombination aus Gülle und mineralischem Dünger. Stickstoff aus einer intensiveren Düngung mit Gülle kann nicht ausreichend umgesetzt werden.

Aus den Erträgen der simulierten Harnflecken kann man schließen, dass bei einer Harnausbringung in der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode eine sehr niedrige N Effizienz zu erwarten ist. Dieser Aspekt der N Dynamik ist bei einer Weidehaltung nicht zu vernachlässigen. Die geringe Effizienz resultiert dann in einem erhöhten Risiko von N Verlusten im Winter: Je später die Ausbringtermine von Harn-N im Jahr, desto höher die potentiellen Verluste durch Auswaschung. Eine mögliche Managementoption wäre eine Reduzierung des Tierbesatzes zum Ende der Vegetationsperiode.

Literatur

HOMM, A. (1994): Zur Variabilität der Nitratmengen unter Weidenarben. *Dissertation*. Justus-Liebig-Universität Gießen.

LANDWEHR, B. (2002): Untersuchungen zur Nitratauswaschung unter Mähweiden in Abhängigkeit von der Stickstoffversorgung und dem Weidenutzungsanteil mit gesonderter Betrachtung der N-Dynamik an Harneintragstellen. *Dissertation*. Georg-August-Universität Göttingen.

LANTINGA, E.A., KEUNING, J.A., GROENWOLD, J. & DEENEN, P.J.A.G. (1987): Distribution of excreted nitrogen by grazing cattle and its effects on sward quality, herbage production and utilization. In: Van Der Meer, H.G., Unwin, R.J., Van Dijk, T.A. and Ennik, G.C. (eds) (1987): *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertilizer or Waste? Developments in Plant and Soil Sciences*, vol 30. Springer, Dordrecht.

LAUBACH, J., TAGHIZADEH-TOOSI, A., GIBBS, S. J., SHERLOCK, R. R., KELLIHER, F. M., & GROVER, S. P. P. (2013): Ammonia emissions from cattle urine and dung excreted on pasture, *Biogeosciences*, 10, 327-338

MOIR, J. L., K.C. CAMERON, H.J. DI & FERTSAK, U. (2010): The spatial coverage of dairy cattle urine patches in an intensively grazed pasture system. *Journal of Agricultural Science* 149, 473-485

WHITEHEAD, D. C. (1995): *Grassland Nitrogen*. CAB International, Wallingford, GB.

WILLIAMS, P.H. & HAYNES, R.J. (2000): Transformations and plant uptake of urine N and S in long and short-term pastures. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 56, 109-116.

Charakterisierung und Langzeitüberleben von *Epichloë* Endophyten in Genbank Material

¹T. THÜNEN, E. ²WILLNER UND ³Y. BECKER

¹Julius Kühn-Institute, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Braunschweig

²Leibniz Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) Gatersleben,
Genbank,

Teilsammlungen Nord, Malchow, Poel

³Julius Kühn-Institut, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Braunschweig

torsten.thuenen@julius-kuehn.de

Einleitung und Problemstellung

Endophytische Pilze der Gattung *Epichloë* besiedeln Gräser der Unterfamilie *Pooidae*. Sie sind ausschließlich in Blatt und Spross zu finden und bilden eine konstitutiv-symbiotische Lebensgemeinschaft mit ihrem Wirt. Sie sind in der Lage sich sowohl horizontal, als auch vertikal zu vermehren, wobei einige Arten sich ausschließlich vertikal über den Samen ihres Wirtes vermehren. Diese wurden früher unter dem Gattungsnamen *Neotyphodium* geführt. Abhängig vom Genotyp produziert *Epichloë* eine Reihe verschiedener Alkaloide, welche zu den vier Gruppen: Ergot-Alkaloide, Indol-Diterpene, Pyrrolizidin Alkaloide und Pyrrolopyrazin Alkaloide gehören. Ergot-Alkaloide und Indol-Diterpene wirken toxisch auf Vertebraten, Pyrrolizidin und Pyrrolopyrazin Alkaloide wirken fraß verhindernd bzw. toxisch auf Invertebraten. *Epichloë* schützt seinen Wirt gegen eine Reihe verschiedener biotischer und abiotischer Stressfaktoren (Schardl, 1996). Diese hat dazu geführt das *Epichloë*-Stämme mit einem geeigneten Alkaloid-Profil in einigen Ländern kommerziell eingesetzt werden. So zum Beispiel in Neuseeland, wo bereits 70% des kommerziellen Gras-Saatguts mit *Epichloë* infiziert ist und einen Beitrag von 200 Mio. NZ\$ an der Wirtschaft des Landes hat (Johnson et al., 2013). Neben dem Einsatz in der Weidewirtschaft sind eine Reihe verschiedener Einsatzgebiete vorstellbar und teilweise auch schon realisiert (Kauppinen et al., 2016). Ein breites Spektrum in der Anwendung kann durch die Identifikation neuer Endophyt/Graskombinationen sichergestellt werden. Im Rahmen der hier vorgestellten Versuche wurde untersucht, ob Saatgut aus Genbanken, welches über einen langen Zeitraum eingelagert wurde noch immer als Quelle neuer Endophyt/Graskombinationen herangezogen werden kann.

Material und Methoden

Ausgangsmaterial: Saatgut von 12 Akzessionen wurde von der Genbank des IPK bereitgestellt. Hierbei handelt es sich um 11 *Lolium perenne* sowie eine *Lolium rigidum* Akzessionen, welche 1998 in Bulgarien gesammelt wurden. Die Infektionsrate mit endophytischen Pilzen wurde nach der Aufsammlung mittels Bengalrosa Färbung bestimmt. Hierbei wurden Infektionsraten zwischen 0% und 100 % ermittelt. Nach einer Saatgutvermehrung im Jahre 2000 wurde das Saatgut auf eine Feuchte von unter 8% getrocknet und anschließend in Glasgefäßen bei -5 °C eingelagert.

Nachweis von *Epichloë* DNA:

DNA Extraktion: Von jeweils 10 Samen wurde DNA mittels DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen GmbH) extrahiert. Hierzu wurden die bei -80 °C eingefrorenen Samen zunächst im BeatRupter (BioLab Products) vermahlen. Anschließend wurde Puffer AP1 hinzugegeben. Nach einem weiteren Aufschluss im BeadRupter erfolgte die weitere Extraktion nach Angaben des Herstellers. Die DNA Konzentration wurde abschließend auf 1 ng/µl eingestellt.

PCR: Der Nachweis von *Epichloë* wurde mit spezifischen PCR Primern durchgeführt. Als Forward Primer diente IR-NS 5' 5'-GAGCCCCTGATTCGTAC-3' (Dombrowski et al.,

2006) und als Revers Primer tub2-exon4u-2p6 5'-GTTTCGTCCGAGTTCTCGACAAGCTG-3' (Modifiziert nach Moon et al. (2002)) welche innerhalb des tub2 Gens binden. Die PCR-Reaktion wurde im C1000 Touch™ Thermal Cycler (Bio-Rad Laboratories, Inc.) mit 1,25 U DreamTaq Green DNA Polymerase (Thermo Fisher Scientific) durchgeführt. Folgende Bedingungen wurden verwendet: 1.) 95 °C × 3'; 2.) 95 °C × 25"; 3.) 73 °C × 30" (mit Abnahme um 3 °C pro Zyklus); 4.) 72 °C × 1'; 5.) 4 mal zu 2.); 6.) 72 °C × 3'; 7.) 95 °C × 25"; 8.) 61 °C × 1'; 9.) 72 °C × 2'; 10.) 39 mal zu 7.); 11.) 72 °C × 15'.

Identifikation der *Epichloë* Stämme:

Die ca. 900 bp große PCR Fragmente wurde aufgereinigt und anschließend mit den bei der PCR verwendeten Primern sequenziert. Die Identifikation erfolgte mittels Abgleich der Sequenzen gegen die Datenbank (NCBI BLAST).

Quantifizierung der *Epichloë* DNA:

Die Quantifizierung erfolgte im CFX96 Touch™ Real-Time PCR Detection System (Bio-Rad Laboratories, Inc.). Als Primer dienten IR-NS 5 und IN-NS 3 (Dombrowski et al., 2006) für *Epichloë*, sowie b-tub_forw und b-tub_rev (Rasmussen et al., 2007) für das Gras. Die Standardkurven wurden mittels genomischer DNA aus *E. uncinata* Reinkultur bzw. nicht infiziertem *L. perenne* durchgeführt. Hier wurde das gleiche Programm wie beim Nachweis (siehe oben) verwendet. Zusätzlich wurde nach den Schritten 4.) und 9.) die Platte ausgelesen. Im Anschluss erfolgte eine Schmelzkurve (60 °C bis 95 °C) in 0,5 °C Schritten für jeweils 5 Sekunden. Die gemessenen Mengen wurden in pg genomischer *Epichloë* DNA / ng genomischer Pflanzen DNA angegeben.

Bestimmung der Überlebensrate:

Zur Bestimmung der Überlebensrate der Endophyten nach Einlagerung wurden pro Akzession 24 Samen in Multiplatten ausgesät. Nach zwei Monaten wurden die Gräser geerntet und mittels Dot Blot die Besiedlung der Pflanzen mit endophytischen Pilzen nachgewiesen. Anschließend wurden die Gräser gefriergetrocknet. Nicht eindeutige Resultate wurden mittels DNA Extraktion (DNeasy Plant Mini Kit nach Angaben des Herstellers) und anschließender PCR mit *Epichloë* spezifischen Primern (siehe oben) verifiziert.

Charakterisierung der *Epichloë* Stämme:

Die verschiedenen Genotypen wurden anhand ihres Alkaloid-Bildungspotenzials sowie ihres Mating Typs charakterisiert. Hierzu wurde die folgenden Primerpaare aus Florea et al. (2015) verwendet: Ergot-Alkaloid, dmaW-F4/dmaW-6R und p12-F/p12-R; Indol-Diterpene, idtG-F/idtG-R und ltmQ-313/ltmQ-282; Pyrrolizidin Alkaloide, lolA-F1/lolA-R1 und lolC-3a/lolC-5b; Mating Typ, mtAC-F/mtAC-R und mtBA-F/mtBA-R. Für die Pyrrolopyrazin Alkaloide wurde das Primerpaar perA_A2-F/perA_A2-R von Takach et al. (2012) verwendet. Die PCR-Reaktion wurde im C1000 Touch™ Thermal Cycler (Bio-Rad Laboratories, Inc.) mit 1 U DreamTaq Green DNA Polymerase (Thermo Fisher Scientific) durchgeführt. Folgende Bedingungen wurden verwendet: 1.) 94°C × 1'; 2.) 94 °C × 15"; 3.) 56 °C × 30"; 4.) 72 °C × 30"; 5.) 29 mal zu 2.); 6.) 72 °C × 10'.

Ergebnisse und Diskussion

Nachweis von *Epichloë* DNA:

In den Samen von 11 der 12 Akzessionen konnte eine Besiedlung mit *Epichloë* durch PCR nachgewiesen werden. Hierbei handelt es sich um 10 Akzessionen bei denen im Ausgangsmaterial bereits Endophyten über Bengalrosa Färbung nachgewiesen wurden und eine Akzession (GR6603), bei der zuvor keine Infektion festgestellt worden war.

Identifikation der *Epichloë* Stämme:

Durch Abgleich der sequenzierten PCR Produkte mit der in der Datenbank (NCBI) hinterlegten *Epichloë* Sequenzen konnten die Endophyten aus *L. perenne* als *E. festucae* var. *lolii* und der Endophyt aus *L. rigidum* als *E. coenophialia* identifiziert werden.

Quantifizierung der *Epichloë* DNA:

Die mittels quantitativer PCR ermittelten Werte an genomischer *Epichloë* DNA pro ng genomischer Gras DNA zeigten eine positive Korrelation ($r_{\text{pearson}} = 0,83$ / $p_{\text{pearson}} = 0,0015$) mit der ursprünglich über Bengalrosa Färbung ermittelten Infektionsrate (Abb. 1 links). Hierbei wurde die Akzession GR6603 nicht in Auswertung übernommen, da hier ursprünglich eine Infektionsrate von 0% ermittelt wurde, in den Samen aber *Epichloë* DNA nachgewiesen werden konnte. Das β -tubulin Gen liegt bei *Epichloë* in nur einer Kopie vor. Eine Ausnahme bilden Hybride. Da es sich bei *E. coenophialia* um einen Hybriden aus drei verschiedenen *Epichloë* Arten handelt liegt hier das β -tubulin Gen in dreifacher Kopie vor. Dementsprechend wurde der gemessene Wert an genomischer *Epichloë* DNA in diesem Fall durch den Faktor drei geteilt.

Bestimmung der Überlebensrate:

Von den 24 pro Akzession ausgesäten Samen sind zwischen 21 und 24 gekeimt. Die Besiedlungsrate lag zwischen 4,3% und 95,8% und zeigte eine positive Korrelation mit der ursprünglich über Bengalrosa Färbung ermittelten Infektionsrate ($r_{\text{pearson}} = 0,91$ / $p_{\text{pearson}} = 9,30 \times 10^{-5}$) (Abb. 1 rechts), sowie mit dem Gehalt an genomischer DNA im Saatgut ($r_{\text{pearson}} = 0,90$ / $p_{\text{pearson}} = 6,74 \times 10^{-5}$) (Abbildung nicht gezeigt). Die größte Abweichung zwischen ursprünglicher Infektionsrate (48%) und Besiedlungsrate (4,3%) zeigte die Akzession GR6558 (*L. rigidum*), welche mit *E. coenophialia* besiedelt ist. Bezogen auf die ursprüngliche Infektionsrate ergibt sich hier eine Überlebensraten von 9,1%. Da von dieser Gras/Endophyt Kombination jedoch nur eine Akzession untersucht wurde, kann hier keine Aussage über die Abhängigkeit der Überlebensrate von Gras- oder *Epichloë* Art getroffen werden. Für die Kombination *L. perenne* und *E. festucae* var. *lolii* lag die Überlebensrate zwischen 80,8% und 119,0%. Da die tatsächliche Infektionsrate des eingesetzten Saatguts zuvor nicht bestimmt werden konnte ohne das Saatgut zu zerstören, können hier rechnerische Überlebensraten von > 100% auftreten.

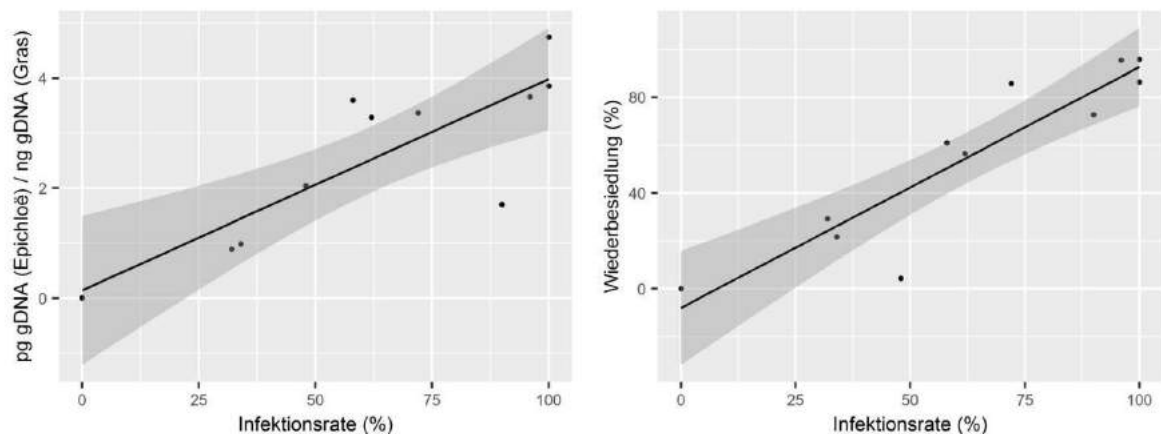


Abb. 1: Korrelation zwischen der durch Bengalrosa ursprünglich bestimmten Infektionsrate des Saatguts vor Einlagerung in der Genbank und a. dem Gehalt an genomischer DNA von *Epichloë* (links) sowie der Wiederbesiedlungsrate des Aufwuchses nach Aussaat (rechts). Das graue Band entspricht dem 95%igen Konfidenzintervall.

Charakterisierung der *Epichloë* Stämme:

Epichloë haltige Akzessionen wurden auf das Vorhandensein von Genen untersucht, die an der Alkaloid Biosynthese beteiligte Proteine kodieren. Desweiteren wurde der Mating-Typ der jeweiligen Endophyten bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass alle Akzessionen das Potential haben die für Vertebraten toxischen Indol-Diterpene (*ItmG* und *ItmQ*) zu exprimieren. Ein Pyrrolizidin Alkaloid-Bildungspotential konnte nur für *E. coenophialia* (Akzession GR6558) gezeigt werden.

Tab. 1: Charakterisierung der *Epichloë*-Stämme anhand des Alkaloid-Bildungspotentials und es Mating Types. (+) = PCR-Produkt; (-) = kein PCR-Produkt.

Akzession	<u>Ergot-Alkaloide</u>		<u>Indol-Diterpene</u>		<u>Pyrrrolizidin Alk.</u>		<u>Pyrrolo-pyrazin Alk.</u>	<u>Mating type</u>	
	<i>dmaW</i>	<i>lpsB</i>	<i>ltmG</i>	<i>ltmQ</i>	<i>lolA</i>	<i>lolC</i>	<i>perA</i>	<i>mtAC</i>	<i>mtBA</i>
GR6549	-	+	+	+	-	-	+	-	+
GR6551	-	+	+	+	-	-	+	-	+
GR6558	-	+	+	+	+	+	+	+	+
GR6560	-	+	+	+	-	-	+	-	+
GR6576	+	+	+	+	-	-	+	-	+
GR6592	+	+	+	+	-	-	+	-	+
GR6594	+	+	+	+	-	-	+	-	+
GR6596	+	+	+	+	-	-	+	-	+
GR6603	-	+	+	+	-	-	+	-	+
GR6604	-	-	+	+	-	-	+	-	+
GR6607	-	+	+	+	-	-	+	-	+

Schlussfolgerungen

Unter den gegebenen Lagerungsbedingungen (<8% Feuchte, -5°C) überlebt *Epichloë* im Genbank Material auch über einen längeren Zeitraum (in unserem Fall 17 Jahre). Zumindest für *E. festucae* var. *lolii* im Saatgut von *L. perenne* konnte gezeigt werden, dass es zu keiner nennenswerten Reduktion der Überlebensrate kommt. Ob dieses auch für andere Gras/Endophyt Kombinationen gilt muss in weiteren Versuchen geklärt werden. Die hier identifizierten *Epichloë*-Stämme zeigten alle das Potential zumindest eines der beiden für Vertebraten toxischen Alkaloide zu bilden. Bevor diese Stämme in der Weidewirtschaft eingesetzt werden können, muss das toxische Potential durch biochemische Analysen bestimmt werden.

Literatur

- DOMBROWSKI, J. E., J. C. BALDWIN, M. D. AZEVEDO & G. M. BANOWETZ (2006): "A Sensitive PCR-Based Assay to Detect Fungi in Seed and Plant Tissue of Tall Fescue and Ryegrass Species." *Crop Science* **46**(3): 1064-1070.
- FLOREA, S., C. L. SCHARDL & W. HOLLIN (2015): Detection and Isolation of *Epichloë* Species, Fungal Endophytes of Grasses. *Current Protocols in Microbiology*, John Wiley & Sons, Inc.
- JOHNSON, L., A. M. DE BONTH, L. BRIGGS, J. CARADUS, S. FINCH, D. FLEETWOOD, L. FLETCHER, D. HUME, R. JOHNSON, A. POPAY, B. TAPPER, W. SIMPSON, C. VOISEY & S. CARD (2013): "The exploitation of *epichloae* endophytes for agricultural benefit." *Fungal Diversity* **60**(1): 171-188.
- KAUPPINEN, M., K. SAIKKONEN, M. HELANDER, A. M. PIIRTILÄ & P. R. WÄLI (2016): "Epichloë grass endophytes in sustainable agriculture." *Nature Plants* **2**: 15224-15230.
- MOON, C. D., C. MILES, U. JARLFORS & C. L. SCHARDL (2002): "The evolutionary origins of three new Neotyphodium endophyte species from grasses indigenous to the Southern Hemisphere." *Mycologia* **94**.
- RASMUSSEN, S., A. J. PARSONS, S. BASSETT, M. J. CHRISTENSEN, D. E. HUME, L. J. JOHNSON, R. D. JOHNSON, W. R. SIMPSON, C. STACKE, C. R. VOISEY, H. XUE & J. A. NEWMAN (2007): "High nitrogen supply and carbohydrate content reduce fungal endophyte and alkaloid concentration in *Lolium perenne*." *New Phytologist* **173**(4): 787-797.
- SCHARDL, C. L. (1996): "EPICHLÖE SPECIES: FUNGAL SYMBIONTS OF GRASSES." *Annual Review of Phytopathology* **34**(1): 109-130.
- TAKACH, J. E., S. MITTAL, G. A. SWOBODA, S. K. BRIGHT, M. A. TRAMMELL, A. A. HOPKINS AND C. A. YOUNG (2012): "Genotypic and Chemotypic Diversity of Neotyphodium Endophytes in Tall Fescue from Greece." *Applied and Environmental Microbiology* **78**(16): 5501-5510.

Räumliche Präferenzen weidender Rinder verursachen Nährstoffumverteilung auf mehreren Maßstabsebenen

^{1,2}B. TONN, ¹C. HÜPPE, ¹N. KUNZE, ^{1,2}C. RAAB UND ^{1,2}J. ISSELSTEIN

¹Abteilung Graslandwissenschaft, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen, Von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen, ²Zentrum für Biodiversität und Nachhaltige Landnutzung, Georg-August-Universität Göttingen, Grisebachstr. 6, 37077 Göttingen

btonn@gwdg.de

Einleitung und Problemstellung

Der Nährstoffkreislauf extensiv beweideter, ungedüngter Grünlandflächen wird durch Futteraufnahme und Exkrementdeposition der Weidetiere dominiert. Sowohl das Futteraufnahmeverhalten als auch die Absetzung von Exkrementen weisen typischerweise räumliche Muster auf. Bei Rindern, die anders als beispielsweise Pferde (Ödberg und Francis-Smith, 1976) kein Toilettenverhalten zeigen, hängt die Dichte der abgesetzten Exkrementstellen eng mit der Aufenthaltshäufigkeit zusammen (Koch et al., 2018). Wenn das räumliche Muster der Futteraufnahme daher von der räumlichen Verteilung der Tiere während anderer Verhaltensweisen abweicht, führt dies zu einer Nährstoffumverteilung auf der Weidefläche. Solche Nährstoffumverteilungsprozesse sind insbesondere von großflächigen Weidesystemen bekannt. Das Vorhandensein unterschiedlicher Vegetationstypen und weite Entfernungen zwischen Wasserstellen, bevorzugten Futterressourcen oder anderen Attraktionszentren tragen in diesen Systemen zu ausgeprägten räumlichen Mustern sowohl der Futteraufnahme als auch anderer Verhaltensweisen bei (van Uytvanck et al., 2010; Koch et al., 2018). Allerdings wurde auch auf kleinräumigen, vergleichsweise homogenen Weideflächen eine starke Heterogenität der Exkrementdeposition beobachtet (Tonn et al., 2007; Schnyder et al., 2010), die zur großräumigen Nährstoffumverteilung führen kann. Auf Weiden mit ausgeprägtem Mosaik zwischen häufig befressenen, niedrigen, und selten befressenen, hohen Grasnarbenbereichen (patch-grazing) treten zusätzlich oft kleinräumige Unterschiede in den Bodennährstoffgehalten zwischen diesen beiden Grasnarbenbereichen auf (Densing et al., 2015). Diese deuten darauf hin, dass auf solchen Weiden zusätzlich ein kleinräumiger Nährstofftransfer stattfindet, der durch räumliche Muster des Fressverhaltens und nicht durch solche der Exkrementdeposition verursacht wird.

In einem langjährigen Rinderweideversuch mit ausgeprägtem fraßbedingtem Mosaik niedriger und hoher Grasnarbenbereiche wurde der Zusammenhang zwischen Bodennährstoffgehalten, Grasnarbenstruktur, und räumlicher Verteilung der Weidetiere beim Fressen und während anderer Verhaltensweisen untersucht. Es wurde erwartet, dass die Tiere niedrige Grasnarbenbereiche beim Fressen, nicht aber bei anderen Verhaltensweisen bevorzugen, und dass es einen Zusammenhang zwischen den gemessenen Bodennährstoffgehalten und dem aus den Tieraufenthaltsdaten abgeleiteten tierbedingten Nährstofftransfer gibt.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden auf einem 2002 etablierten Rinderstandweideversuch auf dem Versuchsgut Relliehausen der Universität Göttingen (Niedersachsen, 265–340 m ü. NN, 8,9 °C, 806 mm) durchgeführt. In diesem wurden drei Beweidungsintensitäten verglichen, die durch vorgegebene Zielgrasnarbenhöhen definiert waren: moderat (6 cm), extensiv (12 cm) und sehr extensiv (18 cm). Zum Aufrechterhalten der Zielgrasnarbenhöhe wurde der Tierbesatz auf Grundlage von Grasnarbenmessungen in zweiwöchentlichem Abstand angepasst. Jede Beweidungsintensität wurde dreifach auf je 1 ha großen Parzellen

wiederholt. Die Versuchsflächen sind durch ein langjährig stabiles Muster aus niedrigen, häufig beweideten und hohen, selten beweideten Grasnarbenbereichen geprägt (Tonn et al., eingereicht). Die Verteilung der niedrigen und hohen Grasnarbenbereiche wurde in einer vorherigen Studie auf Basis eines Luftbildes vom 20. April 2015 kartiert (Tonn et al., eingereicht).

Vom 17. Mai bis 15. Juni 2017 wurde je Parzelle ein Tier mit einem GPS-Halsband mit Aktivitätssensor (GPS Plus Collar, Vecronic Aerospace GmbH, Berlin) ausgestattet. Positionen der Tiere wurden in einem Intervall von 128 s, Aktivitätsniveau in einem Intervall von 64 s aufgezeichnet. Zwischen 24. Mai und 2. Juni wurde das Tierverhalten für eine Dauer von durchschnittlich 7 h je besondertem Tier erfasst. Auf Basis der Tierbeobachtungsdaten wurden die parallel erhobenen GPS- und Aktivitätsdaten mittels Random-Forest-Klassifikation in die Verhaltensweisen „Fressen“ (Tier steht oder läuft mit gesenktem Kopf) und „andere Verhaltensweisen“ klassifiziert. Diese Klassifikation wurde zur Vorhersage der Verhaltensweise aller Tieraufenthaltsdaten genutzt. Mittels Kerndichteschätzung (Gaußkern, Bandweite 3 m) wurden Karten für die relative Dichte der Aufenthaltshäufigkeit der Tiere (lokale Dichte der Tieraufenthaltsdaten / mittlere Dichte der Tieraufenthaltsdaten) insgesamt und getrennt nach Verhaltensweise (Fressen, andere Verhaltensweisen) erstellt.

Unter der Annahme, dass die Nährstoffaufnahme der Weidetiere proportional zu ihrer Aufenthaltshäufigkeit beim Fressen und die Nährstoffrückfuhr in Exkrementen proportional zu ihrer Gesamtaufenthaltshäufigkeit ist, wurde ein Nährstofftransferindex (NTI) wie folgt berechnet:

$$NTI = \text{relative Aufenthaltshäufigkeit gesamt} - \text{relative Aufenthaltshäufigkeit Fressen}$$

Ein positiver Wert des NTI entspricht dabei einer positiven, ein negativer Wert einer negativen tierbedingten Nährstoffbilanz, wobei Nährstoffverluste und Nährstoffexport von der Fläche unberücksichtigt bleiben.

Im März 2017 wurden je Parzelle 30 Bodenproben in einer Tiefe von 0–10 cm genommen. In der extensiven Beweidungsvariante wurden hierfür 15mal jeweils ein niedriger und ein benachbarter hoher Grasnarbenbereich beprobt. In der moderaten Beweidungsvariante waren es zehn solcher Probenpunktpaare und zusätzlich zehn Probenpunkte in niedrigen Grasnarbenbereichen, in der sehr extensiven Variante zehn Probenpunktpaare und zehn Probenpunkte in langen Grasnarbenbereichen. Die Bestimmung der Bodenkalinium- und -phosphorgehalte erfolgte nach Extraktion mit Calciumacetatlactat.

Der Zusammenhang zwischen NTI und Bodennährstoffgehalten wurde mittels gemischter linearer Modelle geprüft. Diese enthielten die festen Effekte Beweidungsintensität, Grasnarbenbereich, NTI und deren Interaktionen, je Versuchsparzelle zufällige Achsenabschnitte und Koeffizienten für NTI sowie eine räumliche Korrelationsstruktur.

Ergebnisse und Diskussion

Die gewichtete Genauigkeit der Klassifikation von Tieraufenthaltsdaten in „Fressen“ und „anderen Verhaltensweisen“ lag bei 94,8 %, mit erheblichen Schwankungen zwischen den Tieren (76,5–99,8 %). „Fressen“ wurde mit 7,7 % häufiger fehlklassifiziert als „andere Verhaltensweisen“ (2,8%), was vor allem auf eine sehr geringe Klassifikationsgenauigkeit einer einzelnen Parzelle zurückging. Der mittlere Anteil als „Fressen“ klassifizierter Tieraufenthaltsdaten lag bei 32 %.

Der mittlere Flächenanteil kurzer Grasnarbenbereiche nahm mit abnehmender Beweidungsintensität ab (Tab. 1, Abb. 1a). Der Anteil an Tieraufenthaltsdaten in niedrigen Grasnarbenbereichen war beim Fressen 2–22mal höher als bei anderen Verhaltensweisen. Der Quotient zwischen dem Anteil von Tieraufenthaltsdaten in niedrigen Grasnarbenbereichen und dem Anteil niedriger Grasnarbenbereiche in der jeweiligen Parzelle (Selektionsindex) war für Fressen etwas größer (Bevorzugung), für andere Verhaltensweisen deutlich niedriger als eins (Meidung, Tab. 1).

Tab.1: Flächenanteil niedriger Grasnarbenbereiche und Anteil in niedrigen Grasnarbenbereichen lokalisierter Tieraufenthaltsdaten sowie Selektionsindex (Anteil Tieraufenthaltsdaten / Flächenanteil) für niedrige Grasnarbenbereiche; Mittelwerte und Standardabweichungen.

Zielgröße	Beweidungsintensität		
	moderat	extensive	sehr extensiv
Flächenanteil	0,63 ± 0,17	0,29 ± 0,12	0,17 ± 0,13
Anteil Tieraufenthaltsdaten Fressen	0,63 ± 0,08	0,34 ± 0,08	0,17 ± 0,13
Anteil Tieraufenthaltsdaten Andere	0,23 ± 0,12	0,03 ± 0,13	0,02 ± 0,01
Selektionsindex Fressen	1,05 ± 0,24	1,32 ± 0,40	1,21 ± 0,56
Selektionsindex Andere	0,40 ± 0,22	0,09 ± 0,03	0,14 ± 0,13

Niedrige Grasnarbenbereiche wurden damit bei der Futteraufnahme deutlich weniger bevorzugt als erwartet. Hierzu können Messungenauigkeiten der verwendeten GPS-Sensoren sowie der Zeitpunkt der Telemetriestudie beigetragen haben. Da Unterschiede in der Futterqualität zwischen niedrigen und hohen Grasnarbenbereichen von Frühjahr zum Sommer hinzunehmen (Röver 2006), ist die Selektion für niedrige Grasnarbenbereiche im Frühjahr möglicherweise weniger ausgeprägt als im weiteren Jahresverlauf.

Im Gegensatz dazu traten als „andere Verhaltensweisen“ klassifizierte Tieraufenthaltsdaten ganz überwiegend in hohen Grasnarbenbereichen auf. Diese Daten wiesen auch eine sehr starke räumliche Konzentration auf (Abb. 1c). Die für „andere Verhaltensweisen“, d.h. insbesondere Ruhen und Wiederkauen, bevorzugten Bereiche befanden sich vor allem an Parzellengrenzen und -ecken, was einen Einfluss des Sozialverhaltens der Weidetiere nahe legt. Möglicherweise führt die in diesen Bereichen zu erwartende sehr hohe Kotstellendichte dazu, dass diese bei der Futteraufnahme langfristig gemieden werden; die Grasnarbenhöhe wäre demnach nicht Ursache, sondern Folge der räumlichen Präferenz der Tiere beim Ruheverhalten.

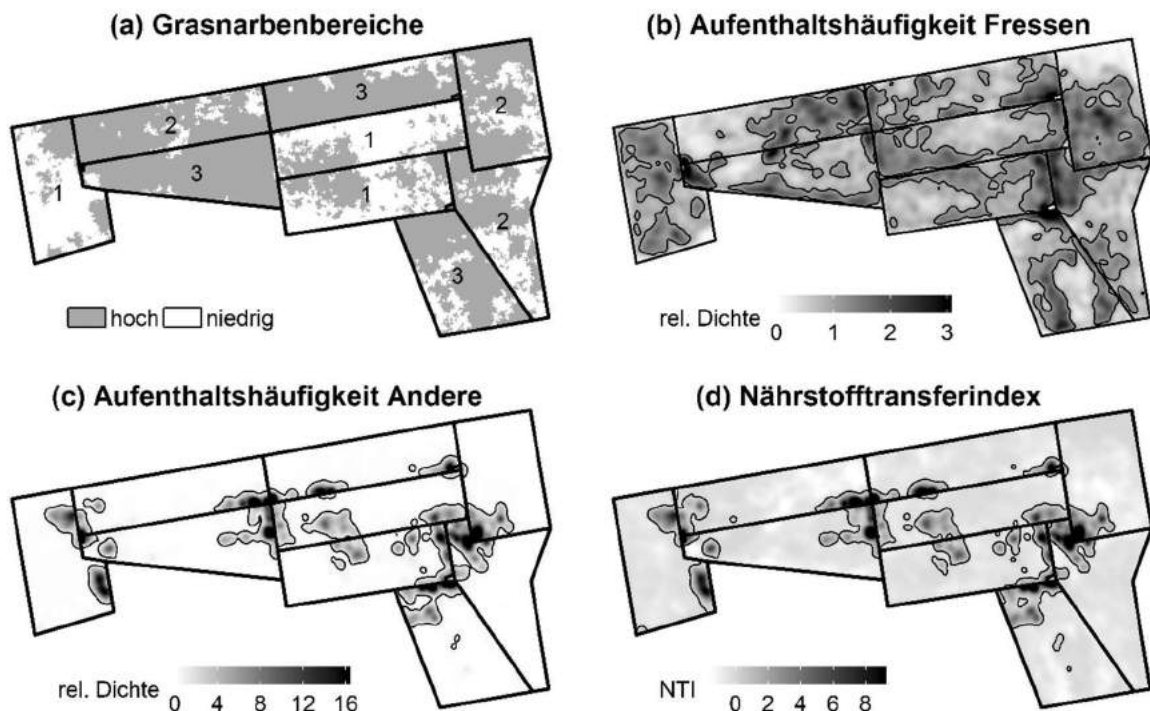


Abb. 1: (a) Verteilung hoher und niedriger Grasnarbenbereiche; 1: moderate, 2: extensive, 3: sehr extensive Beweidung; Parzellengröße: 1 ha; (b, c) Aufenthaltshäufigkeit besonderer Kühe beim Fressen bzw. bei anderen Verhaltensweisen; Konturlinie: Parzellenmittelwert (relative Dichte = 1); (d) Nährstofftransferindex (NTI); Konturlinie: Nährstoffbilanz ausgeglichen (NTI = 0).

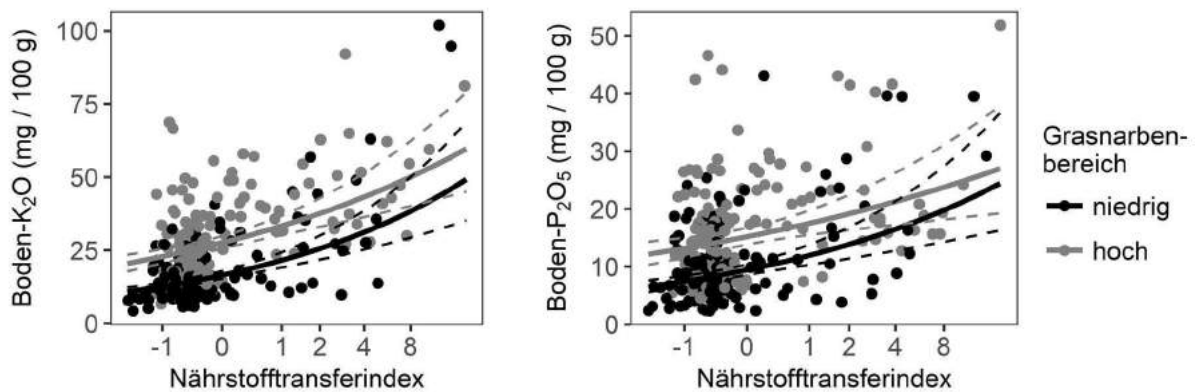


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Nährstofftransferindex (negativ: Nährstoffverlust, positiv: Nährstoffgewinn) und Bodenphosphor und -kaliumgehalten. Einzelwerte (Punkte) und Modellvorhersagen (durchgezogene Linien) mit Vertrauensintervall (gestrichelte Linien).

Als Resultat der verhaltensabhängigen Tieraufenthaltsmuster wiesen 74–88 % der Weidefläche eine negative errechnete tierbedingte Nährstoffbilanz auf ($NTI < 0$; Abb. 1d), während 5–8 % der Fläche einen Nährstoffgewinn von mehr als dem Doppelten des durchschnittlichen tierbedingten Nährstoffumsatzes hatten ($NTI > 2$).

Bodenkalium- und -phosphorgehalte zeigten eine erhebliche Variabilität (Abb. 2; K_2O : 4–102 mg/100 g, P_2O_5 : 2–52 mg/100g). Die Konzentrationen beider Nährstoffe waren in hohen Grasnarbenbereichen deutlich höher als in niedrigen und nahmen mit zunehmenden Werten des NTI zu (Abb. 2). Grasnarbenbereich ($p < 0,0001$), NTI ($p < 0,0001$) und ihre Interaktion ($p = 0,041$ bzw. $p = 0,042$) zusammen erklärten 38 % bzw. 29 % der beobachteten Variabilität.

Die Unterschiede der Bodennährstoffgehalte zwischen hohen und niedrigen Grasnarbenbereichen selbst bei identischem NTI, weisen darauf hin, dass der NTI zumindest auf der Maßstabsebene der Grasnarbenbereiche die langfristigen Nährstoffflüsse nicht korrekt widerspiegelt. Nettonährstoffexport aus niedrigen Grasnarbenbereichen und Nährstofftransfer hin zu bevorzugten Ruhebereichen erscheinen jedoch als wichtige Einflussfaktoren auf die Bodennährstoffgehalte.

Schlussfolgerungen

Erwartungsgemäß wiesen Futteraufnahme und andere Verhaltensweisen unterschiedliche räumliche Muster auf. Die daraus theoretisch resultierende Nährstoffumverteilung spiegelte sich in den Bodenphosphor- und -kaliumgehalten wider. Anders als erwartet, dominierte das räumliche Muster des Ruheverhaltens und nicht das des Fressverhaltens die aus den Tieraufenthaltsdaten errechnete Nährstoffumverteilung. Die beobachtete Präferenz für niedrige Grasnarbenbereiche bei der Futteraufnahme war geringer als erwartet. Die Bodennährstoffgehalte deuten jedoch darauf hin, dass der langfristige Nährstoffexport aus niedrigen Grasnarbenbereichen höher ist, als aus den kurzfristigen Tieraufenthaltsdaten abgeleitet werden kann.

Aus den negativen Nährstoffbilanzen auf einem Großteil der Weidefläche und den stark positiven Nährstoffbilanzen auf kleinen Teilbereichen ergeben sich Konsequenzen sowohl für Nährstoffemissionen als auch für die langfristige Produktivität der Weidefläche. Andererseits können die resultierenden unterschiedlichen Standortvoraussetzungen innerhalb der Weidefläche die pflanzliche Diversität fördern. Zur Verringerung bzw. zum Ausgleich tierbedingter Nährstoffumverteilung auf Weideflächen könnten neue Technologien wie Virtual Fencing und teilflächenspezifische Düngung beitragen.

Diese Arbeit wurde durch eine Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützt (Förderkennzeichen TO 895/1-1).

Literatur

- DENSING, E. M., GABLER, J., EBELING, D., TONN, B. & ISSELSTEIN, J. (2015): Einfluss der Grasnarbenstruktur auf die funktionelle Zusammensetzung der Vegetation bei unterschiedlichen Beweidungsinensitäten auf einer Rinderstandweide. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 16, 200-203.
- KOCH, B., HOMBURGER, H., EDWARDS, P. J. & SCHNEIDER, M. K. (2018): Phosphorus redistribution by dairy cattle on a heterogeneous subalpine pasture, quantified using GPS tracking. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 257, 183-192.
- ÖDBERG, F.O. & FRANCIS-SMITH, K. (1976): Studies on the formation of ungrazed eliminative areas in fields used by horses. *Applied Animal Ethology* 3, 27-34.
- RÖVER, K.-U (2006): *Grazing behaviour and performance of beef cattle on grassland managed for biodiversity benefits*. Göttinger Agrarwissenschaftliche Beiträge 16.
- SCHNYDER, H., LOCHER, F. & AUERSWALD, K. (2010): Nutrient redistribution by grazing cattle drives patterns of topsoil N and P stocks in a low-input pasture ecosystem. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 88, 183-195.
- TONN, B., RAAB, C. & ISSELSTEIN, J. (EINGEREICHT): Sward patterns created by patch grazing are stable over more than a decade.
- TONN, B., WECKHERLIN, P. & THUMM, U. (2006): Kotstellenverteilung auf einer Umtriebsweide – Beeinflussung durch das Weidemanagement. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 7, 220-223.
- VAN UYTVANCK, J., MILOTIC, T. & HOFFMANN, M. (2010): Nitrogen depletion and redistribution by free-ranging cattle in the restoration process of mosaic landscapes: The role of foraging strategy and habitat proportion. *Restoration Ecology* 18, 205-216.

Kälberaufzucht auf der Kurzrasenweide

¹A. VERHOEVEN, ¹S. HOPPE, ²S. JANßEN UND ³M. PRIES

¹LK NRW, Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick, Kleve

²Hochschule Rhein-Waal, Kleve

³LK NRW, Fachbereich 71 Tierhaltung & Tierzucht recht, Bad Sassendorf

anne.verhoeven@lwk.nrw.de

Einleitung und Problemstellung

Für Milchkühe ist die Kurzrasenweide mit mittleren Wuchshöhen von 5 bis 7 cm während der gesamten Weideperiode ein bewährtes Weidesystem, um gleichzeitig hohe tierische Leistungen und Flächenproduktivitäten zu erzielen. Kann dieses Weidesystem auch mit Kälbern und Jungrindern erfolgreich praktiziert werden? Welche Zuwachsleistungen bei unter einjährigen Tieren und welche Flächenleistungen (Weide- und Schnittleistungen) sind realisierbar? Wie gehen die jungen Weidetiere mit der Endoparasiten-Belastung auf der Weide um?

Zu diesen Fragen wurden im Ökobetrieb des Versuchs- und Bildungszentrums Landwirtschaft Haus Riswick von 2015 bis 2017 Weideversuche nach dem 1. Schnitt mit jeweils 12 bis 14 Kälbern der Rasse Deutsche Holstein im Alter von gut 4 Monaten durchgeführt.

Material und Methoden

Die Ausgangssituation der Tiergruppen in den drei Versuchsjahren beschreibt Tabelle 1. Das Alter der Versuchstiere lag bei Weideauftrieb im Durchschnitt bei 145 Tagen mit einem mittleren Weideauftriebsgewicht von 166 kg. In allen Jahren lagen die täglichen Zunahmen der Kälber während der vorhergehenden dreimonatigen Aufzuchtphase im Schnitt bei etwa 850 g.

Tab. 1: Ausgangssituation der Kälber

Jahr	Anzahl	Alter, d	Gewicht, kg	Tageszunahmen, g ¹
2015	14	141	151	767
2016	12	146	176	913
2017	14	148	170	867

¹) TZ bis zum Weideauftrieb; bei fehlenden Geburtsgewichten 42 kg angenommen, 35 kg bei Zwillingen

In allen Jahren stand eine Dauergrünlandfläche von 4 ha für die Beweidung zur Verfügung. Die gesamte Fläche ist mit einem stationären Zaun begrenzt, zur Unterteilung der Fläche nach Weide- und Schnittbereich wurde ein mobiler Elektrozaun verwendet.

Die Zuteilung der Weidefläche erfolgte nach Vorgaben des Riswicker Weideplaners, einer Planungshilfe zum Weidemanagement einer Kurzrasenweide in Nordrhein-Westfalen (www.riswick.de), auf Basis der Tierzahlen, der Tiergewichte, der kalkulierten Trockenmasseaufnahme sowie des Weideaufwuchses. Im weiteren Verlauf der Weideperiode wurden bei der Flächenzuteilung zusätzlich Wuchshöhe und Witterung berücksichtigt.

Die Wuchshöhe der Kurzrasenweide wurde während der Weideperioden zweimal wöchentlich mit dem Herbometer gemessen. Die angestrebte Wuchshöhe liegt zwischen 5 und 7 cm. Die Ertragsermittlung erfolgte mit Hilfe von Weidekörben.

Zur Erfassung der Tiergewichte während der Weideperiode war auf der Weide eine stationäre, elektronische Waage aufgebaut. Mittels Transponder wurden die Tiere

individuell erkannt. Im Wiegekäfig wurde eine Mineralstoff-Leckmasse als Lockmittel angeboten. Gegebenenfalls wiederholte Gewichte eines Tieres wurden je Kalenderwoche gemittelt.

Aus dem Gewicht und Zuwachs der Tiere wurde die Energieaufnahme auf Basis der Empfehlungen zur Energieversorgung für Aufzuchttrinder der GfE (2001) berechnet, wobei wegen der erhöhten Bewegungsaktivität ein Zuschlag zum Erhaltungsbedarf in Höhe von 15 % erfolgte. Aus der Energieaufnahme wurde nachfolgend die Weideleistung abgeleitet. Die Berechnung der Flächenleistung erfolgte in MJ ME je ha und Jahr und berücksichtigt die Energie aus Weideleistung und Schnittnutzung.

Die Kälber wurden in allen drei Versuchsjahren phytomedizinisch-homöopathisch gegen Endoparasiten behandelt. Für die Behandlung wurde das Einzelmittel Abrotanum ausgewählt. Dieses Mittel wurde den Tieren zu Weidebeginn und weiterhin monatlich bis zum Weideabtrieb jeweils in Form einer fünftägigen Kur über die Tränke verabreicht. Darüber hinaus wurden während der Versuchszeiträume jeweils 4 tierindividuelle Kotproben zur Untersuchung des Endoparasitenbefalls genommen. Alle Proben wurden auf Magen-Darm-Wurm-Eier, Kokzidien-Oozyten und parasitäre Gebilde untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

In allen Versuchsjahren konnten die angestrebten Wuchshöhen im Rahmen der Vorgaben des Kurzrasenweide-Systems eingehalten werden. Die Wuchshöhenentwicklung auf der Weide lässt im Jahre 2015 eine ausgeprägte Sommertrockenheit sowie eine ausgesprochen wüchsige Spätherbstphase erkennen; das Jahr 2016 war das vergleichsweise Wüchsigste mit einem klassischen Wuchshöhenverlauf während der gesamten Weidezeit; 2017 startet nach dem ersten Schnitt zunächst verhalten mit einer kurzen Frühsommertrockenheit und daraus resultierend verringerten Zuwächsen.

Im Durchschnitt der Versuchsjahre konnten mittlere tägliche Zuwachsleistungen von 800 g bei ausschließlicher Weidefütterung von Kälbern erzielt werden (Tab. 2).

Tab. 2: Mittlere Tageszunahmen während der Weideperioden 2015-17, g/Tier/Tag

Jahr	Anzahl	Startgewicht, kg	Endgewicht, kg	Tageszunahmen, g
2015	12	154 +/- 23	295 +/- 18	779 +/- 55
2016	12	176 +/- 26	312 +/- 31	822 +/- 91
2017	12	169 +/- 16	300 +/- 37	798 +/- 67
MW	12	166	302	800

Eine jahresweise Betrachtung der Zuwachsleistungen der Kälber in den Vegetationsonaten zeigt deutliche Schwankungen, die zwischen 400 g/d im Mai 2017 und 1200 g/d im August 2016 liegen (Abb. 2). Ursachen hierfür sind beispielsweise im Mai 2017 relativ geringe Weideaufwüchse verbunden mit zunächst noch verhaltenen Weidefutteraufnahmen der Weidekälber und eine wüchsige Periode nach ausreichenden Niederschlägen im August 2016.

Das Weidejahr 2016 sticht nach verhaltenem Weidestart im Mai/Juni mit besonders hohen Tageszunahmen während der wüchsigen Sommermonate Juli bis September heraus; im Jahr 2015 starten die Weidekälber zunächst sehr gut, müssen dann jedoch mit der ausgeprägten Sommertrockenheit auf bereits vollständig zugeteilter Weidefläche von 4 ha zurechtkommen, was im Juni/Juli mit mittleren Tageszunahmen von gut 600 g nur schwer gelingt, im sehr wüchsigen Herbst mit deutlich überdurchschnittlichen Zuwachsleistungen jedoch vollends kompensiert wird. Die Weidekälber beginnen im Mai 2017 auf der Weide sehr schwach. Nach einer kurzen Frühjahrstrockenheit unter kurzzeitiger Beweidung der Gesamtfläche bleiben die tierischen Leistungen auf der Weide im Juni und Juli unterdurchschnittlich. Auch der September mit seiner nassfeuchten Witterung bremst die

Zuwächse der Tiere erheblich. Während der Monate August, Oktober und November werden besonders hohe Zuwachsleistungen erreicht. In den Herbstmonaten der Weidejahre 2015 und 2017 sorgte die wüchsige Witterung für sehr hohe tierische Zuwachsleistungen. Nach dem Wetterumschwung im Herbst 2016 (Oktober) zeigt sich auffällig der negative Einfluss der nasskalten Witterung mit deutlich sinkenden Zuwachsleistungen, so dass innerhalb einer Woche die Tageszunahmen drastisch abnahmen und sogar in den negativen Bereich glitten. Damit junge Tiere bei ungünstiger Herbstwitterung nicht zu viel Leistung verlieren, kommt es auch auf den optimalen Weideabtriebs-Zeitpunkt im Herbst an.

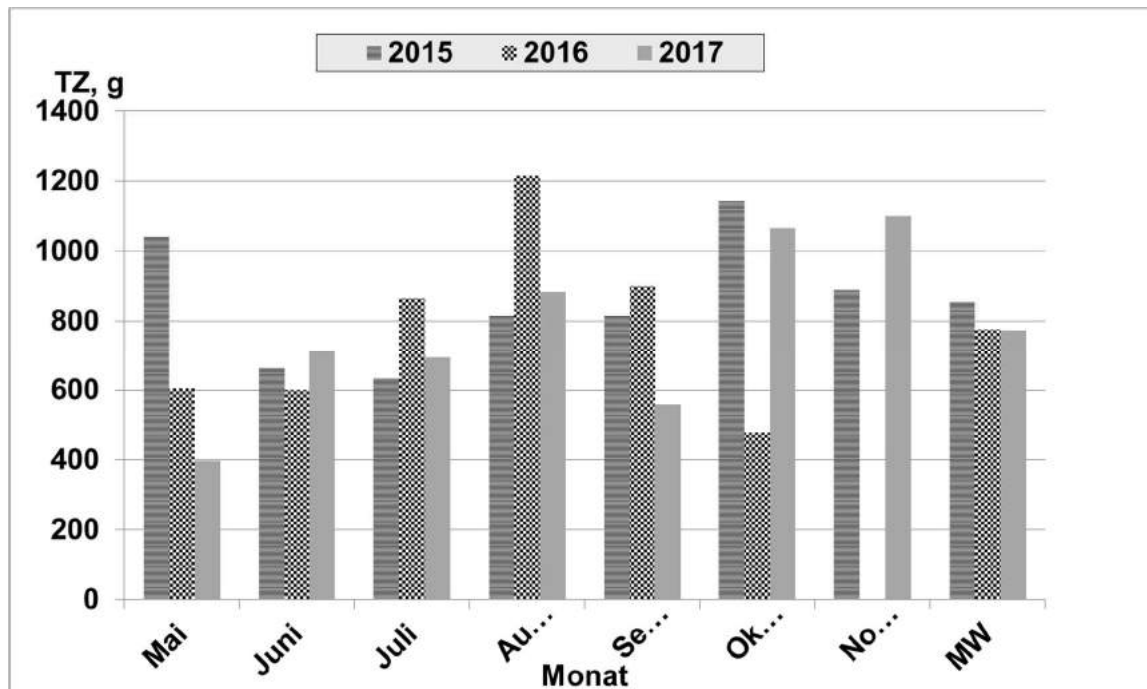


Abb. 2: Entwicklung der Tageszunahmen je Kalendermonat, 2015-17

Die Trockenmasseerträge unter den Weidekörben lagen im Weidejahr 2015, das durch eine langanhaltende Sommertrockenheit mit entsprechenden Ertragseinbußen gekennzeichnet war, bei knapp 104 dt Trockenmasse je Hektar und im eher feuchten, sehr wüchsigen Jahr 2016 bei nahezu 125 dt TM/ha. Das Jahr 2017 zeigte sich mit einem Ertragsniveau von 112,5 dt TM/ha etwa im Durchschnitt der drei Jahre.

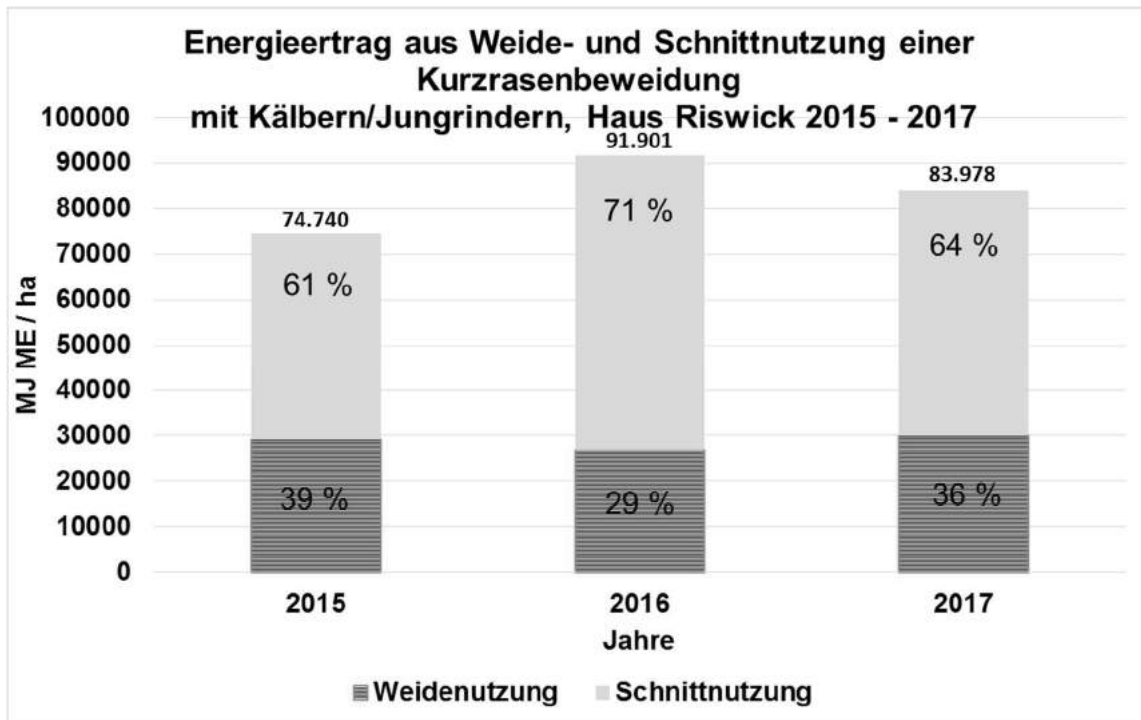


Abb. 3: Energieertrag aus Weide- und Schnittnutzung einer Kurzrasenbeweidung mit Kälbern/Jungrindern, 2015-17

Die Flächenleistung bestehend aus anteiliger Schnitt- und Weidenutzung variierte in den Jahren zwischen knapp 75.000 MJ ME und nahezu 92.000 MJ ME je Hektar (Abb. 3). Da der erste Aufwuchs jeweils zur Winterfuttermittelgewinnung genutzt wurde und die Kälber erst ab Mitte Mai aufgetrieben wurden, lag der durch Weidenutzung gewonnene Energieanteil im Durchschnitt der Jahre bei etwa 30.000 MJ NEL. Der Energieanteil aus der Weidenutzung variierte in den Jahren zwischen 29 und 39 %. Infolge besonders wüchsiger Witterungsbedingungen im Weidejahr 2016 waren der Schnittertrag und damit der Gesamtenergieertrag aus Weide- und Schnittnutzung vergleichsweise höher.

Ein Vergleich der Brutto- und Nettoflächenleistung zeigt, dass in den drei Versuchsjahren zwischen 71 und 74 % des Bruttoweidefutterangebotes über Weide- und Schnittnutzung ausgeschöpft wurden. Die Verluste (Weide- und Schnittverluste) können folglich mit Werten zwischen 26 und 29 % beziffert werden.

Die Kotprobenanalysen für die Weidetiere zeigten in den Versuchsjahren 2015-17 unter monatlicher homöopathischer Behandlung mit Abrotanum über die Weidetränke keine hochgradige Endoparasiten-Belastung. Interessant ist hier vor allem der Aspekt, dass es sich um sehr junge, immunschwache Weidekälber ab 4. Lebensmonat handelt, die bei der gewählten Abrotanum-Kur-Behandlung keine chemisch-synthetische Wurmkur erforderlich machte. Aufgetrieben wurden die Kälber bewusst erst nach dem 1. Schnitt, so dass durch diese Maßnahme der Parasitendruck zunächst gemildert war. Der Anteil der Kälber mit mittel- bzw. hochgradigem Wurmbefall war in allen Jahren im September am größten, konnte jedoch unter der begleitenden homöopathischen Kurbehandlung kompensiert werden, so dass sich die Kotprobenanalysen bei allen Tieren im Herbst bei Weideabtrieb wieder auf niedrigerem bzw. geringgradigem Niveau befanden. Das Immunsystem der Kälber wurde im Laufe der Weideperiode nachvollziehbar stabilisiert.

Schlussfolgerungen

Folgende Schlussfolgerungen lassen sich ableiten:

- Im Mittel der Jahre sind stabile Tageszunahmen von 800 g je Tier auf der Kurzrasenweide möglich. Auch im Herbst konnten beachtliche Leistungen erzielt werden. Der Zuwachs der Kälber bzw. Jungrinder ist stark witterungsabhängig: Hitzeperioden im Sommer und nasskühle Herbstwitterung bremsen den Zuwachs. Kompensatorische Wachstumsspitzenleistungen folgen auf verhaltene Zuwachsphasen. Weidesysteme sind deshalb immer sehr witterungsabhängig.
- Die Spannweite im Bruttoertrag (unter Weidekörben) unter ökologischen Bedingungen von 103,8 dt/ha im Weidejahr 2015 bis 124,6 dt/ha in 2016 begründet auch die analoge Abstufung in der Nettoflächenleistung von ca. 75.000 MJ ME/ha im Jahr 2015 bis knapp 92.000 MJ ME/ha in 2016.
- Bei ausgefeiltem Weidemanagement bewegten sich die Weide- und Ernteverluste auf der Kurzrasenweide mit Kälbern bzw. Jungrindern während der Jahre 2015-17 bei 25-30 %.
- Die Endoparasitenbelastung bei jungen immunschwachen Kälbern ist zu beachten. Empfehlung: Auftrieb nach 1. Schnitt; durch monatliche Abrotanum-Kur-Behandlung Stabilisierung des Immunsystems bis zum Weideabtrieb.
- Jungrinderaufzucht ist auf der Kurzrasenweide auch mit jungen Tieren (< 1 Jahr) sehr gut möglich und kann in Abhängigkeit betriebsindividueller Voraussetzungen auch sehr wirtschaftlich sein. Die Empfehlungen zum Wachstumsverlauf werden mit mittleren 800 g TZ/Tier gut erreicht.

Literatur

GFE 2001: (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder 2001, DLG-Verlag, Frankfurt/Main.

Maßnahmen zur Leguminosenförderung und -etablierung in einer Grünlandnarbe mittels Frässaat-„Hybridsystem“

M. WOLF UND H. LASER

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

wolf.marcjoerg@fh-swf.de

Einleitung und Problemstellung

Leguminosen im Dauergrünland tragen zur Steigerung der Nährstoffeffizienz und betriebseigenen Futterproteinmengen bei. Die über Leguminosen aus Grünlandsilagen in betriebliche Grundfütterationen eingebrachten Proteingehalte sind derzeit überaus niedrig. Dabei ist bekannt, welche positive Eigenschaften Klee- und Luzernegraskonserven in der Fütterung haben können (Dewhurst, 2013). In nordrhein-westfälischen Mittelgebirgslagen ist die Ackerfutterbaufläche begrenzt, und wird überwiegend für Mais genutzt. Werden Leguminosen in artenarmes, überwiegend für die Silierung genutztes Grünland in Form eines Hybridsystems integriert, wird nicht nur die Artenvielfalt gesteigert, sondern theoretisch auch die Produktivität und Effizienz dieses Anbausystems. Gräser, die in Nachbarschaft zu Leguminosen wachsen, können höhere Stickstoffaufnahmen aufweisen (Laser, 1999), da der über die Knöllchenbakterien symbiontisch gebundene Luftstickstoff auch in die Rhizodeposition eingeht (Fustec et al., 2010). Diese Nitrataufnahme durch die Nachbargräser reduziert Klimagasemissionen (Niklaus et al., 2006), welche auch vermieden werden, kommt eine umbruchlose Nachsaattechnik zum Einsatz. Ein Hybridsystem kann für den Landwirt desweiteren Vorteile im Bereich Arbeitswirtschaft mit sich bringen. In diesem Versuch wurden *Trifolium partense*, *Medicago sativa* und *Lotus corniculatus* mit einer Streifenfräse (Vakuumat-Slotter) in vollrandomisierte Parzellen gesät. Der Etablierungserfolg von Feinleguminosen in der konkurrenzstarken Narbe ist mit dieser Technik groß (Lange et al., 2011). Um die Entwicklungschancen auf dem schwierigen Mittelgebirgsstandort weiter zu verbessern, wurden leguminosenfördernde Maßnahmen eingesetzt. Hierzu gehörten, neben einer Beimpfung mit Rhizobien, Düngungen mit Selen und Schwefel.

Material und Methoden

In Form einer voll randomisierten Blockanlage (2,5 x 12 m Parzellengröße) wurde der Versuch zum 22.05.2014 mittels Frässaat (Vakuumat-Slotter, 8 Frässtreifen je 8 cm) in einer Altnarbe mit vier Wiederholungen angelegt. Gesät wurden Rotklee „Merula“, Luzerne „Verko“ und Hornklee „Rocco“ gemäß der Maxima der in der Saattabelle angegebenen Mengen, um den Mittelgebirgsbedingungen (410 m über NN, ca. 60 cm Bodentiefe mit 15% Skelettanteil, pH 5,9) Rechnung zu tragen. Die Inokulation der Kleearten mit *Rhizobium leguminosarum* erfolgte mittels neuer Pflanzenschutzspritze (Prima 5, Gloria) am 16.06., die der Luzerne mit *Ensifer meliloti* am 17.06. Eingesetzt wurden gekühlt transportierte Inokuli in Suspension mit Molke oder Maltose von Nadicom (Marburg, BRD). Nichtinokulierte Parzellen erhielten per Gießkannen eine Gabe von 30 l Wasser. Am zweiten Tag erfolgte zudem die händische Spurenelementdüngung (DinoSelenium 25®), welche jährlich zum ersten Schnitt wiederholt wurde. Weitere Nährstoffgaben erfolgten nicht.

Ernten wurden innerhalb der Parzellen mit einem Vollernter (Haldrup F-55) durchgeführt. Die Schnitthöhe betrug für die Gräser 7-8 cm, und für die tiefer liegenden Leguminosen 8-9 cm. Alle Parzellen wurden in Höhe der eingestellten Erntehöhe zur Bestandeshomogenisierung nachgemulcht (John Deere X304). Zum 26.06.2014 erfolgte ein Schröpfschnitt, um den Leguminosenjungpflanzen Raum zu schaffen. Am Abend des

13.07. erfolgte die erste Schwefelgabe mit Magnesiumsulfat (EPSO Top®, K&S). Während diese Gabe als Blattdüngung (5-Blattstadium) erfolgte, wurden alle folgenden Schwefeldüngungen über händisches Streuen vor Niederschlägen durchgeführt. In der Summe wurden 80 kg S ha⁻¹ a⁻¹ gedüngt, welche gleichmäßig auf Gaben zu den drei Schnitten aufgeteilt wurden.

Die während der Ernte vom Laufband des Vollernters über die Parzellen genommenen Mischproben wurden bei 60°C getrocknet, vermahlen und mit NIRS™5000 (Foss, Hillerød, Dänemark) analysiert. Aliquote hieraus wurden 2015/16 mittels „vario MAX CNS“ (Elementar Analysensysteme GmbH, Hanau, BRD) auf die Stickstoff- und Schwefelgehalte untersucht.

Tab. 1: Übersicht der Varianten des Versuches mit und ohne (+/-) den ausgewählten Maßnahmen zur Leguminosenförderung, inklusive der Nullkontrolle und einer Rotkleecontrolle mit Übersaat.

Nr.	Leguminose	Frässaat	Rhizobien	Selen	Schwefel
1.	-	-	-	-	-
2.	Ackerrotklee	-	-	-	-
3.	Ackerrotklee	+	-	-	-
4.	Ackerrotklee	+	+	+	-
5.	Ackerrotklee	+	+	+	+
6.	Luzerne	+	-	-	-
7.	Luzerne	+	+	+	-
8.	Luzerne	+	+	+	+
9.	Hornklee	+	-	-	-
10.	Hornklee	+	+	+	-
11.	Hornklee	+	+	+	+

Ergebnisse und Diskussion

Der Versuch hat ergeben, dass nach einer Reihenfrässaat und Beimpfung eine verbesserte Etablierung der Leguminosen erfolgt (Abb. 1). Während die mit dem typischen Mittelgebirgsstandort einhergehende Bodenheterogenität bereits Einfluss auf das Auflaufen und das Wachstum der Jungpflanzen zeigte, und ungünstige Klimabedingungen während eines nassen Herbstes und wechselhaft warm-kalten Winters vor allem bei der Luzerne und dem Hornklee die Bestände stark ausgedünnt haben, wurden zusätzlich durch Schädner (*Arvicola scherman*, *Lepus europaeus*, *Microtus arvalis*, *Myodes glareolus*) große Abweichungen zwischen den Wiederholungen verursacht. Dies erschwert einen Vergleich der Varianten. Es ist zudem wahrscheinlich, dass wildlebende Herbivoren in einem Mischbestand, wie er in dem Versuch etabliert wurde, die Leguminosen stärker schädigen als die Grasarten. Zusammenhängende Leguminosenreihen fördern dabei offenbar selektiven Fraß.

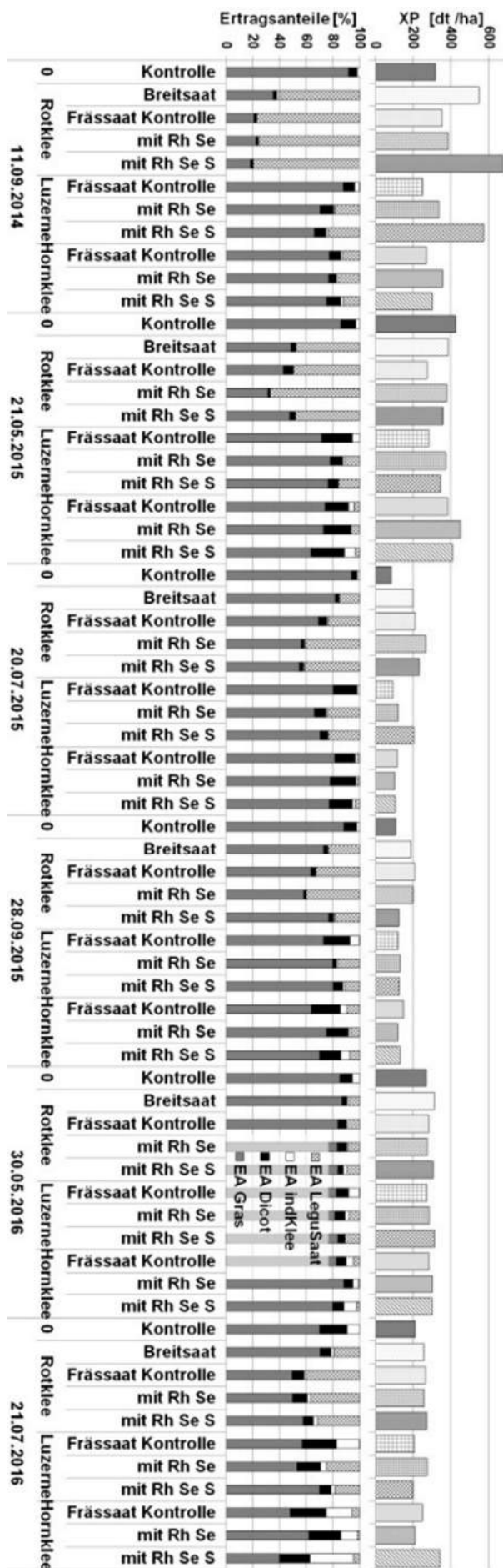


Abb. 1: Mittelwerte der mittels NIRS ermittelten Rohproteingehalte (XP) in der Nullkontrolle (0) und den Varianten mit Frässaat der Leguminosen Rotklee, Luzerne und Hornklee, auf die Förderungsmaßnahmen in Form von Beimpfung mit Rhizobien (Rh) und 25 kg ha⁻¹ a⁻¹ Selengabe (Se) oder zusätzlich über drei Schwefelgaben (Σ = 80 kg S ha⁻¹ a⁻¹) folgen. Diese sind im Verhältniss zu den kurz vor den Ernteterminen erfolgten Bestandesbonituren gezeigt. Die Felder hierin zeigen anteilig am Gesamtaufwuchs die Ertragsanteile (EA in geschätzten % der TM) der in die Frässtreifen gesäten Leguminosen (LeguSaat), des vor allem aus Weißklee bestehenden indigenen Kleeanteils (indKlee), der Verkrautung durch dicotyle Pflanze außer Leguminosen (Dicot) und der Grasarten in der Grünlandnarbe (Gras).

Die Ertragsanteile des Rotklees stiegen im ersten Anbaujahr auf circa 80 % an (Abb. 1), was bedeutet, dass der verwendete Mattenrotklee weit über die Frässaatstriefen hinaus fast die ganzen Parzellen bedeckte. Ein Rohproteinmehrertrag war dennoch nur in der Variante mit Schwefeldüngung festzustellen, und in der Breitsaatkontrolle, wo die bestehende Grasnarbe nicht durch die Streifenbearbeitung gestört wurde. Die Luzerne war im Jungpflanzenstadium durch Schadinsekten und pilzliche Krankheiten betroffen, so dass sie nicht die Ertragsanteile des Rotklees erreichen konnte. Ohne Beimpfung war überhaupt keine Etablierung dieser Art an dem Versuchsstandort möglich. Dennoch erreichten kaum über 20 % liegende Ertragsanteile dieser „Königin der Futterpflanzen“ mit der Behandlung Schwefeldüngung Proteinmehrerträge, welche an die der Rotkleeanteile heranreichten. Hornklee konnte keinerlei Mehrerträge im Vergleich zur Nullkontrolle verzeichnen. Die Frässaattechnik erlaubte jedoch eine Etablierung von Hornklee in Ertragsanteilen um die 10 %, trotz der geringen Konkurrenzkraft dieser Art. Im weiteren Versuchsverlauf wurden diese Anteile nicht mehr erreicht, auch in trockenen Sommern nicht. Anders bei der Luzerne, wo nach Wachstumsproblemen im Frühjahr zum zeitweise heißen Sommer 2015 selbst in sehr lückigen Beständen wieder über 20 % Ertragsanteile erreicht werden konnten. Diese Ertragsbeteiligung war vor allem über Höhenwachstum möglich.

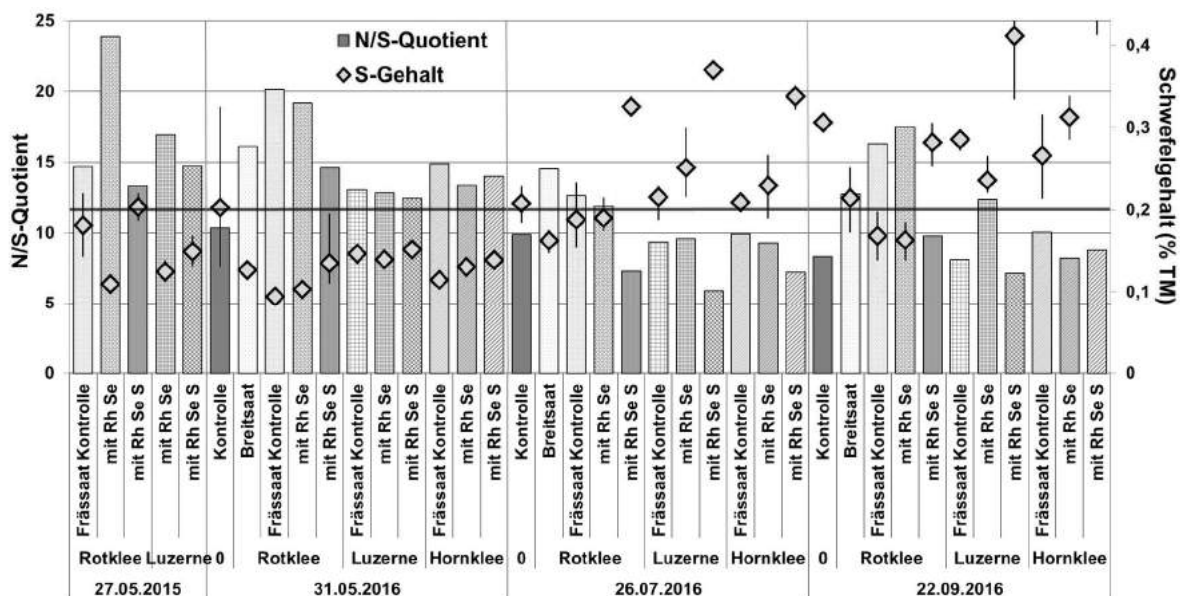


Abb. 2: Mittelwerte der Nullkontrolle (0) und Varianten mit Frässaat der Leguminosen, auf die Förderungsmaßnahmen, entweder in Form von Beimpfung mit Rhizobien (Rh) und 25 kg ha⁻¹ a⁻¹ Selengabe (Se), oder über drei zusätzliche Schwefelgaben ($\Sigma = 80 \text{ kg S ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$) folgten. Die mittels CNS-Analyse bestimmten Verhältnisse von Stickstoff zu Schwefel (N/S-Ratio) sind in Form der Balken dargestellt. Die Schwefelgehalte in den Mischaufwüchsen des repräsentativen Blocks (n = 2) sind in Form von Rauten angezeigt. Deren Fehlerindikatoren zeigen die Maxima und Minima der zwei Messungen je Probe. Die durchgezogene, schwarze Linie zeigt den Optimalbereich für einen N/S-Quotienten von 12.

Auch in 2016 wurden wieder Ertragsanteile der Luzerne von 20 % erreicht, nach nur knapp vier bis fünf Prozent im Mai. Die tiefere Wurzelung der Luzerne zeigte bei Trockenheit erhebliche Vorteile. Dies ermöglichte mit denen des Rotklees vergleichbare Proteinmehrerträge. Während Rotklee bereits Welkeerscheinung und einen Wachstumsstopp zeigte, bildete Luzerne noch neue Blätter. Besonders aber der Restbestand zeigte bei Trockenheit Ertragseinbußen und Qualitätsverluste. So machte es im Spätsommer 2016 keinen Sinn die Ertragsanteile vergleichen zu wollen, da nur die Pflanzenmasse der eingesäten Leguminosen noch vollständig grün war. Im Laufe der Versuchsdauer führten Aushagerungseffekte und oftmals hohe Lückigkeit der Bestände zu einem Verlust wertvoller

Futtergräser. So nahmen im letzten Jahr auch in anderen, als den Hornkleevarianten, die Krautanteile erheblich zu. Bei diesen Parzellen wies die schwefelgedüngte Variante 2016 erstmals die höchsten Erträge auf, jedoch nicht aufgrund des Hornkleewachstums, sondern der Ausbreitung von Weißklee aus dem Diasporenvorrat der Jahre vor Versuchsbeginn. Insgesamt zeigte sich retrospektiv, dass vier anstelle von nur drei Schnitten im Jahr aufgrund der klimatischen Rahmenbedingungen vermutlich problemlos möglich gewesen wären, ohne dass die Futterqualität oder Ausdauer der Leguminosen darunter gelitten hätten.

Trotz der erschwerten Bedingungen zeigt der Versuch die Effektivität von Schwefeldüngung, auch auf Böden welche sich typischerweise (noch) nicht durch Defizite dieses Makronährstoffes auszeichnen. So resultierte Schwefeldüngung in tendenziell erhöhten Schwefelgehalten des Grünlandaufwuchses (Abb. 2). Nur im trockenen Mai 2016 war kaum ein Effekt festzustellen. Alle Schwefelgehalte lagen im Mai 2016 niedrig. Wenn es aber gelang die Schwefelgehalte zu erhöhen, brachten sie verbesserte Stickstoff-Schwefel-Verhältnisse mit sich, vor allem was Rotklee betraf. Der Stickstoff-Schwefelquotient sollte bei 12 liegen, da dieser Wert dem durchschnittlichen Verhältnis in Pflanzenproteinen am nächsten kommt (Laser, 2005). Ähnliche Quotienten sind in mikrobiellen und tierischen Proteinen anzusetzen, so dass in der Milchviehration Verhältnisse von N zu S in einem Bereich von 7 zu 1 bis 15 zu 1 zu finden sein sollten. Ein Orientierungswert für anzustrebende Schwefelgehalte einer Milchviehration liegt bei 0,2 % der Trockenmasse (Lfl., 2015). Durch steigende Rotkleeanteile nehmen Stickstoffgehalte im Gesamtaufwuchs zu, was ohne Schwefeldüngung teilweise zu Stickstoff-Schwefelquotienten von über 15 führt. In diesen Fällen ist nicht auszuschließen, dass die N-Gewinne aus der N₂-Fixierung der Leguminosen aufgrund des relativen S-Mangels nicht in vollem Umfang zu einem Proteinmehrertrag führen. Schwefelgaben können also potenziell zu einer verbesserten N-Effizienz führen.

Schlussfolgerungen

Der Versuch zeigte positive Effekte der Leguminosenintegration durch Frässaat in zuvor leguminosenarmen Grünland. Die Vegetationsstruktur der Grünlandnarbe veränderte sich im Zuge trockener und heißer Sommer, sowie unter dem massiven Einfluss von Schadnagern deutlich. Es zeigte sich, welche Schwierigkeiten die Etablierung von Leguminosen in Grünlandbestände mit sich bringen kann, und weshalb Landwirte vor entsprechenden, betrieblichen Versuchen zurückschrecken. Somit kann auch nicht ausreichend beantwortet werden, welchen langfristigen Effekt die Massnahmen hatten, die die Leguminosen weiter fördern sollten. Mittels der Saattechnik war es jedoch möglich Arten wie den konkurrenzschwachen Hornklee und die anspruchsvolle Luzerne in eine vormals intensiv gedüngte Grasnarbe zu etablieren. Dies ermöglichte für drei Jahre relevante Ertragsanteile der Leguminosen zu schaffen und zeigte damit, welches Potenzial in Grünlandmischbausystemen liegt. Die Frässaat von Rotklee und Luzerne in intensives Grünland könnte vor allem in Mittelgebirgslagen, die eine stark rückläufige Bedeutung von Leguminosen im Ackerfutterbau aufweisen, deren Beitrag zur Produktion von wirtschaftseigenem Futterprotein wieder erhöhen.

Literatur

- DEWHURST, R.J. (2013): Milk production from silage: comparison of grass, legume and maize silages and their mixture. *Agricultural and Food Science* 22, 57-69.
- FUSTEC, J., LESUFFLEUR, F., MAHIEU, S. & CLIQUET, J.B. (2010): Nitrogen rhizodeposition of legumes. A review. *Agronomy for Sustainable development* 30, 57-66.
- LANGE, G., BÖHM, H. & BERENDONK, C. (2011): Methoden zur Verbesserung der Vegetationszusammensetzung in ökologisch bewirtschaftetem Grünland. IN: Leithold, G. et al. (Eds.): Es geht ums Ganze: Forschen im Dialog von Wissenschaft und Praxis. Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Justus-Liebig-Universität Gießen, 111-114.

LASER, H. (1999): Zur Leistung einschließlich Gäreignung von Arten des *Festuco-Cynosuretum* unter variierenden Bedingungen. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.

LASER, H. (2005): Untersuchungen zum Bedarf von Schwefel- und Selen-Gaben in extensiven Weidesystemen in Abhängigkeit von Pflanzenbestand und Standort. German Journal of Agronomy 9, 29-41.

LFL (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT) (2015): Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Schafe, Ziegen. 38. Auflage, Freising-Weihenstephan.

NIKLAUS, P.A., WARDLE, D.A. & TATE, K.R. (2006): Effects of plant species diversity and composition on nitrogen cycling and the trace gas balance of soils. Plant and Soil 282, 83–98.