



Arbeitsgemeinschaft **G**rünland und **F**utterbau
der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V.



**59. Jahrestagung der AGGF in Aulendorf
vom 27. – 29. August 2015**

„Grünland effizient und umweltschonend nutzen“

L A Z  B W

LANDWIRTSCHAFTLICHES ZENTRUM BADEN-WÜRTTEMBERG
RINDERHALTUNG · GRÜNLANDWIRTSCHAFT · MILCHWIRTSCHAFT · WILD · FISCHEREI

Impressum

Herausgeber: Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg für Rinderhaltung, Grün-
landwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei (LAZBW)
Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf
www.lazbw.de

Editors: Jörg Messner
 Martin Elsässer

Bezug: Über den Herausgeber

Druck: Druck & Kalendermarketing Mario Sosset, Kißlegg

ISBN: 978-3-00-049985-2

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

Alle Rechte vorbehalten.

© Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW) 2015

Wir bedanken uns herzlich für die großzügigen Zuwendungen für die 59. AGGF Jahrestagung in Aulendorf

bei:

**Ministerium Ländlicher Raum und
Verbraucherschutz Baden-Württemberg**



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM
UND VERBRAUCHERSCHUTZ

BayWa AG München



Vorwort

Siebzehn Jahre nach der letzten Tagung der AG Grünland und Futterbau findet die nunmehr 59. Jahrestagung der „Grünländer und Grünlandinstitute“ wieder in Aulendorf statt. Vieles hat sich seit damals geändert. Geblieben sind das damals kreierte Logo, das Erscheinen des Tagungsbandes zu Tagungsbeginn, die thematische Schwerpunktsetzung und die Posterprämierung. Der Begriff „Grünland“ hat dabei an Bedeutung verloren und wird zunehmend durch das englische Wort „grassland“ ersetzt. Wohlwissend, dass auch Kräuter und Leguminosen eine bedeutende Rolle im Ökosystem Grünland spielen und „Grasland“ eigentlich viel zu kurz greift.

Nationale und deutschsprachige Arbeitstreffen und Tagungen sind nur noch teilweise die Basis und das Podium für den wissenschaftlichen Nachwuchs. Internationalität und wissenschaftlich gerankte Paper zählen inzwischen oft mehr als das Gespräch und der kollegiale Austausch über Forschungsprojekte und die Festlegung des Status Quo des Grünlandes hierzulande. Aber ist das nicht auch zu kurz gedacht? Wie und wo sollen sich Grundlagenwissenschaftler und angewandt arbeitende Forscher treffen und austauschen? Wo, wenn nicht bei der jährlichen AGGF-Tagung kann festgestellt werden, was Grünland und die „Grünländer“ ausmacht? Deshalb ist es ganz besonders erfreulich, dass in diesem Jahr an der Tagung in Aulendorf nicht nur viele Kollegen aus ganz Deutschland, sondern auch wieder aus der deutsch- und französischsprachigen Schweiz, aus Frankreich, Luxemburg, Belgien, Ägypten, Slowenien und Italien teilnehmen und ihre Arbeiten präsentieren. Sie alle sind uns herzlichst willkommen als ein Teil der „Grünlandfamilie“, die sich zwar immer wieder verändert, aber weiter lebt.

1951 fand die AGGF Wintertagung in Aulendorf statt und der damalige Leiter des Aulendorfer Grünlandinstituts, der spätere Minister Dr. F. Brünner, konstatierte treffend in seinem Resümee: „Der Wert des Grünlandes wird immer noch unterschätzt“! Heute – über 60 Jahre später - gilt dies immer noch und vielleicht sogar noch stärker angesichts des Umbruchverbotes. Gerade an dieser Stelle sollte angesichts der Bedeutung des Grünlandes für die Biodiversität und Nachhaltigkeit neu nachgedacht werden. Es ist unsere Aufgabe die Bedeutung von Grünland nicht nur zu erkennen, sondern Grünland als Forschungsobjekt weiter zu entwickeln. Die Vorträge und Poster dieser Tagung sind dafür hervorragend geeignet. Den Referenten gebührt daher unser besonderer Dank. Dank gebührt aber auch den Sponsoren, allen voran dem Ministerium Ländlicher Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg und der BayWa AG für ihre großzügige Unterstützung der 59. Jahrestagung 2015.

Wir Aulendorfer vom LAZBW freuen uns auf unsere Gäste und die Begegnung und den Austausch mit Ihnen.

Prof. Dr. Martin Elsässer

Franz Schweizer

FB Grünlandwirtschaft und Futterbau

Direktor des LAZBW

Nachruf Dr. Briemle

Kurz vor Weihnachten 2014 ist nach kurzer schwerer Krankheit der ehemalige Grünlandbotaniker des Landwirtschaftlichen Zentrums (LAZBW), Dr. Gottfried Briemle im Alter von 66 Jahren in Aulendorf verstorben. Dr. Briemle war auf seinem Fachgebiet ein weit über die Grenzen Baden-Württembergs hinaus bekannter und anerkannter Grünlandbotaniker und Ökologe. Zum Beispiel haben seine Mahd- und Weideverträglichkeitszahlen, die er zusammen mit Prof. Ellenberg entwickelt hat, große Verbreitung gefunden. Sehr anerkannt sind auch seine Arbeiten bei der Stickstofflieferung von Grünlandböden sowie sein Beitrag zur Wirkung der Extensivierung von Grünlandflächen. Auch beim Fördertatbestand „Blumenwiese“ im Rahmen des MEKA-Programms war er ein wichtiger Impulsgeber. Daneben wirkte er an zahlreichen Büchern zum Thema Ökologie und Esoterik mit. Dr. Briemle war ein solider und gut ausgebildeter Grünlandbotaniker, der sich mit Herz und Seele seinem Aufgabengebiet verschrieben hatte. Nach der Schulausbildung absolvierte der gebürtige Mengener eine Lehre als Gärtner, die er mit der Gehilfenprüfung abschloss. Nach praktischen Tätigkeiten als Gärtner entschloss er sich zu einem Studium der Landespflege an der Fachhochschule Weihenstephan. Anschließend absolvierte er den Diplomstudiengang Landespflege an den Technischen Universitäten Berlin und Hannover. Daran anschließend promovierte er an der Universität Hohenheim zum Doktor der Agrarwissenschaften. Die Referendarausbildung für den höheren landwirtschaftlichen Dienst beendete er Ende 1981. Ab 1982 war er zunächst als Angestellter bei der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) in Karlsruhe und der Bezirksstelle für Natur- und Landschaftspflege Freiburg tätig. Im Dezember 1984 erfolgte die Versetzung an die damalige Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau Aulendorf. Insgesamt war er fast 25 Jahre in der später in das LAZBW aufgegangenen Einrichtung als Grünlandbotaniker tätig. Eines seiner besonderen Markenzeichen war die Verknüpfung von Naturschutz und landwirtschaftlichen Aspekten in der Grünlandnutzung.

Inhaltsverzeichnis

Vorträge

Grünlandnutzung in Baden-Württemberg – von MEKA bis FAKT, von extensiv bis intensiv Elsässer, M.	13
Erhaltungszustand und derzeitige Situation von Mageren Flachland-Mähwiesen in Baden-Württemberg am Beispiel des Landkreises Esslingen Raufer, B., Seither, M., Bauer, R., Thumm, U. & Elsässer, M.	23
Vegetationszusammensetzung eines Halbtrockenrasens nach 31 Jahren unterschiedlicher Bewirtschaftung Seither, M.	29
Rationszusammensetzung und Futterautonomie von Schweizer Milchproduktionsbetrieben Reidy, B. und Ineichen, S.	35
Flächenhafte Erfassung von Schnitfterminen mittels Radartechnik zur Optimierung von Grünlandertragsschätzungen Grant, K., Siegmund, R., Wagner, M., Kluß, C., Herrmann, A., Taube, F. & Hartmann, S.	40
webGRAS: Eine Web-Applikation zur Schätzung der potenziellen Futterqualität vom ersten Aufwuchs der Südtiroler Dauerwiesen Peratoner, G., Romano, G., Schaumberger, A., Piepho H.P., Bodner, A., Florian, C. & Figl, U.	46
Wieviel Futteraufwuchs „geht am Rindermaul vorbei“? Brutto- und Nettoweideleistung einer extensiven Rinderstandweide unter verschiedenen Beweidungsintensitäten Ebeling, D., Tonn, B. & Isselstein, J.	52
On Farm Methode zur differenzierten Quantifizierung von Energie-, Stickstoff- und Phosphoreffizienzen auf Betriebsebene Kohnen, H., Boonen, J., Conter, G., van Vliet, G. & Wengler, F.	58
Umfassende Ergebnisse zur Differenzierung des Merkmals Jugendentwicklung von Deutschem Weidelgras, Wiesenschwingel und deren Hybriden Lunenberg, T., Hartmann, S. & Friedt, W.	64
Mehrjährige Effekte einer unterschiedlich terminierten Herbst- bzw. Wintergülledüngung auf Stickstoffauswaschung und N-Verwertung im Primäraufwuchs von Dauergrünland Loges, R., Lorenz, E., Kluß, C. & Taube, F.	70
Beweidungsintensität und Ökosystemleistungen in subalpinen Weiden Schneider, M.K., Homburger, H., Scherer-Lorenzen, M. & Lüscher, A.	76
Entwicklung einer Beratungsmethode zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit von Milchproduktionsbetrieben im Französischen und Schweizer Jura Grob, N., Altermath, J., Boillat, C., Frutschi, V., Guy, A., Roumet, J.P., Python, P. & Reidy, B.	80

Posterbeiträge **Sektion Futterbau, Züchtung und Pflanzenschutz**

Kalkdüngung zu Grünland - Versuchsergebnisse von zwei bayerischen Standorten Diepolder, M. und Raschbacher, S.	85
Luzerneetablierung auf leichten Sandstandorten ? Herrmann, A., Pils, M., Wiermann, C., Hinrichsen, H.C., Ingwersen, B. & Taube, F.	89
Insights into forage quality of grass-legume mixtures and monocultures as affected by nitrogen fertilization Salama, H. and Nawar, A.	93
Variation für das Merkmal Trockentoleranz in Deutschem Weidelgras (<i>Lolium perenne</i> L.) Westermeier, P., Wosnitza, A., Willner, E., Feuerstein, U., Luesink, W., Schulze, S., Schum, A. & Hartmann, S.	97
Was leisten „alternative“ Kulturen im Vergleich zu Energiemais? Wurth, W., Jilg, A., Messner, J., Löffler, C., Elsässer, M. & Zürcher, A.	101
Chancen für die biologische Bekämpfung des Ampfers mit einem einheimischen Glasflügler Hahn, M., Häfliger, P., Schaffner, U. & Lüscher, A.	106
Wirkung der Kalkdüngung auf mit Hahnenfuss verunkrauteten Wiesen Huguenin-Elie, O., Stutz, C.J., Gago, R. & Lüscher, A.	110
Nitratauswaschung und Nährstoffeffizienz bei Gülledüngung im Grünland bei erhöhten N-Gaben aus Gülle Wolf, M. und Laser, H.	114
Grünlandmischungen als Basis für erfolgreiche Grünlandwirtschaft Wurth, W. und Elsässer, M.	118
Nachhaltige Intensivierung von Ansaatwiesen Hengartner, W.	122
Untersuchungen zur Initialentwicklung von Nachsaaten mit <i>Lolium perenne</i> und <i>Festulolium braunii</i> auf degradiertem Niedermoor Haberstroh, L., Titze, A., Mahnke, B. & Müller, J.	126
Zusammenhang zwischen Phosphorgehalten in Grünlandaufwüchsen, nutritiven Qualitätsparametern und der Phänologie der Hauptbestandbildner im ökologischen Landbau Mahnke, B., Thun, A.S., Müller, J. & Wrage-Mönnig, N.	130
Stickstoffeffizienz im Langzeitdauergrünlandversuches in Erpeldingen (Luxemburg) Wengler, F., Boonen, J., Felten, C., Kohnen, H. & Santer, M.	134

Posterbeiträge **Sektion Futterqualität / Tierernährung**

Untersuchungen zur Rolle des Grases in der Proteinversorgung von Milchvieh Martens, S. und Steinhöfel, O.	137
Chemische Zusammensetzung und Vergärbarkeit von Grünlandaufwüchsen bei unterschiedlicher Schnittnutzung Schmalzer, K. und Barthelmes, G.	140
Einfluss von Sorte und Umwelt auf den Gehalt löslicher Kohlenhydrate in <i>Lolium perenne</i> L. Hofer, D., Suter, D. und Lüscher, A.	144

Ein statistisches Modell zur Schätzung des Rohproteingehaltes der Dauerwiesen Südtirols	
Romano, G., Piepho, H.P., Schaumberger, A., Bodner, A., Florian, C., Figl, U. & Peratoner, G.	148
Physiologische Reife, Siliereignung und Gärqualität von Rohrschwengel im Vergleich zu anderen Gräsern und einer Grasmischung	
Nußbaum, H.	152
Einfluss des Fütterungssystems auf die Fett- und Proteinzusammensetzung der Milch	
Sutter, M., Bär, C., Egger, C., Portmann, R., Bisig, W. & Reidy, B.	156
Einfluss von Reifetyp und Art des Begleitgrases für Ertrag und Qualität von Rot- bzw. Weißklee gras	
Loges, R., Hamacher, M., Kluß, C. & Taube, F.	160
Wachstums- und Futterqualitätsdynamiken von unterschiedlich intensiv genutzten Klee grasbeständen	
Loges, R., Lorenz, H., Hamacher, M., Kluß, C. & Taube, F.	164
Über den Beitrag von Inkarnatklee (<i>trif. incarnatum</i>) als Zwischenfrucht zur Versorgung von Nutztieren mit essentiellen Aminosäuren	
Sommer, H., Hartmann, S., Schultz, H. & Sundrum, A.	168
Über den Beitrag von Perserklee (<i>trif. resupinatum</i>) als Zwischenfrucht zur Versorgung von Nutztieren mit essentiellen Aminosäuren	
Sommer, H., Hartmann, S., Schultz, H. & Sundrum, A.	171

Posterbeiträge

Sektion Weide

Beeinflussung des Biomassewachstums sowie der Selektivität von Weidetieren durch Exkrementstellen bei extensiver Beweidung	
Scheile, T., Isselstein, J. & Tonn, B.	174
Weideperiode 2014 in unterschiedlichen Regionen Mitteleuropas	
Leisen, E.	178
Ausdauer von Rohrschwengel unter langjährigen Weidebedingungen	
Gregis, B. und Reidy, B.	182
Futterbauliche Leistungen von Kurzrasenweiden und Bestandsqualität im direkten Systemvergleich	
Wolf, M. und Laser, H.	186
Eignung von Rohrschwengel (<i>Festuca arundinacea</i>) in Mischungen unter Beweidung	
Elsässer, M., Ihrig, M & Rothenhäusler, S.	190
Wieviel Milch bringt die Weide? Vergleich zweier Berechnungsmethoden	
Cleven, M., Verhoeven, A., Pries, M., Berendonk, C. & Wrage-Mönnig, N.	193
Weideverhalten von Pferden in Abhängigkeit von organischer Düngung und Weidepflege	
Alaid, H., Giebelhausen, H., Hochberg, H. und Zotzmann, H.	196
Einfluss der Grasnarbenstruktur auf die funktionelle Zusammensetzung der Vegetation bei unterschiedlichen Beweidungsintensitäten auf einer Rinderstandweide	
Densing, E.M., Gabler, J., Ebeling, D., Tonn, B. & Isselstein, J.	200
Zusammenhang zwischen räumlichen Mustern des Weideverhaltens, Exkrementstellenverteilung und großräumiger Heterogenität der Bodennährstoffgehalte bei Rinder- und Schafbeweidung	
Tonn, B., Stünke, R., Scheile, T. & Isselstein, J.	204

Besser als ihr Ruf? Artenvielfalt und Vegetationskomposition von Pferdeweiden im direkten Vergleich zu Rinderweiden der Praxis.	
Schmitz, A. und Isselstein, J.....	208
Räumliche und zeitliche Nutzung eines heterogenen naturnahen Grünlandstandortes durch Weiderinder	
Defoy, M., Grenzdörffer, G., Wrage-Mönnig, N. & Müller, J.....	212
Posterbeiträge	Sektion Nachhaltigkeit
Effekt des Erntetermins von Silomais auf Maisertrag, N-Aufnahme von Zwischenfrüchten und assoziierte Umwelteffekte – ein Trade-off?	
Komainda, M., Taube, F., Kluß, C. & Herrmann, A.....	216
Entwicklung der Flächenproduktivität in den letzten 10 Jahren mit großen Standortunterschieden	
Leisen, E.....	220
Untersuchung der Bodenstruktur und der Wurzelentwicklung in unterschiedlich bewirtschafteten Grünlandstandorten mittels Mikro-Röntgencomputertomographie	
Kuka, K., Illerhaus, B. & Joschko, M.....	224
Methoden der Grünlandverbesserung im ökonomischen Vergleich	
Elsässer, M., Rothenhäusler, S. & Wurth, W.	227
Einfluss von Bewirtschaftungsfaktoren auf den Großen Wiesenknopf (<i>Sanguisorba officinalis</i> L.)	
Dullau, S., John, H. & Tischew, S.....	230
Betriebsspezifischer Entwicklungsplan: On-farm Methode kommerzielle Milchviehbetriebe zu verbessern	
Kohnen, H., Boonen, J., Conter, G., van Vliet, G. & Wengler, F.	234
Ansatz zur Nährstoffbilanzierung auf dem Grünland	
Sommer, H.....	237

Grünlandnutzung in Baden-Württemberg – von MEKA bis FAKT, von extensiv bis intensiv

Elsaßer, M.

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW)

Atzenberger Weg 99, D-88326 Aulendorf, martin.elsaesser@lazbw.bwl.de

Einleitung

„Die Zunahme der Weltbevölkerung lässt es nicht mehr zu, dass die großen Grünlandflächen der Welt weiterhin so extensiv bewirtschaftet werden wie bisher. Man muss durch entsprechende Maßnahmen vom Grünland ähnliche Erträge erzielen wie vom Acker.“ Diesem Zitat von Dr. Friedrich Brüner im Jahre 1953, dem ersten Leiter der Aulendorfer Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau folgend, waren und sind die Mitarbeiter des Aulendorfer „Grünlandinstitutes“ von seiner Gründung im Jahr 1949 an bestrebt, die Produktivität des Grünlandes zu erhöhen. Die notwendigen Maßnahmen bei der Anpassung der Bewirtschaftung an die Bedürfnisse des Pflanzenbestandes und die Gegebenheiten des Standortes prägen auch heute noch die Arbeit des Fachbereiches „Grünlandwirtschaft und Futterbau“ am LAZBW.

Grünlandstandorte in Baden-Württemberg

Baden-Württemberg ist geologisch in Schichtstufen gegliedert und von zwei Höhenregionen, dem niederschlagsreichen Schwarzwald aus Urgestein und Buntsandstein und der sommertrockenen Schwäbischen Alb aus kalkreichem Juragestein wesentlich geprägt. Aufgrund meist ergiebiger Niederschläge finden sich Grünlandregionen mit hohen Viehbeständen darüber hinaus noch im Württembergischen Allgäu und in Oberschwaben sowie im allerdings weit trockeneren Schwäbischen Wald nordöstlich von Stuttgart und einem Randbereich des Odenwaldes. Hauptverbraucher von Grünland- und Ackerfutteraufwüchsen sind Milchkühe, von denen weit mehr im Osten als im Westen des Landes gehalten werden (Abb. 1).

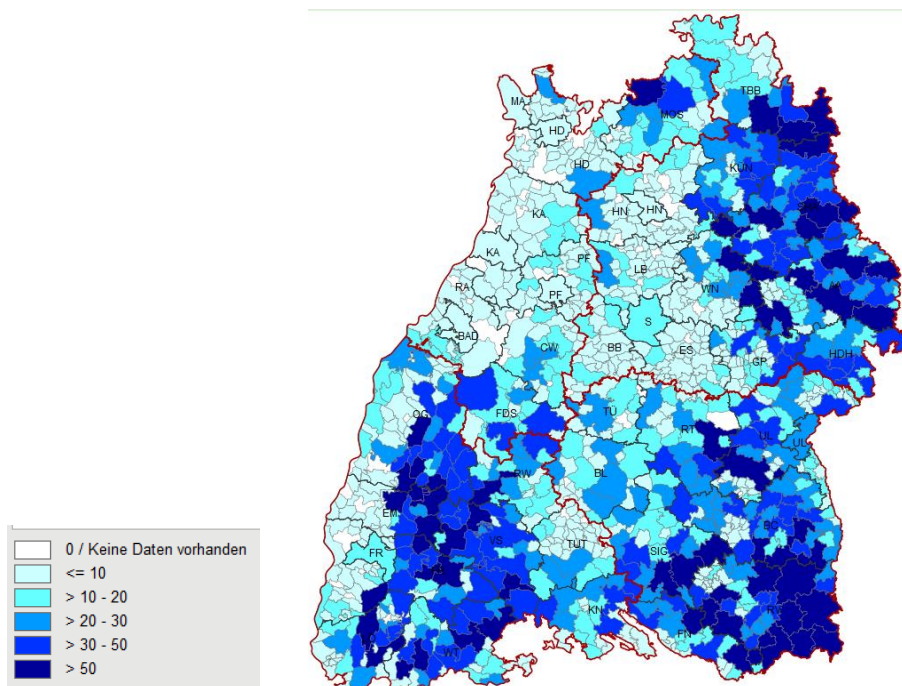


Abb. 1: Zahl der Milchkühe je ha Grünland in Baden-Württemberg 2010 (Quelle: LEL Maps, Landesanstalt für Ländliche Räume, Schwäbisch Gmünd, 2015, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg; Landwirtschaftszählung 2010)

Die Milcherzeugung in Baden-Württemberg weist einige charakteristische Kennzeichen auf, die OVER (2009) wie folgt zusammenfasst.

1. Strukturelle Defizite hinsichtlich Bestandsgröße, Stallverhältnissen, wobei auch viele entwickelte Betriebe oder Betriebe mit großem Entwicklungspotential existieren.
2. Große Vielfalt der Standortsbedingungen mit teils schwierigen Bewirtschaftungsbedingungen (Topografie und Parzellierung) aber auch sehr guten futterbaulichen Bedingungen.
3. Betriebliche Diversifizierungen hinsichtlich Landtourismus, Biogas, Kommunalarbeiten etc..
4. Abnehmende Flächenverfügbarkeit als stark begrenzender Faktor.

Umsetzung von MEKA und Fakt

Ungeachtet der Bemühungen der Landesregierungen in Baden-Württemberg Grünland aufgrund seiner ökologischen Bedeutung möglichst großflächig zu erhalten, verringert sich die Grünlandfläche in Baden-Württemberg immer weiter (STALA, 2011). Das ist besonders vor dem Hintergrund der Multifunktionalität von Grünland ungünstig (BRIEMLE und ELSÄßER, 1997). Baden-Württemberg hat allerdings aufgrund des seit 1992 bestehenden Förderprogramms zur Marktentlastung- und Kulturlandschaftsausgleich (kurz MEKA) und der teilweise für intensive Produktion und Nutzung von Grünland ungünstigen klimatischen und agrarstrukturellen Bedingungen trotz stark abnehmendem Flächenanteil immer noch einen höheren Anteil an artenreichem Grünland als andere Bundesländer (ELSÄßER *et al.*, 2014a). MEKA war das erste EU-Förderprogramm mit einer Honorierung nach Erfolg. Die MEKA B4 Maßnahme „Blumenwiesen“ wurde seinerzeit in Aulendorf maßgeblich entwickelt und forderte einerseits das Vorhandensein von 4 und mehr Arten des Extensivgrünlandes (BRIEMLE, 2000) oder andererseits den Verzicht von chemisch-synthetischem Pflanzenschutz. MEKA wird seit 2015 durch das Folgeprogramm FAKT (= Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl) ersetzt. Ohne Frage waren und sind MEKA und FAKT eine wesentliche Ursache für das heute in Baden-Württemberg noch vorhandene artenreiche Grünland (RUSSI *et al.*, 2014). Seine Flächenausdehnung (Stand 13.7.2015: Flächenumfang Grünland mit 4-6 Kennarten 21.660 ha; FFH-Mähwiesen: 14.900 ha; §30 Biotop-Grünland ca. 3000 ha; 73.500 ha Flächen ohne N-Düngung und mit geringem Viehbesatz (<1,4 GV/ha; Zahlen nach GLEMSE, 2015) gibt ihm bundesweite Bedeutung. Gleichwohl haben die Flächen mit extensivem Grünland auch in Baden-Württemberg schon in früher stark abgenommen (BRIEMLE *et al.*, 1999) (Abb. 2). Die spezifischen Wirkungen von Extensivierungsmaßnahmen auf theoretisch intensiv nutzbaren Grünlandstandorten wurden bereits seit 1988 von Briemle untersucht (BRIEMLE und ELSÄßER, 2002). Briemle kam zu dem Schluss, dass maximale Artenvielfalt nicht durch jeglichen Verzicht auf Düngung und nur noch einen Schnitt erreicht wird. Am Standort Aulendorf z.B. wurden bei dreimaliger Nutzung und moderater Düngung die Artenzahlen maximiert.

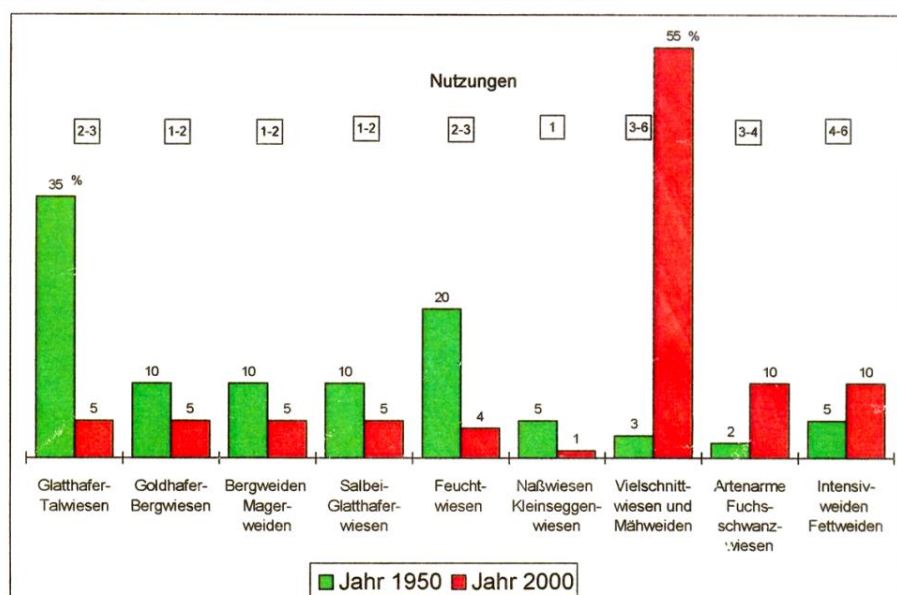


Abb. 2: Veränderung des Flächenanteils von unterschiedlichen Grünlandbeständen in Baden-Württemberg von 1950 bis 2000 (BRIEMLE *et al.*, 1999)

Viele Grünlandflächen in Baden-Württemberg befinden sich auf sogenannten „ungünstigen“ Standorten, deren Nutzung schwierig mechanisierbar oder auch ökonomisch kaum lohnend ist. Die Suche nach alternativen Nutzungsmöglichkeiten von Grünlandaufwüchsen beschäftigt das LAZBW daher schon seit langem (ARMBRUSTER und ELSÄBER, 1997; ELSÄBER, 2004). Die Frage nach kostengünstigen und umweltverträglichen Nutzungsformen ist nach wie vor aktuell und im Falle des Erhalts der landesweit noch bedeutsamen Vorkommen von Streuobstwiesen noch nicht abschließend geklärt (JILG und BRIEMLE, 1992; JILG *et al.*, 1999; ELSÄBER und OPPERMANN, 2004). BRIEMLE (2009) verglich in diesem Zusammenhang Mahd mit Mulchen (je 1 – 3 Arbeitsgänge je Jahr) (Abb. 3) in der Auswirkung auf botanische Zusammensetzung, Biomasseentwicklung sowie Nährstoffverhältnisse und stellte bei der Verwendung von Wertzahlen als Indikator eine Abnahme der N-Zahl durch Mahd und eine leichte Zunahme bei Mulchen fest (BRIEMLE und ELLENBERG, 1994; BRIEMLE, 1997; BRIEMLE *et al.*, 2002a).

Extensivierung durch Nutzungsverzicht hat im Land das Problem auftretender Giftpflanzen wie *Colchicum autumnale*, *Senecio jacobea* und *Senecio aquatica* verschärft. Grünlandaufwüchse sind aufgrund des massiven Auftretens dieser Unkräuter teilweise nicht mehr verfütterbar und Heu als Futter kann teilweise nicht mehr gehandelt werden, was für große Heuverkaufsgebiete in Baden-Württemberg durchaus entscheidende Einschnitte bedeutet. Das LAZBW beschäftigt sich daher in den letzten Jahren verstärkt mit Strategien zur Eindämmung dieser Unkräuter (u.a. SEITHER und ELSÄBER, 2014; EISELE *et al.*, 2011) (Abb. 4) und der Verwertung über Weidegang mit unterschiedlichen Rinderrassen (ELSÄBER und GOYERT, 2008).

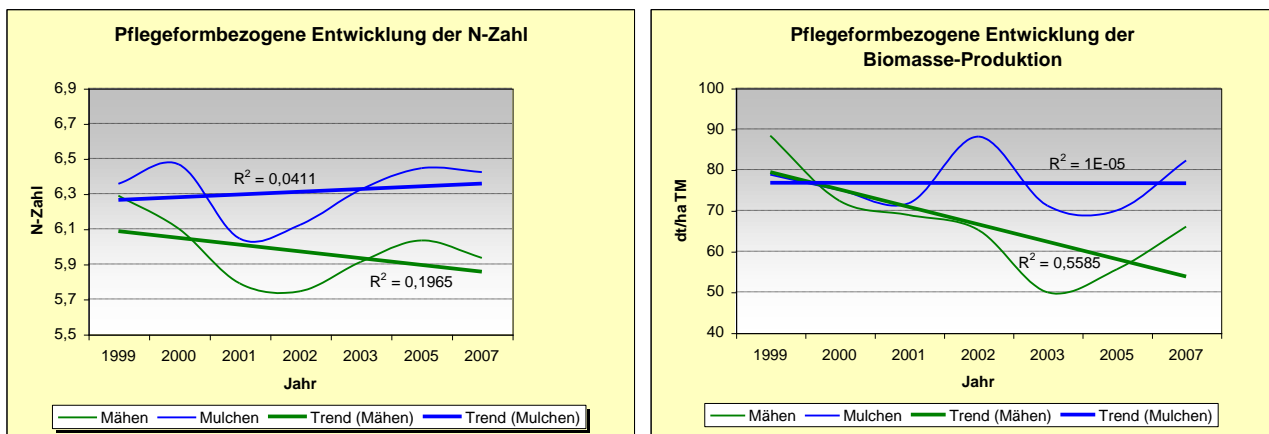


Abb. 3: Pflegeformbezogene Entwicklung der Biomasse und der N-Zahl von Grünland (BRIEMLE, 2009)

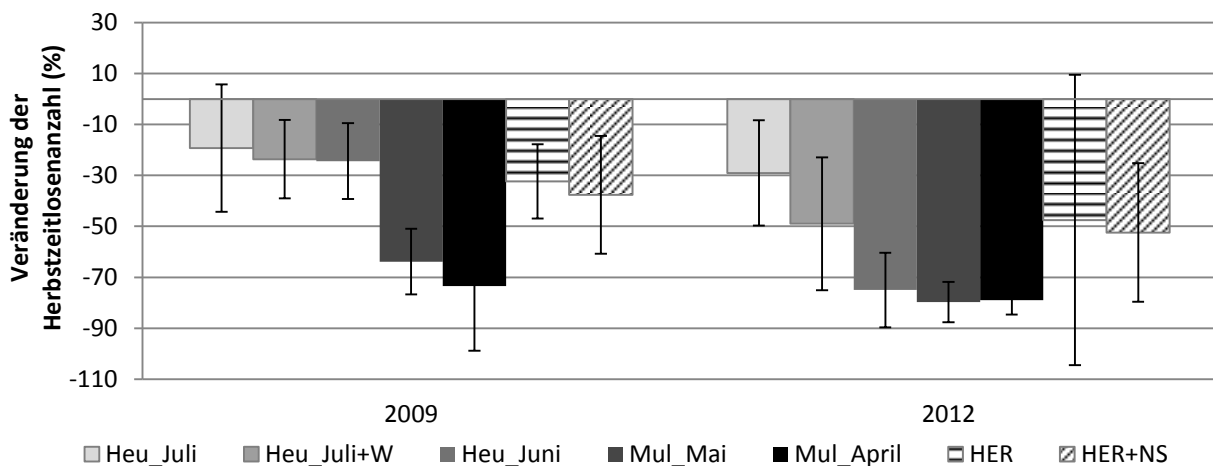


Abb. 4: Veränderung der Herbstzeitlosenzahl gegenüber 2006 (Versuchsstart) (Heu_Juli = Heuschnitt im Juli; + W = Walzen Mitte Juni; Heu_Juni = Heuschnitt Anfang Juni; Mul_Mai = Mulchen im Mai; Mul_April = Mulchen im April; Her = Herbizidvariante; +NS = plus Nachsaat (SEITHER und ELSÄBER, 2014)

Grünland für Milch und Biogas

Intensiv nutzbares Dauergrünland wird vor allem in Oberschwaben und im Allgäu mit hoher Effizienz und bester Futterqualität genutzt. Obwohl Baden-Württemberg traditionell strukturbedingt infolge der regional stark verbreiteten Realteilung ein Land für Heu- und Silagebereitung ist, gibt es auch einen Trend zur Beweidung, die in ungünstig mechanisierbaren Lagen und vor allem für ökologisch wirtschaftende Betriebe durchaus ökonomisch vorteilhaft sein kann (KIEFER ET AL., 2014). Auswertungen des vom LAZBW erstellten jährlichen Grundfutterreports Baden-Württemberg zeigen die positive Entwicklung der Futterqualität in den letzten Jahren deutlich. Auf breiter Front über ein umfangreiches Vortrags- und Lehrgangswesen bereitgestellte Informationen und Beratungen zu frühzeitigem Schnitt, zu besserer Siliertechnik und ertragreicheren Grünlandbeständen trugen u. a. zu diesem Erfolg bei. Der Aufbau des Internetberatungsportals „gruenland-online“ (ELSÄßER und THUMM, 2006) und angewandte Forschung zu den Themen Verfahren der Grünlandverbesserung, der Düngung mit und ohne Gülle, Sorten- und Mischungsprüfungen in Grünland und Futterbau, Einsatz von Silierzusatzmitteln etc. bekräftigten den Trend zur zielgerichteten Intensivierung gut nutzbarer Grünlandflächen. „Gas aus Gras“ (MESSNER *et al.*, 2011), „Eiweiß vom Grünland“ (ELSÄßER *et al.*, 2014b; ENGEL *et al.*, 2013; HERRMANN *et al.*, 2014) sowie „Nachhaltige Milchproduktion“ (BRIEMLE *et al.*, 1995; ELSÄßER *et al.*, 2013; JILG *et al.*, 2014) sind Schlagworte, die die Grünlandnutzung in Baden-Württemberg und die angewandte Grünlandforschung am LAZBW derzeit umschreiben. Baden-Württemberg war zudem das einzige deutsche Bundesland das im EU InterregIVb Projekt „Dairyman“ teilnahm und die Ergebnisse sind durchaus richtungsweisend im Hinblick auf umweltgerechtes Management von Milchviehbetrieben und die Bewertung der Nachhaltigkeit solcher Systeme (ELSÄßER *et al.*, 2015).

Bedingt durch die seit mehreren Jahren sehr starke Zunahme von Biogasanlagen in BW, werden die Flächen für die Futterproduktion knapper und die Silomaisanbaufläche dehnt sich aus. Es kommt regional zu einer deutlichen Konkurrenzsituation zwischen Flächen für Milch und solchen für die Biogasproduktion (BENKE und ELSÄßER, 2008; DELZEIT *et al.*, 2012). Insgesamt werden derzeit etwa 130.000 ha zur Erzeugung von Biomasse für die Biogaserzeugung gebraucht. Davon sind 67.000 ha Energiemais, was 35,5 % der gesamten Maisfläche Baden-Württembergs entspricht (MESSNER, 2015) (Abb. 5).

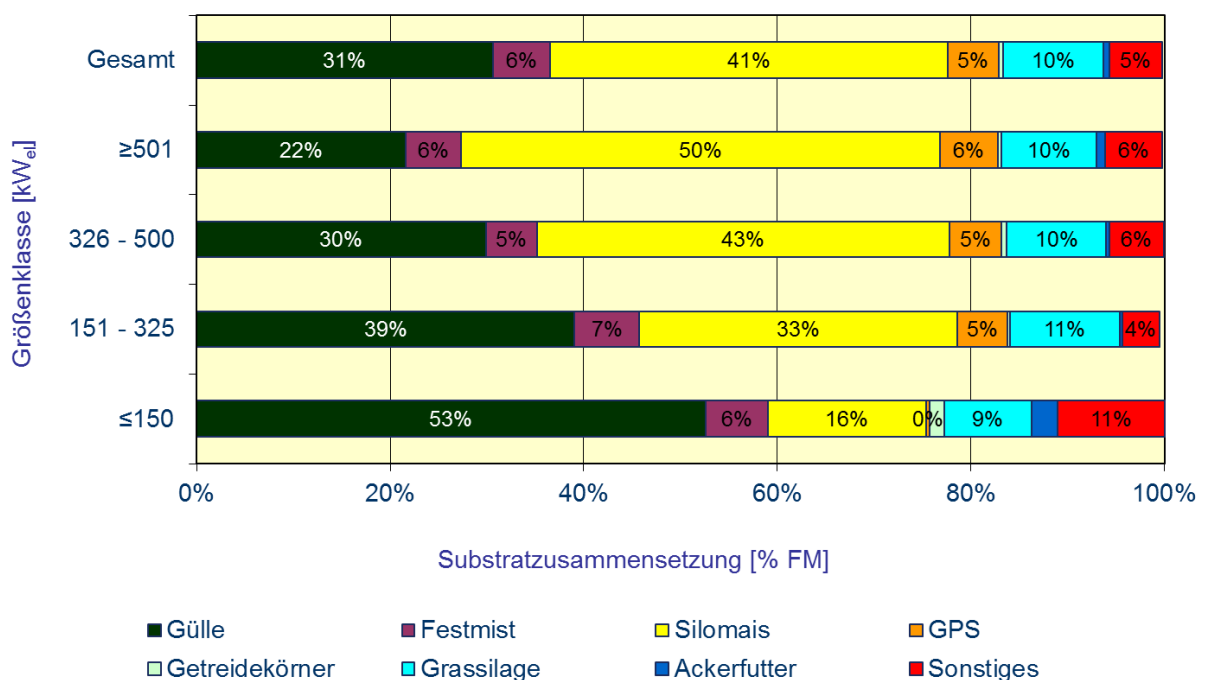


Abb. 5: Substratzusammensetzung der Biogasanlagen in Baden-Württemberg (MESSNER, 2015; mündliche Mitteilung)

Die Verwendung von Gras als Biomasse für die Energieerzeugung (ELSÄßER, 2006; THUMM *et al.*, 2014) allgemein und für Biogasanlagen speziell ist rein technisch gesehen möglich, weist allerdings aufgrund des erhöhten Rühraufwandes sowie höheren Aufwandes für die Ernte und geringerem Ertrag einige Schwierigkeiten auf (MESSNER *et al.*, 2011). Zudem ergeben sich beim Einsatz von Extensivaufwüchsen erhebliche Probleme, wenn die entstehenden Gärsubstrate auf Extensivflächen rückgeführt werden sollen, weil Biogasgärreste allgemein als Düngemittel mit schnell verfügbaren Nährstoffen gelten. Artenreiches Grünland wird hier mit großer Wahrscheinlichkeit mit Veränderungen im Arteninventar reagieren, ein Effekt der auch bereits beim Einsatz von Gülle festgestellt wurde (u.a. ELSÄßER, 2001). Schon früh wurde die Tauglichkeit von Biogasgärresten als Grünlanddünger untersucht (ELSÄßER *et al.*, 1995; ELSÄßER, 2010). Auch Alternativen anstelle der Verwendung von Silomais in Biogasanlagen werden landesweit an mehreren Standorten in enger Zusammenarbeit mit dem LTZ Augustenberg untersucht.

Grünlanddüngung

Die Einbeziehung der Stickstofflieferung des Standortes in die Regelungen für die „ordnungsgemäße“ Düngung von Grünland war ein entscheidender Fortschritt, der das baden-württembergische System der Grünlanddüngung klar und einfach nachvollziehbar machte. Für die 1988 eingeführte Schutz- und Ausgleichsverordnung für Wasserschutzgebiete (SchALVO) wurden begleitend die Auswirkungen reduzierter Stickstoffdüngung untersucht (ELSÄßER, 1995; ELSÄßER, 1999). Dabei zeigte sich, dass der eingesetzte Stickstoffdünger weit weniger gut ausgenutzt wurde als man das gemeinhin erwartete hatte (Tab. 1). Mit den Vergleichsflächenversuchen in Wasserschutzgebieten wurde darüber hinaus eine sehr wertvolle Datengrundlage geschaffen. Die Ergebnisse aus diesen und auch die aus länger zurückliegenden Versuchen dienten zu Beginn der 90er Jahre als Grundlage der neu zu definierenden sogenannten „ordnungsgemäßen“ Düngung, deren bundesweite Verbindlichkeit und gleiche Ausgestaltung 1996 als Grundlage des DLG Statuspapiers „Umweltgerechte Grünlandbewirtschaftung“ ihren Anfang nahm (ELSÄßER *et al.*, 1997). Die Datengrundlage dieser Versuche wurde 2015 erneut genutzt, um zusammen mit der Uni Bonn die praktische Umsetzung der *Nitrogen Dilution Curve* zu überprüfen (REYES *et al.*, 2015).

Tab. 1: Stickstoff-Wiederfindungsrate (in % des gedüngten Stickstoffs) (1992-1995) (ELSÄßER, 1999)

Variante Standorte	ordnungsgemäß	wasserschutz- gemäß	wasserschutz- gemäß	Entzugs- düngung
	mineralisch	mineralisch	mit Gülle	mineralisch
Neresheim	43,0	8,9	13,4	29,0
Oberndorf	17,3	7,2	40,3	26,4
Bad Teinach	21,1	34,8	47,2	31,5
Mittelwerte	27,1	17,0	33,6	29,0
GD = 6,19	a	b	a	a

Gülledüngung

Ein großer Arbeitsschwerpunkt in den zurückliegenden Jahren war auch der Einsatz von Gülle und Gärresten auf Grünland. Der Fachbereich Grünlandwirtschaft führte damit eine bereits unter Dr. Brünner begründete Tradition weiter. Brünner formulierte es so: „Es gibt wenige Betriebszweige in der Landwirtschaft, bei denen Tradition, überkommene Ansichten und Aberglaube eine solche Rolle spielen, wie bei der Güllerei.“ Hans-Georg Kunz ist es zu verdanken, dass mit der von ihm konzipierten Güllezusatzmittelprüfung und zusammen mit anderen Mitarbeitern des Hauses Gülle als Themengebiet salonfähig wurde und wissenschaftliche Grundlagen für deren Einsatz erarbeitet wurden. Der Status quo des Wissens im deutschsprachigen Raum wurde in bester Zusammenarbeit mit bayerischen, hessischen und sächsischen sowie schweizerischen und österreichischen Kollegen in der Tagung „Gülle11“ festgestellt (ELSÄßER *et al.*, 2011).

Düngungssysteme des konventionellen und ökologischen Landbaus wurden im sogenannten Wiesendüngungsversuch langjährig miteinander verglichen (ELSÄßER *et al.*, 2008). Die Daten dienen u.a. zur Ermittlung der biologischen Aktivität in Grünlandböden (FLAIG und ELSÄßER, 2011). Gülle mit und ohne Zudüngung von Kalk, Gülle und Filtrationskieselgur aus der Bierherstellung, Gülle mit

und ohne Zusatzmittel, Applikationstechnik und Gülle (KIEFER *et al.*, 2004) Gülleinjektion oder die Ausbringung von Biogasgülle und den entsprechenden Gärresten waren spezifische Themengebiete (u.a. ELSÄßER *et al.*, 2011). In allen Versuchen stand und steht immer auch die Veränderung der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes als Zielparame-ter im Vordergrund. So auch im sogenannten „Kräuterversuch Tiergarten“, der einen Vergleich zwischen versuchsmäßiger Bewirtschaftung in Kleinparzellen und der nach praktischen Methoden bewirtschafteten Großparzellen anstrebte (ELSÄßER und BRIEMLE, 1999). Hier zeigte sich, dass zwischen Klein- und Großparzellen durchaus ein systematischer Unterschied besteht und zwar vor allem dann, wenn man zur Vermeidung von Spurschäden bei praktischer Bewirtschaftung etwas verzögert nutzt und sich die Pflanzenbestände dann anders entwickeln.

Futterkonservierung

Die frühere Versuchsanstalt für Grünlandwirtschaft und Futterbau in Aulendorf war u.a. bekannt durch die Arbeiten zur Heubelüftung. Das Aulendorfer Ziehstöpselsystem war ein bedeutender Fortschritt in der Belüftungstechnik. Im Rahmen des EGF Zwischenmeetings 1999 in Braunschweig mit dem Titel „Forage conservation towards 2000“ wurde ein Statusbericht zur Heubelüftung gegeben, der letzten Endes den verstärkten Übergang zur Silagewirtschaft kennzeichnete (ELSÄßER, 1999). In der Folge beschäftigte sich der Fachbereich wesentlich mit den Grundlagen der Silierung von Grünlandaufwüchsen, der verschmutzungsarmen Futterpflanzenernte (ELSÄßER *et al.*, 2004), dem Einsatz von Silierzusatzmitteln, insbesondere zur Stabilisierung von Silagen (NUSSBAUM, 1998) und erstellte ein einheitliches Schema für den Einsatz von Siliermitteln (NUSSBAUM, 2004a). Maßgeblich wurden der DLG Sinnenprüfungsschlüssel für die Beurteilung von Silagen (NUSSBAUM *et al.*, 1998) und das neue DLG-Prüfschema für Silierzusätze zur Verbesserung der Ausbeute an Methan (NUSSBAUM, 2012) unter Mitarbeit des Aulendorfer Fachbereichs erarbeitet. Neue Verfahren zur Fütterung wurden entwickelt, wie z.B. die Silierung und Stabilisierung von Vorrats-TMR (NUSSBAUM, 2000) oder die Silierung von Apfeltrester für die Fütterung von Wildtieren (NUSSBAUM, 2004b). Seit nunmehr sieben Jahren werden die Ergebnisse der Gärfutterproben im Land im Grundfutterreport erfasst und jährlich veröffentlicht (NUSSBAUM, 2009c). Die regionsspezifischen Mittelwerte aus insgesamt 8087 Einzeluntersuchungen von 2006-2014 ergaben deutliche Unterschiede in den Rohproteingehalten (LÖFFLER und NUSSBAUM, 2015) (Abb. 6).

Besondere Herausforderungen für die Futterkonservierungstechnik ergaben sich aus den teilweise extrem großen Haufensilagen von Silomais im Rahmen der Verwertung als Biogasrohstoffe. Untersucht wurden Verfahren mit der Grundfrage: Abdeckung oder nicht? (NUSSBAUM, 2009a und 2009b) oder der Einsatz von Pistenbullies, um auch solche Extrembedingungen noch siliertechnisch meistern zu können (NUSSBAUM, 2010).

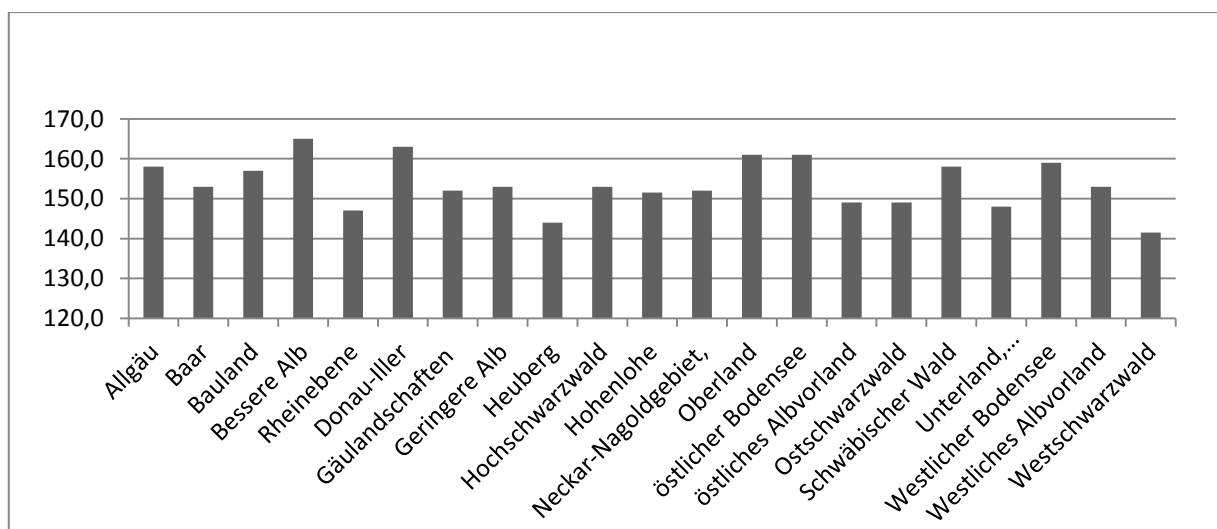


Abb. 6 : Mittlere Rohproteingehalte (%) aus Silagen des 1. Aufwuchses von 2006-2014 (n=8087) (LÖFFLER & NUSSBAUM, 2015)

Wertprüfungen und Sortenfragen - Beobachtungsprüfungen ausdauernde Gräser

Zu Beginn der 90er Jahre zeigte sich, dass aufgrund beschränkter Kapazitäten im Versuchswesen eine Ausdehnung der Exaktversuche mit ausdauernden Gräsern im Land nicht möglich ist. Um trotzdem für die Beratung aktuelle Informationen über das Sortenverhalten neu zugelassener ausdauernder Gräser unter dem Einfluss der praxisüblichen Bewirtschaftung zu erhalten, wurden seit 1993 jedes vierte Jahr in vier Grünlandregionen von Baden-Württemberg Beobachtungsprüfungen auf Praxisflächen angelegt. Die neu zugelassenen Sorten werden mit älteren, bewährten Sorten im Anbau über acht Jahre verglichen. Die Beurteilung der Sorten wird vor und nach dem Winter im ersten und letzten Aufwuchs vorgenommen. Bei auftretenden Krankheiten wird das Befallsmaß erfasst. Auf eine Ertragsfeststellung wird verzichtet. Die Ergebnisse sind u.a. Grundlage für die Sortenempfehlungen des Landes Baden-Württemberg (WURTH, 2008).

Überarbeitete Mischungsempfehlungen und neue Nomenklatur

Erfahrungen aus der landwirtschaftlichen Praxis und dem Vertrieb der Regelansaatsmischungen von Baden-Württemberg haben nach 20 Jahren Kontinuität dazu veranlasst, die Mischungsempfehlungen für die Ansaat und Nachsaat von Dauergrünland im Jahr 2007 zu überarbeiten. Wenig nachgefragte Mischungen wurden ersatzlos gestrichen, andere in ihrer Zusammensetzung verändert. Neu hinzugekommen sind Regelsaatmischungen für Pferdeweiden.

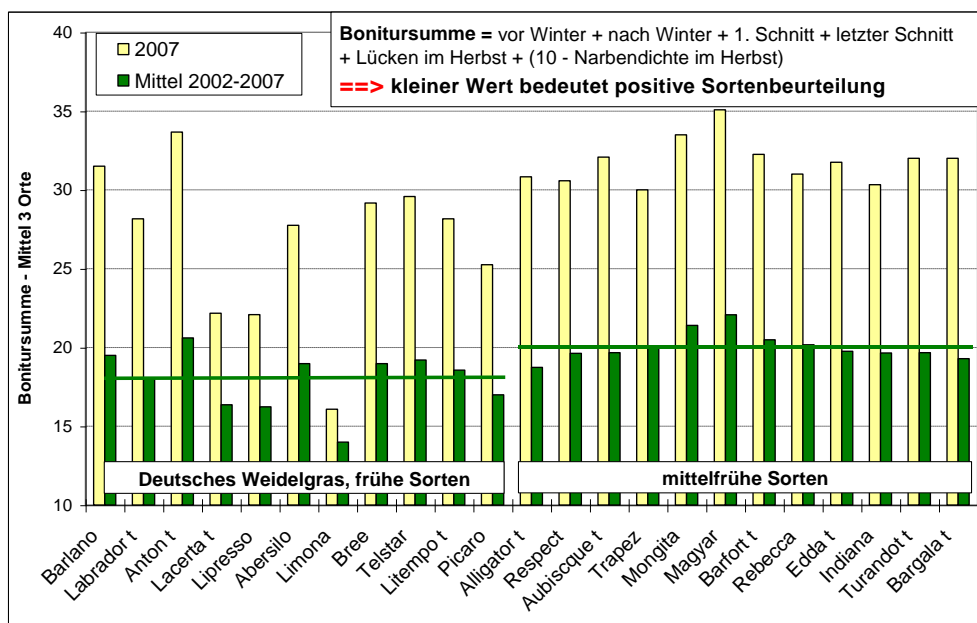


Abb. 7: Beobachtungsprüfung ausdauernde Gräser – Aussaat 2001 – Ergebn. 2007 u. 2002-2007

Anstelle der bisherigen numerischen Kennzeichnung beschreiben jetzt Buchstaben den Einsatzbereich einer Mischung näher: T = trockener Standort; F = frischer bis feuchter Standort; U = ungünstige Lagen; P = Pferdeweide; I = intensive Nutzung (Abb. 8).

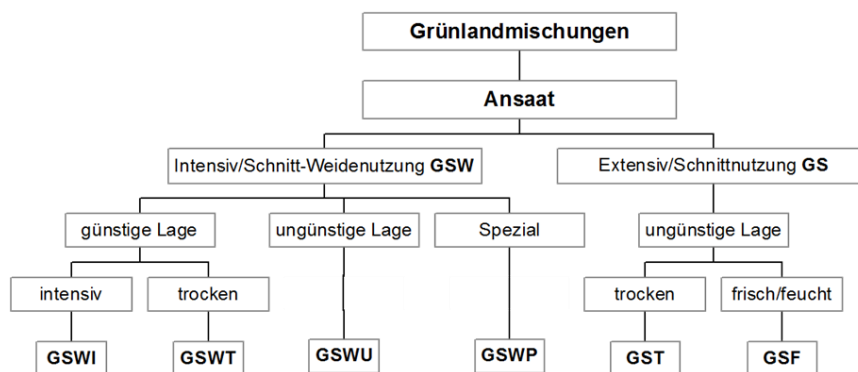


Abb. 8: Regelansaatsmischungen Dauergrünland Baden-Württemberg (WURTH, 2007)

Fazit

Grünland in Baden-Württemberg – ein Erfolgsfall? In puncto des Erhalts extensiver Wiesen im Vergleich zum Bundesgebiet sicher ja. Aber ein Fall mit gewissen Problemen, die es in der Zukunft zu lösen gilt. Im intensiv genutzten Grünland gilt es die Kriterien nachhaltiger Intensivierung einzuhalten und die eingesetzten Nährstoffe mit höherer Effizienz auszunutzen, um stabile und ertragreiche Grünlandbestände zu schaffen, die harte Winter und extreme Trockenphasen im Sommer besser überdauern können. Auch in einem Land wie Baden-Württemberg in dem der Mais aufgrund bester klimatischer Voraussetzungen hervorragend gedeiht, wird es darum gehen die Kosten für Grundfutter aus Gras zu senken und vor allem darum Grünland auf ungünstigen Standorten in Nutzung zu halten.

Literaturverzeichnis

- ARMBRUSTER, M. und ELSÄBER, M. (1997): Alternativen der Nutzung von Grünland im Europa-Reservat Federseeried. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Projekt Angewandte Ökologie, 26, 191S.
- BENKE, M. und ELSÄBER, M. (2008): Evolution des systèmes fourragers en Allemagne: compétition ou complémentarité entre le lait et le biogaz? Fourrages, 197, 1-9.
- BRIEMLE, G. und ELLENBERG, H. (1994): Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen. Möglichkeiten der praktischen Anwendung von Zeigerwerten. Natur und Landschaft, 69, 4, 139-147.
- BRIEMLE, G., ELSÄBER, M., JILG, T., MÜLLER, W. & NUSSBAUM, H. (1995): Nachhaltige Grünlandbewirtschaftung in Baden-Württemberg. in: Linckh, G., Sprich, H., Flaig, H. und H. Mohr (Hrsg.) Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft - Voraussetzungen, Möglichkeiten, Maßnahmen. Springer Verlag, 215-264.
- BRIEMLE, G. (1997): Möglichkeiten und Grenzen der Anwendbarkeit von Wertzahlen im Grünland. – Das wirtschaftseigene Futter, 43, 2, 141-166.
- BRIEMLE, G. und ELSÄBER, M. (1997): Die Funktionen von Grünland. Berichte über Landwirtschaft, 1, 75, 272-290.
- BRIEMLE, G., ECKERT, G. & NUSSBAUM, H. (1999): Wiesen und Weiden. in: Konold / Böcker / Hampicke: Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege. Teil "Biotoptypen" S. 1-58; Teil "Landschaftspflege", 1-52, Ecomed-Verlag Landsberg.
- BRIEMLE, G. und ELSÄBER, M. (2002): Grassland extensification - the first 10 years of the „Aulendorf experiment“, Grassland Science in Europe, 7, 770 - 771.
- BRIEMLE, G. (2000): Ansprache und Förderung von Extensivgrünland. Neue Wege zum Prinzip der Honorierung ökologischer Leistungen der Landwirtschaft in Baden-Württemberg. Naturschutz und Landschaftsplanung, 32, 6, 171-175, Ulmer Verlag Stuttgart.
- BRIEMLE, G., NITSCHKE, S. & NITSCHKE, L. (2002): Nutzungswertzahlen für Gefäßpflanzen des Grünlandes. - Schriftenreihe für Vegetationskunde 38, 2, 203-225.
- BRIEMLE, G. (2009): Erfahrungen mit späten Pfliegerterminen im Extensivgrünland. Versuchsbericht des LA-ZBW Aulendorf für das Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg.
- DELZEIT, R., HOLM-MÜLLER, K. & BRITZ, W. (2011): Ökonomische Bewertung des Erneuerbare Energien Gesetzes zur Förderung von Biogas. Kiel Working Paper No. 1682, Kiel Institute for the World Economy.
- EISELE, N., TONN, B., PEKRUN, C. & ELSÄBER, M. (2011): Influence of different cutting dates on regrowth and achene germination capacity of *Senecio jacobaea*. Grassland Science in Europe, 16, Gumpenstein, 196-198.
- ELSÄBER, M. (1991): Drying of Forage Crops - The current practice, future possibilities and research needs. In: "Forage Conservation towards 2000", Sonderheft der Landbauforschung Völkenrode, 86-115.
- ELSÄBER, M., KUNZ, H.G. & BRIEMLE, G. (1995): Unterschiedliche technische Behandlung von Gülle und deren Auswirkungen auf intensiv genutztes Dauergrünland. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, 174, 253-264.
- ELSÄBER, M. (1995): Reduzierte Düngung von Dauergrünland durch Berücksichtigung der N-Lieferung des Standortes - ein Beitrag zum Wasserschutz. Zeits. für Kulturtechnik und Landentwicklung, 36, 53-57.
- ELSÄBER, M., ERNST, P., POHLMANN, W., RIEDER, J.B., TAUBE, F. & WEISSBACH, F. (1997): Fachliche Grundsätze für eine produktive und umweltgerechte Grünlandbewirtschaftung. DLG-Merkblatt, 304.
- ELSÄBER, M. und BRIEMLE, G. (1999): Düngung von kräuterreichem Niedermoor in Groß- und Kleinparzellen. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 12, 99-101.
- ELSÄBER, M. (2001): Güllendüngung und Artenschutz - ein unlösbarer Widerspruch? Berichte über Landwirtschaft, 79, 1, 20-44.

- ELSÄßER, M. (2004): Alternative Verwendung von in der Landschaftspflege anfallendem Grünlandmähgut: Verbrennen, vergären, kompostieren, mulchen oder extensive Weide? *Natur und Landschaft*, 79, 3, 110-117.
- ELSÄßER, M. und OPPERMAN, R. (2004): Futterwert, Schnittzeitpunkt und Düngung artenreicher Wiesen - Erfahrungen und Empfehlungen aus der Praxis. In: Oppermann und Gujer, 2004: Artenreiches Grünland, 100 -110, Ulmer - Verlag, Stuttgart.
- ELSÄßER, M., NUSSBAUM, H., EHRMANN, O. & FELDWISCH, N. (2004): Maßnahmenkatalog zur verschmutzungsarmen Nutzpflanzenernte - Abschlussbericht des LABO-Forschungsvorhabens B.4.03, Aulendorf, 140 S.
- ELSÄßER, M. und U. THUMM (2006): Modern transfer of grassland knowledge via WorldWideWeb using the German grassland platform gruenland-online.de. *Grassland Science in Europe*, 11, 727-729.
- ELSÄßER, M. (2006): Alternativen der Nutzung von Grasaufwüchsen als Biomasse zur Energieerzeugung und ihre Problematik. *Rundgespräche der Kommission für Ökologie*. Bayerische Akademie der Wissenschaften, München, 31, 135-146..
- ELSÄßER, M. (2007): Two cuts - and afterwards? Effects of adapted management on permanent grassland. *Grassland Science in Europe*, 12, 580 - 583.
- ELSÄßER, M., KUNZ, J. & BRIEMLE, G. (2008): Strategy of organic fertiliser use on permanent grassland - results of a 22 years old experiment on meadow and mowing-pasture. *Grassland Science in Europe*, 13, 580-582.
- ELSÄßER, M. und GOYERT, C. (2008): Differenzierte Futteraufnahme von Galloway- und Hinterwälderrindern bei *Colchicum autumnale*. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*, 20, 305-306.
- ELSÄßER, M. (2010): Fermentation residues of biogas co-fermentation and their effects on grassland. *Grassland Science in Europe*, 15, 220-222.
- ELSÄßER, M., DIEPOLDER, M., HUGUENIN-ELIE, O., PÖTSCH, E., NUSSBAUM, H. & MESSNER, J. (2011) (eds.): Gülle 11: Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland. Internationale Tagung in Kloster Reute. Hrsgg. von LAZBW Aulendorf, 359 S.
- ELSÄßER, M., HERRMANN, K., JILG, T., HUMMLER, T. & OENEMA, J. (2013): Phosphorbilanzen und Phosphoreffizienz von Milchviehbetrieben in Nordwesteuropa. 18. Alpenländisches Expertenforum, 1-7.
- ENGEL, S., ELSÄßER, M. & THUMM, U. (2013): Protein vom Grünland – Potenziale nutzen. *Landinfo Baden-Württemberg*, 9-14.
- ELSÄßER, M., SEITHER, M., HANDKE, N., GLEMSER, H. & WILDMANN, R. (2014a): Grünlanderhaltung durch das Extensivierungsprogramm MEKA – Erfahrungen und Perspektiven. Tagungsband Tagung: Agrobiodiversität im Grünland – nutzen und schützen. Hrsgg. BLE, 14, 135-149.
- ELSÄßER, M., ENGEL, S., BREUNIG, J. & THUMM, U. (2014b): Increasing protein yields from grassland by reseeded of legumes. *Grassland science in Europe*, 19, 880-882.
- ELSÄßER, M., JILG, T., HERRMANN, K., BOONEN, J., DEBRUYNE, L., LAIDLAW, A.S. & AARTS, F. (2015): Quantifying sustainability of dairy farms with the DAIRYMAN sustainability-index. *Grassland science in Europe*, 20, 367-376.
- FLAIG, H. und ELSÄßER, M. (2011): Mikrobielle Biomasse und Mineralisierungspotential unterschiedlich gedüngter Böden unter Wiesen und Mähweiden. Tagungsband: Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland (Gülle 11), Herausgeber: Elsässer, M., Diepolder, M., Huguenin-Elie, O., Pötsch, E., Nußbaum, H. und J. Messner, 223-227.
- GLEMSER, H. (2015): Stand der grünlandspezifischen Antragsfläche nach FAKT. Hochrechnung zum 13.7.2015, H. Glemser, Ministerium Ländlicher Raum und Verbraucherschutz, mündl. Mitteilung.
- GRAF, R., MICHEL, V., ROSSBERG, R. UND R. NEUKAMPF, 2009: Definition pflanzenartspezifischer Anbaubereiche für ein regionalisiertes Versuchswesen im Pflanzenbau. *Journal für Kulturpflanzen*, 61, 7, 247-253.
- HARTMANN, S. (2009): Die Reform der Sortenprüfung bei Futterpflanzen in Deutschland 2006. Wirkung und Umsetzung am Beispiel der Ländergruppe Mitte-Süd. DLG Arbeitsunterlagen, 50. Jahrestagung des DLG-Ausschusses „Gräser, Klee und Zwischenfrüchte“, 41-53.
- HERRMANN, A., TECHOW, A., KLUß, C., TAUBE, F., BERENDONK, C., DIEPOLDER, M., ELSÄßER, M., GREINER, B. & NEFF, R. (2014): Mehr Eiweiß vom Grünland. DLG Mitteilungen, 4, 76-79.
- JILG, T. und BRIEMLE, G. (1992): Zur Akzeptanz von Streuwiesenheu im Vergleich zu Gerstenstroh in der Fütterung von Aufzuchtrindern. - *Das Wirtschaftseigene Futter*, 38, 2, 91-104.
- JILG, T., ELSÄßER, M., BRIEMLE, G. & ARMBRUSTER, M. (1999): Beweidung des Europareservates Federseeried mit Hinterwälder- und Fleckviehmutterkühen. *Natur- und Kulturlandschaft*, 4, 14-20.
- JILG, T., HERRMANN, K., HUMMLER, T. & ELSÄßER, M. (2014): Energy consumption and greenhouse gas emissions of Dairyman farms in South-West Germany. *Grassland science in Europe*, 19, 634-637.

- KIEFER, J., ZELLER, A., KUNZ, H.G. & ELSÄßER, M. (2004): Auswirkungen der Gülleausbringtechnik auf den Grünlandertrag. Mitteilungen der AG Grünland und Futterbau, 6, 31-34.
- KIEFER, L., BAHRS, E. & OVER, R. (2014): Die Vorzüglichkeit der Grünlandnutzung in der Milchproduktion – Vorzüge der Vollweidehaltung. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus, 49, 173-184.
- LÖFFLER, C. und NUSSBAUM, H. (2015): Zusammenfassung der Gärfutteruntersuchungen im ersten Aufwuchs im Rahmen des Grundfutterreports. Unveröffentlicht, LAZBW Aulendorf.
- MESSNER, J., NUSSBAUM, H. & ELSAESSER, M. (2011): Specific utilisation intensity of permanent grassland used as biogas-cosubstrate. Grassland Science in Europe, 16, Gumpenstein, 392-394.
- MESSNER, J. (2015): Prozentuale Verwendung von Biogassubstraten in baden-württembergischen Biogasanlagen. LAZBW, mündliche Mitteilung.
- NUSSBAUM, H., WEIßBACH, F., ELSÄßER, M. & H. SCHENKEL unter Mitarbeit von W. STAUDACHER, U. VON BORS-TEL, F. GROß, R. SEIBOLD UND J.B. RIEDER (1998): Silage-Sinnenprüfungsschlüssel. DLG Verlag, Frankfurt (a.M.)
- NUSSBAUM, H. (1998): Nacherwärmung. Was leisten Silierzusätze? top agrar, 9, 80-83.
- NUSSBAUM, H. (2000): Vorrats-TMR eignet sich nicht für jeden Betrieb. BW Agrar, 32, 20-21.
- NUSSBAUM, H. (2004a): So wählen Sie das richtige Mittel. Landfreund (Schweiz), 5, 44-49.
- NUSSBAUM, H. (2004b): Apfeltrestersilagen für die Wildfütterung. WFS-Mitteilungen, 4.
- NUSSBAUM, H. (2009a): Ensiling energy crops without plastic film cover: Part 1 Effects on silage quality. Proceedings XVth International Silage Conference July 27-29, 2009 in Madison, Wisconsin, 431-432.
- NUSSBAUM, H. (2009b): Ensiling energy crops without plastic film cover: Part 2 Effects on biogas yield. Proceedings XVth International Silage Conference July 27-29, 2009 in Madison, Wisconsin, 433-434.
- NUSSBAUM, H. (2009c): Der neue Grundfutterreport Baden-Württemberg - aktuelle Praxisdaten und Konsequenzen für die Beratung. Bericht über das 15. Alpenländische Expertenforum, 21-24. Herausgeber: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.
- NUSSBAUM, H. (2010): Vom Schnee ins Silo: der Pistenbully im Silagetest. Biogas Journal, 3, 62-68.
- NUSSBAUM, H. (2012): Effects of silage additives based on homo- or heterofermentative lactic acid bacteria on methane yields in the biogas processing Proceedings of the XVth International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland, 452-453.
- OVER, R. (2009): Landesanstalt für die Entwicklung Ländlicher Räume Schwäbisch Gmünd (LEL), mündliche Mitteilung.
- REYES, J., SCHELLBERG, J., SIEBERT, S., ADAM, J., ELSAESSER, M. & EWERT, F. (2015): Refining estimates of nitrogen uptake in grasslands: Application of the nitrogen dilution curve. Agronomy for sustainable development (submitted).
- RUSSI D., MARGUE H. & KEENLEYSIDE, C. (2014): Result-Based Agri-Environment Measures: Market-Based Instruments, Incentives or Rewards? The case of Baden-Württemberg. A case-study report prepared by IEEP with funding from the invaluable project.
- SEITHER, M. und ELSÄßER, M. (2014): *Colchicum autumnale* - Control strategies and their impact on vegetation composition of species-rich grassland. In: Julius-Kühn-Archiv. 26th German Conference on Weed Biology and Weed Control, Braunschweig, Germany, 443, 611–620.
- STALA (2011): Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.
- THUMM, U., RAUFER, B. & LEWANDOWSKI, I. (2014): Novel products from grassland (bioenergy and biorefinery). Grassland Science in Europe, 19, 429 – 437.
- WURTH, W. (2007): Neue Mischungsempfehlungen für das Dauergrünland in Baden-Württemberg. Landinfo, 2, 23-25.
- WURTH, W. (2008): Langlebigkeit ist gefragt. Landinfo, 5, 38-42.

Erhaltungszustand und derzeitige Situation von Mageren Flachland-Mähwiesen in Baden-Württemberg am Beispiel des Landkreises Esslingen

Raufer, B.¹, Seither, M.², Bauer, R.³, Thumm, U.¹ & Elsässer, M.²

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

² Landwirtschaftliches Zentrum (LAZBW), Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf

³ Landratsamt Esslingen, Pulverwiesen 11, 73726 Esslingen am Neckar

Barbara.Raufer@uni-hohenheim.de

Einleitung und Problemstellung

Die Erhaltung der Biodiversität in der Agrarlandschaft ist ein wesentliches Ziel für den Naturschutz in Mitteleuropa (BAUR *et al.*, 2006). Magere Flachland-Mähwiesen zählen als naturnahes Grünland zu den wichtigsten Lebensräumen, um den Artenreichtum in der Kulturlandschaft zu bewahren (POSCHLOD und WALLIS DE VRIES, 2002). Aufgrund ihrer hohen naturschutzfachlichen Bedeutung wurden artenreiche Mähwiesen als Lebensraumtypen von gemeinschaftlichem Interesse im Rahmen der europäischen Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie 1992 (FFH-RICHTLINIE, 1992) unter Schutz gestellt. Das Ziel der Richtlinie ist die Schaffung eines zusammenhängenden Schutzgebietsnetzes in Europa (Natura 2000). Die FFH-Mähwiesen umfassen die Lebensraumtypen Magere Flachland-Mähwiesen und die in höheren Lagen (ab ca. 600 m ü. NN) vorkommenden Berg-Mähwiesen. Baden-Württemberg weist überregional nicht nur flächenmäßig bedeutende Vorkommen sondern auch besonders artenreiche Ausbildungen auf und hat daher im Hinblick auf deren Schutz eine besondere Verantwortung (LUBW, 2014).

Der Erhalt von etwa einem Drittel der Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie, einschließlich der mageren Flachland-Mähwiesen, ist nur durch die Weiterführung einer extensiven Bewirtschaftungsweise möglich (OSTERMANN, 1998). Ist der Zustand aus naturschutzfachlicher Sicht (LUBW, 2014) positiv zu bewerten und wurde in der näheren Vergangenheit keine Intensivierung vorgenommen, so gilt die bisherige Bewirtschaftung zur Erhaltung der Glatthaferwiese als geeignet. Die lebensraumtypische Zusammensetzung hängt neben der Bewirtschaftungsweise auch von den Standortbedingungen ab (TONN *et al.*, 2012). Nach dem BUNDESNATURSCHUTZGESETZ (2009) gilt ein Verschlechterungsverbot für den Erhaltungszustand der FFH-Lebensraumtypen. Dennoch sind die Bestände artenreicher Mähwiesen hinsichtlich Flächenanteil und botanischer Qualität rückläufig. Im Nationalen Bericht 2014 wird der Gesamttrend als negativ eingeschätzt, die Prognose für die Erhaltung der FFH-Mähwiesen ist ungünstig (BFN, 2014). Die Bewirtschafter sind gesetzlich verpflichtet einen günstigen Erhaltungszustand der FFH-Mähwiesen zu gewährleisten oder gegebenenfalls wiederherzustellen. Bei Verlust drohen Sanktionen im Rahmen der Cross-Compliance-Regelungen. Ursache für den Bestandsverlust artenreicher Mähwiesen ist zum Teil eine Intensivierung in den letzten Jahrzehnten aufgrund von veränderten Anforderungen an die Aufwuchsqualität und Ertragsleistung (ISSELSTEIN *et al.*, 2005). Infolgedessen kommt es häufig zu einer Zunahme der Schnitthäufigkeit, einer früheren ersten Mahd und einer höheren Düngung (DIETERICH und KANNENWISCHER, 2012). Aufgrund der veränderten Anforderungen an die Futterqualität in einem modernen Grünlandbetrieb ist eine extensive Bewirtschaftung häufig schwer aufrechtzuerhalten (ISSELSTEIN *et al.*, 2005). Allerdings führen auch die Nutzungsaufgabe und die damit verbundene Sukzession zum Rückgang des Lebensraumtyps (SCHRÖDER *et al.*, 2008). Dabei ist eine regelmäßige Nutzung notwendig, um die Artenvielfalt magerer Flachland-Mähwiesen zu erhalten (PAVLÜ *et al.*, 2011).

In diesem Beitrag wird die Entwicklung des Erhaltungszustands von mageren Flachland-Mähwiesen in Baden-Württemberg anhand des Landkreises Esslingen seit ihrer Ausweisung dargestellt.

Material und Methoden

Als Projektraum wurde der Landkreis Esslingen ausgewählt, da er sich durch vielfältige Nutzungsstrukturen und eine hohe Standortvielfalt auszeichnet. Die mageren Flachland-Mähwiesen wurden innerhalb von FFH-Gebieten erstmals 2004 kartiert. Im Rahmen eines Pilotprojekts fand eine Nachkartierung 2010 statt. Daher stehen vergleichsweise aktuelle Daten zu den Veränderungen der FFH-Mähwiesen zur Verfügung. Um mögliche Veränderungen der Mähwiesen seit 2004 und deren Gründe zu ermitteln, wurden 46 zufällig gewählte artenreiche Mähwiesen im Jahr 2014 untersucht. Voraussetzung für die Flächenauswahl war eine langjährige unveränderte Bewirtschaftung. Bei den Untersuchungsflächen handelt es sich um Glatthaferwiesen des Verbands *Arrhenatherion*. Die mageren Flachland-Mähwiesen befinden sich in den Naturräumen „Mittleres Albvorland“ und „Mittlere Kuppenalb“ der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft; sie liegen zwischen 455 und 801 m ü. NN. ü. NN und verteilen sich auf die FFH-Gebiete „Lenninger Tal und Teckberg“, „Hohenneuffen, Jusi und Baßgeige“ und „Neidlinger Alb“. Die Größe der Untersuchungsflächen liegt zwischen 0,1 und 7,1 ha.

Der aktuelle Erhaltungszustand wurde für jede FFH-Mähwiese gemäß dem Vorgehen des „Handbuchs für die Erstellung von Managementplänen für Natura-2000-Gebiete in Baden-Württemberg“ (LUBW, 2014) eingeschätzt. Bei der Erhebung des Erhaltungszustands finden das Arteninventar, die Habitatstruktur sowie ggf. vorhandene Beeinträchtigungen Berücksichtigung. Diese Kriterien werden zu einer Gesamtbewertung, dem Erhaltungszustand in der Erfassungseinheit zusammengefasst, welcher die Qualität hervorragend (A), gut (B) oder durchschnittlich (C) wiedergibt. Abweichend vom Vorgehen gemäß der Kartieranleitung (LUBW, 2014) wurden anstatt der Schnellaufnahme in jeder 2. Erfassungseinheit Vegetationsaufnahmen (jeweils drei 3x3 m große Quadrate) in die Einschätzung des Erhaltungszustands miteinbezogen. Für die Vegetationszusammensetzung wurden die prozentualen Ertragsanteile der einzelnen Arten nach KLAPP/STÄHLIN (1936) erfasst. Zur Bestimmung des Gehalts der pflanzenverfügbaren Bodennährstoffe Phosphor und Kalium dienten die standardisierten Methoden nach VDLUFA (1991). Im Rahmen von Bewirtschaftungsbeurteilungen wurde die langjährige Bewirtschaftungsweise erhoben.

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

Ergebnisse und Diskussion

Der Erhaltungszustand der meisten untersuchten mageren Flachland-Mähwiesen (Anzahl: 23; 50%) blieb im Zeitraum 2004 bis 2014 unverändert. Für 21 FFH-Wiesen (46%) wurde eine Verschlechterung und für zwei Wiesen (4%) eine Verbesserung des Erhaltungszustandes festgestellt. Bei 48% der verschlechterten mageren Flachland-Mähwiesen (Anzahl: 10) handelt es sich um Verlustflächen gemäß der Kartierung in 2014. Der Erhaltungszustand von sechs FFH-Mähwiesen veränderte sich von A nach B, zwei von B nach C und zwei FFH-Mähwiesen mit der Wertstufe B verloren 2014 ihren FFH-Status.

Bewirtschaftungsmaßnahmen

Die Mehrzahl der untersuchten FFH-Mähwiesen mit unverändertem Erhaltungszustand wurden gemäß den Empfehlungen des Infoblatts Natura 2000 (vgl. TONN und ELSÄßER 2012) bewirtschaftet (Tab. 1). Sie wurden 1 bis 2 Mal im Jahr und nicht vor der Blüte der bestandsbildenden Gräser geschnitten und nicht oder moderat mit Festmist gedüngt. Nur wenige FFH-Mähwiesen mit frühem Nutzungszeitpunkt (Mitte/Ende Mai) blieben unverändert. Jeweils eine Fläche mit relativ hoher Nutzungshäufigkeit (3 - 4 Schnitte) verbesserte sich in ihrem Erhaltungszustand bzw. blieb unverändert. Es handelt sich um vergleichsweise wüchsige Wiesen, die abhängig von den jährlichen Wetterbedingungen zweimal im Jahr gedüngt werden. Es fand in den vergangenen 20 Jahren keine Umstellung der Bewirtschaftung statt.

Auffällig ist die hohe Anzahl verschlechterter magerer Flachland-Mähwiesen mit einer ersten Nutzung ab Mitte Juni und einer Düngung im Frühjahr oder Herbst bzw. zum zweiten Aufwuchs. Allerdings wurden die meisten der verschlechterten Mähwiesen langjährig mit Gülle bzw. im Wechsel mit Festmist gedüngt. Die Düngungshäufigkeit lag bei der Hälfte der Flächen bei ein Mal jährlich, die andere Hälfte wurde alle zwei Jahre gedüngt. Der Anteil schnell verfügbaren Stickstoffs ist in Gülle höher als in Festmist, wodurch es bei hohen Güllegaben zu einer Gräserförderung und damit verbundenen Verdrängung von (wertgebenden) Kräutern kommen kann (SEITHER, 2012). Es ist anzunehmen, dass mit einer häufigeren Düngung eine im Durchschnitt höhere jährliche Nährstoffgabe einher ging, da zum einen die minimale Ausbringmenge begrenzt ist und mit häufigerer Dün-

gung kleiner Mengen höhere Kosten verbunden sind. Allerdings wurden 30% der Flächen mit unverändertem Erhaltungszustand ebenfalls mit Gülle gedüngt. Diese erfolgte überwiegend nach den Empfehlungen alle zwei Jahre zum 2. Aufwuchs bzw. im Herbst. Die Düngermengen entsprachen meist mit 20m³ Gülle/ha den Empfehlungen. Diejenigen Wiesen ohne Düngung liegen in Wasserschutz- oder Naturschutzgebieten und dürfen gesetzlich nicht gedüngt werden.

Tab.1: Anzahl der Wiesen und ihr Flächenanteil [ha und %] mit unverändertem, verschlechtertem und verbessertem Erhaltungszustand im Vergleich von 2004 und 2014, getrennt nach Bewirtschaftungsmaßnahmen

	Erhaltungszustand unverändert			Erhaltungszustand verschlechtert			Erhaltungszustand verbessert		
	Anzahl	Flächenanteil [ha]	[%]	Anzahl	Flächenanteil [ha]	[%]	Anzahl	Flächenanteil [ha]	[%]
<i>insgesamt</i>	23	25,1	61	21	15,3	37	2	0,7	1,6
<i>Nutzungshäufigkeit</i>									
1 Schnitt	2	1,3	3	-	-	-	-	-	-
1-2 Schnitte	13	12,8	31	17	10,7	26	-	-	-
2-3 Schnitte	7	10,1	25	4	4,6	11	1	0,4	1,0
3-4 Schnitte	1	0,9	2	-	-	-	1	0,2	0,6
<i>Nutzungszeitpunkt</i>									
Mitte/Ende Mai	3	1,8	4	1	0,4	1	-	-	-
Anfang Juni	2	4,2	10	10	9,6	23	1	0,2	0,6
Mitte/Ende Juni	18	19,1	47	10	5,3	13	1	0,4	1,0
<i>Düngerart</i>									
keine	6	3,5	8	2	1,8	4	-	-	-
Mineraldünger	-	-	-	1	1,8	4	-	-	-
Festmist	10	8,5	21	4	4,0	10	-	-	-
Gülle	7	13,2	32	14	7,7	19	2	0,7	1,6
<i>Düngungszeitpunkt</i>									
keine Düngung	6	3,4	9	3	1,8	4	-	-	-
Frühjahr	3	1,8	4	2	2,8	7	-	-	-
Frühjahr und Herbst	3	2,9	7	2	2,9	7	-	-	-
Frühjahr oder Herbst	2	4,2	10	7	5,4	13	1	0,2	0,6
zum 2. Aufwuchs	5	9,0	22	7	2,4	6	1	0,4	1,0
Herbst	4	3,8	9	-	-	-	-	-	-
<i>Düngungshäufigkeit</i>									
keine Düngung	6	3,4	8	3	2,2	5	-	-	-
alle zwei Jahre	11	13,3	33	7	2,4	6	1	0,4	1,0
1 x im Jahr	3	5,5	13	9	7,9	19	1	0,2	0,6
2 x im Jahr	3	2,9	7	2	2,9	7	-	-	-

Eine Schwierigkeit bei der Betrachtung der Entwicklung der Flächen und deren Bewirtschaftung ist, dass Landwirte sich den im Laufe der Zeit ergebenden stetigen, aber nur geringfügigen Veränderungen in der Bewirtschaftungsweise (wie z.B. immer späterem erstem Schnitttermin) ggf. nicht bewusst sind. 80% der Untersuchungsflächen mit einem angegebenen Nutzungszeitpunkt zwischen Mitte und Ende Juni wurden innerhalb des Betriebs meist nach den ertragsreichen Vielschnittwiesen zuletzt gemäht. Zudem möchten die Landwirte den Empfehlungen nachkommen und einen zu frühen Schnittzeitpunkt vermeiden. Oftmals verschiebt sich der Nutzungszeitpunkt dann infolge der Witterungsbedingungen auf einen späteren Zeitpunkt, wenn die Gräser bereits hochgewachsen sind und der Bestand teilweise überständig ist. Diese Wiesen weisen einen hohen Ertragsanteil der Gräser auf und kaum magerkeitanzeigende Kräuter. Eine Wiese verschlechterte sich von einem „guten“ Erhaltungszustand 2004 zu einer Verlustfläche gemäß der Kartierung 2014. Die Düngung dieser Fläche erfolgte mit mineralischem Stickstoffdünger im Frühjahr.

Drei Wiesen mit unverändertem Erhaltungszustand werden zu einem frühen Nutzungszeitpunkt Mitte / Ende Mai gemäht. Die botanische Qualität dieser Wiesen geht vermutlich in den nächsten Jahren zurück. Sie wurden nur aufgrund des hohen Deckungsanteils von magerkeitanzeigenden Gräsern als FFH-Mähwiese eingestuft. Da die sich generativ vermehrenden Kräuter aufgrund des

frühen Schnitzeitpunkts nicht aussamen können, werden sie langfristig aus dem Bestand verdrängt.

Bodenparameter

Die Untersuchungsflächen verfügten überwiegend über Boden-Kaliumgehalte im anzustrebendem Bereich (Gehaltsklasse C: 15-25 mg K₂O/100 g Boden; ELSÄßER, 2007). Eine Ausnahme bildeten die FFH-Mähwiesen mit einem verbesserten Erhaltungszustand gemäß der Kartierung 2014, diese wiesen einen hohen K-Gehalt auf (Tab. 2). Dies könnte auf die regelmäßige Düngung beider Wiesen mit Gülle zurückzuführen sein. Der durchschnittliche Phosphorgehalt lag bei allen Untersuchungsflächen in der Gehaltsklasse A (< 6 mg P₂O₅/100g Boden). Dies deutet auf einen Mangel an pflanzenverfügbarem Phosphor hin. Der Mangel an Nährstoffen kann zu einem Konkurrenzvorteil der Gräser gegenüber den Kräutern und vor allem der Leguminosen führen, da Gräser Phosphor und Kalium effizienter aufnehmen (KLAPP, 1965). Langfristig werden Leguminosenarten aus dem Bestand verdrängt. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen einen generell geringen Leguminosenanteil. Bei Wiesen mit günstigem Erhaltungszustand lagen sehr niedrige P-Gehalte im Boden vor.

Tab. 2: Phosphor- und Kaliumverfügbarkeit (MW ± sd) der 46 Untersuchungsflächen mit unverändertem, verschlechtertem und verbessertem Erhaltungszustand im Vergleich von 2004 und 2014.

Erhaltungszustand	P ₂ O ₅		K ₂ O		pH-Wert
	mg/100g Boden	Gehaltsklasse	mg/100g Boden	Gehaltsklasse	
<i>keine Veränderung</i>					
Gesamt	3,4 ± 2,7	A	20,2 ± 8,5	C	6,9 ± 0,7
Wertstufe A	2,9 ± 0,3	A	24,6 ± 14,7	C	6,5 ± 1,2
Wertstufe B	2,5 ± 1,0	A	18,3 ± 8,0	C	6,7 ± 0,8
Wertstufe C	4,8 ± 3,8	A	21,7 ± 8,4	C	7,1 ± 0,5
<i>Verschlechterung</i>					
Gesamt	3,7 ± 2,1	A	19,9 ± 8,7	C	6,5 ± 0,7
Wertstufe B	3,5 ± 1,1	A	17,8 ± 5,1	C	6,1 ± 0,7
Wertstufe C	2,0 ± 0,1	A	17,9 ± 8,1	C	7,3 ± 0,3
Wertstufe D	4,0 ± 2,5	A	21,1 ± 10,3	C	6,5 ± 0,5
<i>Verbesserung</i>					
Wertstufe B	3,6 ± 1,0	A	27,5 ± 14,4	D	7,4 ± 0,0

Vegetationsparameter

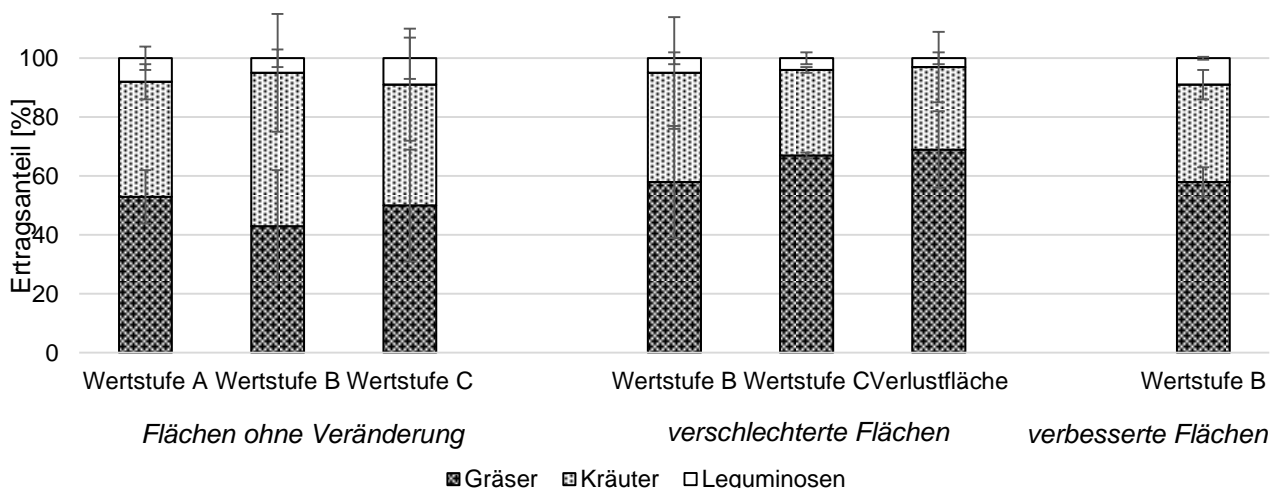


Abb.1: Ertragsanteile der Artengruppen Gräser, Kräuter und Leguminosen (MW ± sd) für Flächen mit unverändertem, verschlechtertem und verbessertem Erhaltungszustand im Vergleich von 2004 und 2014.

Die Verlustflächen wiesen einen hohen Gräseranteil im Vergleich zu den noch bestehenden FFH-Mähwiesen auf (Abb. 1). Die Ertragsanteile von Leguminosen liegen bei allen FFH-Mähwiesen

unter 10% und sind damit für extensives Grünland relativ niedrig. Mögliche Ursachen könnten eine zu hohe N-Versorgung oder eine zu geringe P-Versorgung der Böden sein (RAUS *et al.*, 2012). Ein weiterer Grund könnte ein partiell vorliegender Lichtmangel zurück sein. Die pflanzenverfügbaren Kaliumgehalte in den Böden der Untersuchungsflächen liegen im anzustrebenden Bereich (Gehaltsklasse C). Die Ertragsanteile der Artengruppe Kräuter waren bei Flächen mit höherer naturschutzfachlicher Qualität Erhaltungszustand tendenziell höher und wiesen bei Untersuchungsflächen der Erhaltungstufe „A“ eine geringe Schwankungsbreite auf.

Das Arteninventar ist ein wichtiges Kriterium bei der Einschätzung des Erhaltungszustandes von mageren Flachland-Mähwiesen. Tendenziell wiesen Untersuchungsflächen mit besserem Erhaltungszustand eine höhere Gesamtartenzahl auf (Abb. 2). Die Verlustflächen wiesen die geringste Artenzahl (10 ± 1) auf. Bei der Einschätzung des Arteninventars wird nach Zeigern einer extensiven Bewirtschaftungsweise (in der Regel wertgebende Pflanzenarten), neutralen Grünlandarten und abwertend wirkenden Störzeigern unterschieden. Magere Flachland-Mähwiesen mit einem hervorragendem oder gutem Erhaltungszustand wiesen einen höheren Ertragsanteil wertgebender Arten, insbesondere magerkeitanzeigende Kräuter wie *Salvia pratensis*, *Knautia arvensis* oder *Leucanthemum vulgare*, als Wiesen mit durchschnittlichem Erhaltungszustand auf.

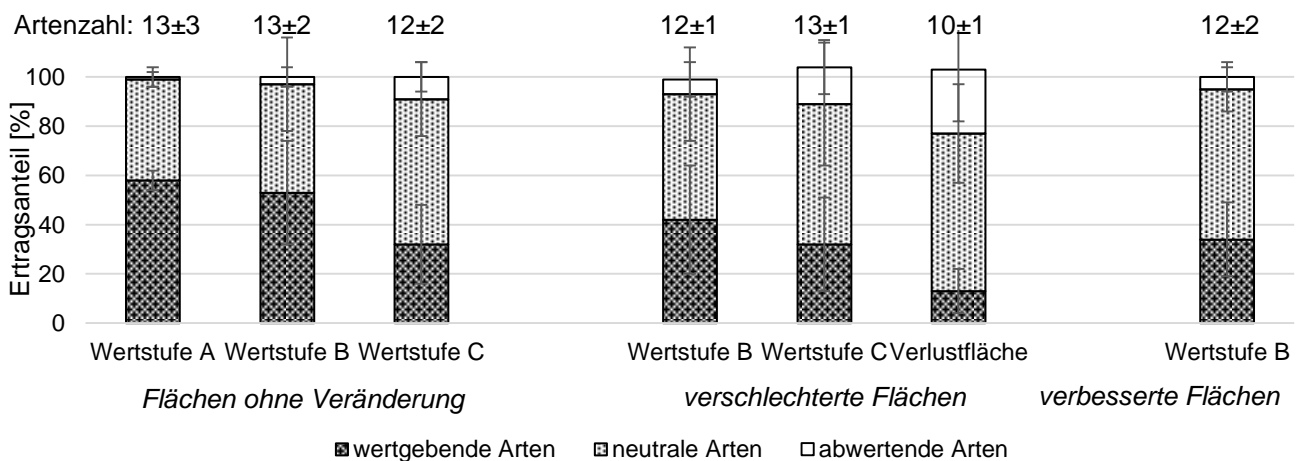


Abb.2: Pflanzenartenzahl und Ertragsanteile wertgebender, neutraler und abwertender Arten (MW ± sd) für Flächen mit unverändertem, verschlechtertem und verbessertem Erhaltungszustand im Vergleich von 2004 und 2014.

Die Verlustflächen wiesen dagegen einen höheren Ertragsanteil an abwertenden Arten, wie *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata* oder *Lolium perenne* auf. Eine Großzahl der Untersuchungsflächen mit der Wertstufe „C“ wurde lediglich aufgrund eines hohen Ertragsanteils an wertgebenden Gräsern, wie *Festuca rubra* oder *Anthoxanthum odoratum* noch als FFH-Mähwiese eingestuft. Sie wiesen kaum magerkeitanzeigende Kräuter auf und könnten im Begriff sein sich (weiter) zu verschlechtern.

Schlussfolgerungen

Es war kein klarer Zusammenhang zwischen Erhaltungszustand und Bewirtschaftungsmaßnahmen erkennbar. Jedoch gab es Hinweise auf zu intensive bzw. zu extensive Bewirtschaftung auf die botanische Qualität im Erhaltungszustand verschlechterter Wiesen. Eine Vielzahl von FFH-Mähwiesen mit verschlechtertem Erhaltungszustand wurde nach der Empfehlung ein- bis zweimal im Jahr ab Mitte Juni genutzt. Diese Wiesen werden oft aus organisatorischen Gründen zuletzt gemäht. Oftmals verschiebt sich der Nutzungszeitpunkt infolge ungünstiger Witterungsbedingungen auf einen späteren Zeitpunkt. Der entstandene hohe Biomasseaufwuchs kann aufgrund der Beschattung niedrigwüchsiger und lichtliebender Kräuter langfristig zu deren Verdrängung aus dem Bestand führen. Alle Untersuchungsflächen wiesen einen sehr niedrigen Phosphorgehalt auf, der den geringen Leguminosenanteil erklären könnte. Es hat sich gezeigt, dass die Untersuchungsflächen als Extensivgrünland nicht zu früh und nicht zu spät genutzt werden sollten.

Danksagung

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

Literatur

- BAUR, B., CREMENE, C., GROZA, G., RAKOSY, L., SCHILEYKO, A. A., BAUR, A., STOLL, P. & ERHARDT, A. (2006): Effects of abandonment of subalpine hay meadows on plant and invertebrate diversity in Transylvania, Romania. *Biological Conservation* 132 (2), 261–273.
- BFN (2014): Nationaler Bericht nach Art. 17 FFH-Richtlinie in Deutschland. Teil Lebensraumtypen (Annex D). Bundesamt für Naturschutz.
- BUNDESNATURSCHUTZGESETZ (2009): Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege. Verschlechterungsverbot § 33, Abs. 1.
- DIETERICH, M. und KANNENWISCHER, N. (2012): Defizitanalyse Natura 2000. Situation von artenreichem Grünland im süddeutschen Raum. NABU – Bundesverband.
- ELSÄßER, M. (2007): Düngung von Wiesen und Weiden. 4. Auflage. Hrsg.: Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg. Merkblätter für die Umweltgerechte Landbewirtschaftung, 13.
- FFH-Richtlinie (1992): Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 7–50.
- ISSELSTEIN, J., JEANGROS, B. & PAVLÜ, V. (2005): Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe – A review. *Agronomy Research* 3, 139–151.
- KLAPP, E. (1965): *Grünlandvegetation und Standort*. Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- KLAPP, E. und STÄHLIN, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Stuttgart, Ulmer.
- LUBW (2014): Natura 2000. Handbuch für die Erstellung von Managementplänen für Natura-2000-Gebiete in Baden-Württemberg. Version 1.3., Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) im Auftrag des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR).
- OSTERMANN, O.P.L.E. (1998): The need for management of nature conservation sites designated under Natura 2000. *Journal of Applied Ecology* 35 (6), 968–973.
- PAVLÜ, L., PAVLÜ, V., GAISLER, J., HEJCMAN, M. & MIKULKA, J. (2011): Effect of long-term cutting versus abandonment on the vegetation of a mountain hay meadow (Polygonum-Trisetion) in Central Europe. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 206 (12), 1020–1029.
- POSCHLOD, P. und WALLIS DE VRIES, M. F. (2002): The historical and socioeconomic perspective of calcareous grasslands—lessons from the distant and recent past. *Biological Conservation* 104 (3), 361–376.
- RAUS, J., KNOT, P. & HRABE, F. (2012): Effect of fertilization and harvest frequency on floristic composition and yields of meadow stand. In: *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 60 (5), 181–186.
- SCHRÖDER, E., SSYMANK, A., VISCHER-LEOPOLD, M. & ERSFELD, M. (2008): Die Umsetzung der FFH-Richtlinie in der Agrarlandschaft. *Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung* 20 (4), 264-274.
- SEITHER, M. (2012): Floristische Untersuchungen zur Düngeverträglichkeit von mesotrophem FFH-Grünland. Unter Mitarbeit von Karin King. Versuchsbericht 1/2012. Hrsg. LAZBW Aulendorf.
- TONN, B. UND ELSÄßER, M. (2012): Handreichung zur Bewirtschaftung von FFH-Mähwiesen, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (Hrsg.).
- TONN, B., THUMM, U., LEWANDOWSKI, I., & CLAUPEIN, W. (2012): Leaching of biomass from semi-natural grasslands – Effects on chemical composition and ash high-temperature behaviour. *Biomass and Bioenergy* 36, 390–403.
- VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALTEN (1991): Methodenbuch, Band I, Die Untersuchung von Böden, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Vegetationszusammensetzung eines Halbtrockenrasens nach 31 Jahren unterschiedlicher Bewirtschaftung

Seither, M.

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW)

Atzenberger Weg 99, D-88326 Aulendorf, melanie.seither@lazbw.bwl.de

Einleitung und Problemstellung

Kalkmagerrasen besitzen hinsichtlich der Diversität an Pflanzen und Tieren eine herausragende Bedeutung. Sie gehören zu den artenreichsten Lebensräumen in Europa, enthalten häufig eine Vielzahl bedrohter Arten (NIEMELÄ und BAUR, 1998) und stehen unter Naturschutz (Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie 1992). Sie sind daher so zu bewirtschaften, dass die Pflanzenartenvielfalt erhalten bleibt. Aus landwirtschaftlicher Sicht sind Kalkmagerrasen aufgrund ihres geringen Ertragspotentials heutzutage landwirtschaftlich von geringem Interesse. Infolgedessen ist ihr Erhalt durch Bewirtschaftungsveränderungen und Nutzungsaufgabe bedroht (STEINER, 2011; NIEMELÄ und BAUR, 1998) und kann in der Regel nur noch über Landschaftspflegeverträge gesichert werden.

Hintergrund dieser Beobachtungsstudie waren daher folgende Fragen: 1) Ist Mulchen als arbeitsintensivere Alternative zu Mahd mit Heugewinnung zum Erhalt eines Halbtrockenrasens geeignet? 2) Welche Düngermengen verträgt ein Halbtrockenrasen ohne sich aus floristischer Sicht negativ zu verändern? Im vorliegenden Beitrag werden die Auswirkungen von 31 Jahren unterschiedlicher Nutzung und Düngung auf die Vegetationszusammensetzung dargestellt.

Material und Methoden

Bei der Untersuchungsfläche handelt es sich um einen artenreichen Halbtrockenrasen im Naturschutzgebiet Filsenberg in Mössingen (Schwäbische Alb, Baden-Württemberg). Die Fläche liegt in 780 m Höhe über NN, die Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 6,0 – 6,5 °C, der durchschnittliche jährliche Niederschlag bei 850 mm. Der Boden ist eine Braunerde-Rendzina, die Bodenart ein sandiger bis toniger Lehm. Die Pflanzengesellschaft wurde zu Beginn der Untersuchung dem *Gentiano verna*-*Brometum* zugeordnet (BRIEMLE, 1989). Die Fläche wird einmal jährlich im Juli genutzt; vor Beginn der Untersuchung seit Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts erhielt sie geringe Mengen an Phosphor in Form von Thomasmehl ($(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 (\text{Ca}_2\text{SiO}_4))$ mit Beimengung von Fe, Mn, Mg und Cr) oder mineralischem Mischdünger.

Auf Parzellen mit einer Größe von je 126 m² wird seit 1983 eine Beobachtungsstudie durchgeführt (Anlage durch Dr. Schiefer, langjährige Versuchsbetreuung durch Dr. Briemle und anschließend durch Frau Tonn). Hintergrund ist die Untersuchung des Effekts der Nutzungsart und Düngung (Tab. 1) auf die Vegetation, den Ertrag und die Futterqualität (SEITHER, 2014). Im vorliegenden Beitrag werden die Auswirkungen auf die Vegetation dargestellt. Bei Varianten zwei bis acht findet eine einmalige jährliche Nutzung im Juli statt. Die Düngung erfolgt jährlich im Frühjahr. Als Stickstoffdünger dient Kalkammonsalpeter (enthält ca. 80% $\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_3$), als Phosphordünger Novaphos (enthält 23% P und 8% S) und als Kaliumdünger Kornkali (enthält 40% K_2O , 6% MgO , 3% Na und 5% S). Vegetationsaufnahmen mit Ertragsanteilschätzungen der Arten (KLAPP und STÄHLIN, 1936) wurden auf je 25 m² durchgeführt.

Da die Varianten nicht wiederholt angelegt wurden, war eine statistisch abgesicherte Auswertung nicht möglich. Für die im Folgenden betrachteten Parameter wurden aggregierte Mittelwerte aufeinanderfolgender Zeitspannen betrachtet, um Schwankungen in den Ertragsanteilen bzw. dem Vorkommen mancher Arten zwischen den Versuchsjahren zu relativieren. Die Zeitspannen wurden so gewählt, dass sie möglichst eine vergleichbare Länge und Anzahl an eingehenden Werten aufweisen. Da die Vegetationsaufnahmen anfangs nicht jährlich erfolgten, schwankte die Anzahl zwischen zwei (1987-1990, 2003-2006), drei (1983-1986, 1995-1998, 1999-2002, 2011-2013) und vier eingehenden Werten (2007-2010). Die Hauptkomponentenanalyse wurde mit dem Programm Canoco (Version 4.5) durchgeführt, die Ertragsanteile der Arten wurden log-transformiert, ansonsten wurden die Standardeinstellungen verwendet.

Tab. 1: Varianten der Beobachtungsstudie; Varianten fünf und acht sind an den Entzugswerten 1-2-schüriger Magerwiesen orientiert und kamen erst 1991 hinzu.

	Nutzung	Düngung (kg/ha/a)	Anlage
1. SUK	keine (Sukzession)	-	1983
2. MUL	Mulchen	-	1983
3. M	Mahd	-	1983
4. M+PK1		P/K: 10/16	1983
5. M+PK2		P/K 16/64	1991
6. M+NPK1		N/P/K 10/10/16	1983
7. M+NPK2		N/P/K 20/20/32	1983
8. M+NPK3		N/P/K 40/16/64	1991

Ergebnisse und Diskussion

Im Laufe der Untersuchung kam es in allen Varianten zu einer Abnahme der Pflanzenartenzahl (Tab. 2) in Verbindung mit einer Zunahme des Gräseranteils (Abb. 1). PK2 und NPK3 führten - gefolgt von NPK2 - von den gedüngten Varianten zu den deutlichsten Effekten auf die Bestandszusammensetzung (Abb. 2); beide wiesen eine hohe negative Korrelation (PK2: -0.42, NPK3: -0.43; Abb. 1) mit der ersten Achse der PCA auf (Abb. 3). Es kam zu einem deutlichen Rückgang im Ertragsanteil der Festuca-Brometea (Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen) zugunsten der Fettwiesenarten (Arten der Molinio-Arrhenatheretea) und – ebenso wie bei SUK – zu einer im Variantenvergleich hohen Zunahme der Gräser (Tab. 3). Arten mit relativ hohem Nährstoffanspruch wie *Dactylis glomerata*, *Trisetum flavescens* und insbesondere *Arrhenatherum elatius* nahmen in den gedüngten Varianten – v. a. jedoch bei NPK3 und PK2 - deutlich zu, während in beiden Varianten Magerkeit-anzeigende Arten wie *Bromus erectus*, *Carex flacca*, *Helianthemum nummularium* und *Lotus corniculatus* im Ertragsanteil zurückgingen (Tab. 3). Die gewichtete Nährstoffzahl des Bestands nahm dementsprechend mit der Höhe der Düngung zu (in 2011-2013 lag sie bei 4.1 bei NPK3 bzw. bei 5.1 bei PK2), blieb aber bei der ungedüngten Variante relativ stabil (3.0).

Tab. 2: Ertragsanteil (EA; %) und Anzahl an Arten der Klasse Festuco-Brometea und Molinio-Arrhenatheretea sowie Gesamtartenzahl zu Beginn (1983-1987 bzw. 1988-1992) und Ende des Versuchs (2011-2013; jeweils Mittelwerte über die angegebenen Zeitperioden) sowie ihre relative Veränderung (Diff.) in den Varianten.

			SUK	MUL	M	PK1	PK2	NPK1	NPK2	NPK3
Festuco-Brometea	EA	Beginn	65	69	71	66	79	61	60	75
		Ende	85	68	79	44	21	46	28	15
		Diff.	20	-1	8	-22	-58	-15	-32	-60
	Artenzahl	Beginn	30	28	27	29	20	27	27	20
		Ende	11	16	16	21	12	20	15	12
		Diff.	-19	-12	-11	-8	-8	-7	-12	-8
Molinio-Arrhenatheretea	EA	Beginn	13	14	13	14	7	21	18	9
		Ende	12	24	9	42	73	47	63	82
		Diff.	-1	10	-4	28	66	26	45	73
	Artenzahl	Beginn	15	18	15	17	15	21	19	13
		Ende	7	15	10	17	20	23	17	19
		Diff.	-8	-3	-5	0	5	2	-2	6
Gesamt-Artenzahl	Beginn	64	62	61	64	50	65	64	50	
	Ende	27	44	43	54	40	56	47	42	
	Diff.	-37	-18	-18	-10	-10	-9	-17	-8	

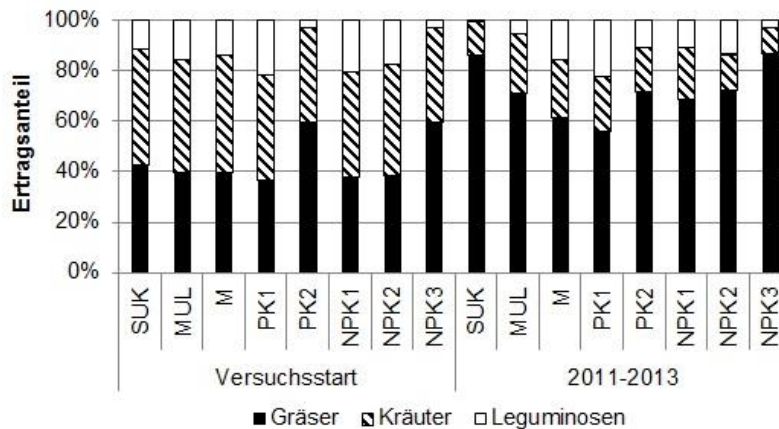


Abb. 1: Vergleich der Ertragsanteile der Gräser, Kräuter und Leguminosen zwischen den Varianten zu Beginn des Versuchs (je nach Variante 1983-1987 bzw. 1988-1992) und 2011-2013.

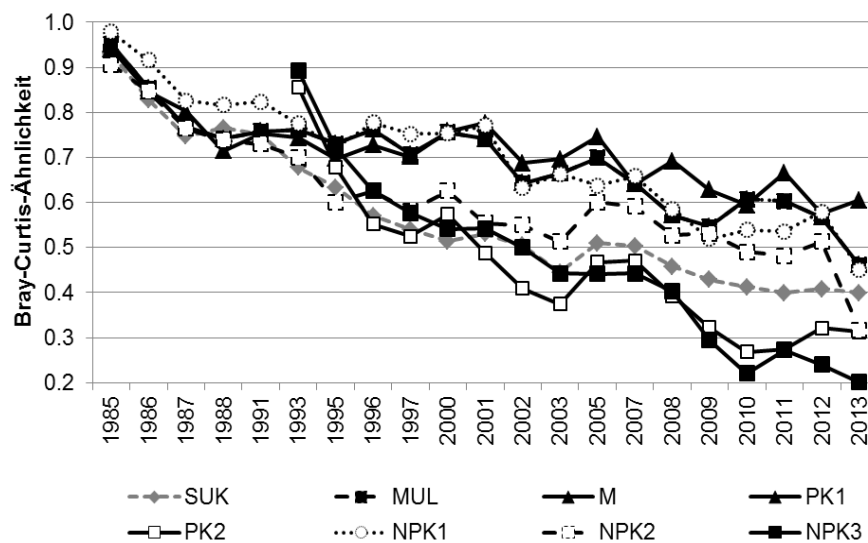


Abb. 2: Ähnlichkeit in der Vegetationszusammensetzung zwischen den Varianten (Verwendung der Mittelwerte über die angegebenen Zeiträume).

Eine hohe positive Korrelation mit der zweiten Achse der PCA zeigte SUK (+0,73). Nutzungsaufgabe führte zu einer ähnlich starken Vergrasung wie hohe Düngung. Das schnittempfindliche Gras *Brachypodium pinnatum* (Mahdverträglichkeit-Zahl 3) sowie andere hochwüchsige Gräser, insbesondere *Bromus erectus*, nahmen deutlich im Ertragsanteil zu (Tab. 2). Ursache für die „Vergrasung“ ist die fehlende Licht-Stellung infolge der Bildung einer dichten Streuauflage und der Zunahme konkurrenzkräftiger Arten (DIERSCHKE, 1984), welche zum Rückgang einer Vielzahl der für die Halbtrockenrasen typischen lichtliebenden Leguminosen- und Kräuterarten und in der Folge zu einer drastischen Abnahme der Artenzahl führte (Tab. 2). Die Sukzession schritt - vermutlich infolge des dichten Gräserbestands, der eine Keimung von Gehölzen weitgehend verhinderte - nur langsam voran. So lag der Gehölzanteil nach über 30 Jahren bei nur etwa 1%. PK1 (-0,48) und NPK1 (-0,22) waren negativ mit der zweiten Achse korreliert. Diese Varianten erhielten die Vielfalt an Pflanzenarten insgesamt und an Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen von allen Varianten am besten (Tab. 2). Dies ist in Übereinstimmung mit der Erkenntnis, dass Kräuter und Leguminosen, welche wesentlich zu der hohen Pflanzenartenvielfalt beitragen, einer ausreichenden Nährstoffversorgung mit Phosphor und Kalium bedürfen (MAGYAR *et al.*, 2008). PK1 führte im Vergleich zu Mahd ohne Düngung dementsprechend zu einem höheren Leguminosenanteil als die ungedüngte Variante. Bei PK2 zeigte sich dieser Effekt nicht; an diesem P-limitierten Standort förderte hohe PK-Düngung konkurrenzstärkere Pflanzenarten (sh. oben). Mahd ohne Düngung resultierte im Vergleich mit geringer Düngergabe (PK1 bzw. NPK1) in gut 30% höherem Ertragsanteil der Trocken- und Halbtrockenrasenarten zulasten der Fettwiesenarten. Dies lag im Wesentlichen an

der höheren Zunahme von *Bromus erectus* sowie dem relativ hohen Rückgang von *Trifolium montanum* in den leicht gedüngten Varianten (Tab. 2; beides Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen). Manche Magerkeit-anzeigende Arten wie *Helianthemum nummularium*, *Trifolium campestre* und *Centaurea scabiosa* wurden durch geringe PK-Düngung (PK1) im Vergleich zu Null-Düngung gefördert (Tab. 3).

Tab. 3: Mittlerer Ertragsanteil (EA; %) ausgesuchter Arten in 2011-2013 und mittlere EA-Veränderung seit Untersuchungsbeginn (Δ EA; unterstrichen: Veränderungen $>2\%$). Bei hoher Korrelation von Arten mit einer Variante ($\geq \pm 0.5$ in SpecEnv-Datei einer PCA-Analyse) wurde der EA fett gedruckt.

Art	N-Zahl	L-Zahl		SUK	MUL	M	PK1	PK2	NPK1	NPK2	NPK3
Kennarten der Festuco-Brometea											
<i>Anthyllis vulneraria</i>	2	8	EA 11-13	0.0	0.1	1.7	0.5	0.0	0.8	0.0	0.0
			Δ EA	-1.6	<u>-2.4</u>	-0.3	<u>-3.5</u>	0.0	-0.8	<u>-2.3</u>	0.0
<i>Brachypodium pinnatum</i>	4	6	EA 11-13	10.0	1.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
			Δ EA	<u>8.7</u>	0.3	-0.1	0.0	<u>-4.9</u>	0.0	-0.1	<u>-3.0</u>
<i>Bromus erectus</i>	3	8	EA 11-13	63.0	47.7	55.7	24.0	12.7	27.7	16.7	10.7
			Δ EA	<u>39.5</u>	<u>18.9</u>	<u>25.9</u>	-1.0	<u>-29.3</u>	0.4	<u>-7.1</u>	<u>-31.3</u>
<i>Helianthemum nummularium</i>	2	7	EA 11-13	4.7	1.4	1.7	3.3	0.0	2.0	0.7	0.0
			Δ EA	<u>3.4</u>	-0.1	0.9	<u>2.1</u>	-0.2	-0.3	-1.3	-0.2
<i>Hippocrepis comosa</i>	2	7	EA 11-13	0.0	0.1	0.1	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0
			Δ EA	-1.0	-1.4	-0.9	-0.2	0.0	-1.4	-1.1	0.0
<i>Onobrychis viciifolia</i>	3	8	EA 11-13	0.0	0.5	4.3	1.7	0.0	1.3	0.4	0.0
			Δ EA	-1.8	-1.5	<u>2.6</u>	-0.6	-1.0	-0.9	-0.9	-0.2
<i>Sanguisorba minor</i>	2	7	EA 11-13	1.7	3.0	5.7	4.3	1.3	2.7	2.1	1.1
			Δ EA	<u>-8.6</u>	<u>-7.5</u>	<u>-7.3</u>	<u>-2.4</u>	<u>-10.7</u>	-1.8	<u>-6.4</u>	<u>-11.9</u>
<i>Trifolium montanum</i>	2	8	EA 11-13	0.0	2.3	6.3	2.3	0.1	0.2	2.0	0.1
			Δ EA	<u>-3.3</u>	<u>-2.4</u>	1.6	<u>-6.9</u>	-0.1	<u>-5.1</u>	<u>-4.5</u>	-0.9
Kennarten der Molinio-Arrhenatheretea											
<i>Arrhenatherum elatius</i>	7	8	EA 11-13	4.7	11.3	0.0	8.7	27.7	9.7	24.7	26.7
			Δ EA	<u>4.5</u>	<u>11.1</u>	-0.4	<u>8.5</u>	<u>26.7</u>	<u>8.8</u>	<u>24.5</u>	<u>26.5</u>
<i>Dactylis glomerata</i>	6	7	EA 11-13	0.0	0.4	0.0	5.0	3.7	3.3	7.3	10.0
			Δ EA	-0.2	0.2	-0.2	<u>4.4</u>	<u>3.5</u>	<u>2.7</u>	<u>6.0</u>	<u>9.8</u>
<i>Holcus lanatus</i>	5	7	EA 11-13	0.1	3.7	0.1	9.3	4.3	9.7	9.0	1.1
			Δ EA	-0.2	<u>3.5</u>	0.0	<u>8.3</u>	<u>4.1</u>	<u>8.1</u>	<u>8.2</u>	-0.9
<i>Leontodon hispidus</i>	6	8	EA 11-13	0.0	2.3	4.0	2.0	0.2	0.2	0.1	0.1
			Δ EA	<u>-2.8</u>	-1.7	<u>2.3</u>	<u>-2.0</u>	0.0	<u>-4.8</u>	<u>-3.4</u>	-0.9
<i>Trisetum flavescens</i>	5	7	EA 11-13	0.0	0.0	0.0	2.7	11.0	7.0	6.0	19.3
			Δ EA	0.0	0.0	-0.2	<u>2.5</u>	<u>11.0</u>	<u>6.8</u>	<u>5.4</u>	<u>19.3</u>
Weitere Arten											
<i>Carex flacca</i>	4	7	EA 11-13	1.1	1.1	2.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
			Δ EA	<u>-5.4</u>	-1.4	1.1	-0.2	<u>-5.0</u>	-0.9	-0.9	<u>-5.0</u>
<i>Leucanthemum vulgare</i>	3	7	EA 11-13	0.0	1.0	3.0	1.7	1.0	1.1	0.5	0.1
			Δ EA	-1.5	-0.5	1.8	-0.1	0.8	0.2	-1.5	-0.1
<i>Lotus corniculatus</i>	3	7	EA 11-13	0.0	1.1	3.0	3.0	0.2	1.1	3.0	0.1
			Δ EA	<u>-3.3</u>	<u>-2.4</u>	-0.3	<u>-3.5</u>	-1.8	<u>-5.2</u>	<u>-2.0</u>	-1.9
<i>Trifolium campestre</i>	3	8	EA 11-13	0.0	0.0	0.0	2.0	0.8	0.0	1.3	0.4
			Δ EA	0.0	0.0	0.0	<u>2.0</u>	0.8	0.0	1.3	0.4

MUL war Mahd ohne Düngung hinsichtlich der Bestandszusammensetzung am ähnlichsten (Ähnlichkeit von 70% 2011-2013 vs. 80% 1983) und scheint daher, in Übereinstimmung mit HOCHBERG und ZOPF (2011), als alternative Nutzungsmethode zum Erhalt von Halbtrockenrasen geeignet zu sein. Die Gesamtartenzahl, ebenso wie die Anzahl an Arten der Trocken- und Halbtrockenrasen und der Fettwiesen ging – abgesehen von SUK – bei beiden Varianten am deutlichsten zurück (Tab. 2). Der Ertragsanteil von Trocken- und Halbtrockenrasenarten war jedoch von den bewirtschafteten Varianten bei MUL und ohne Düngung zuletzt am höchsten und insgesamt kaum verändert, da der Rückgang einiger Arten der Halbtrockenrasen durch die Zunahme von *Bromus erectus* ausgeglichen wurde (Tab. 3). Bei MUL gingen manche Leguminosenarten, z. B. *Anthyllis vulneraria*, *Hippocrepis comosa* und *Onobrychis viciifolia* leicht zurück, wodurch ihr Anteil 2011-2013 insgesamt niedriger lag als bei Mahd ohne Düngung. Dies könnte einerseits durch die – zumindest zeitweise – schlechteren Licht- und Konkurrenzbedingungen für niedrigwüchsige Leguminosenarten infolge des liegen bleibenden Mulchmaterials oder die damit verbundene höhere Bodenfeuchte (DIERSCHKE, 1984) und bessere Nährstoffversorgung begründet sein (HOCHBERG und ZOPF, 2011), welche konkurrenzkräftigere Pflanzenarten förderte. So kam es bei MUL im Vergleich zu Mahd ohne Düngung zu einer leichten Zunahme der Nährstoffanspruchsvolleren Gräser *Holcus lanatus* und *Arrhenatherum elatius* (sh. Tab. 3) und in der Folge zu einer höheren Nährstoffzahl des Bestands 2011-2013 (3.7 vs. 3.0).

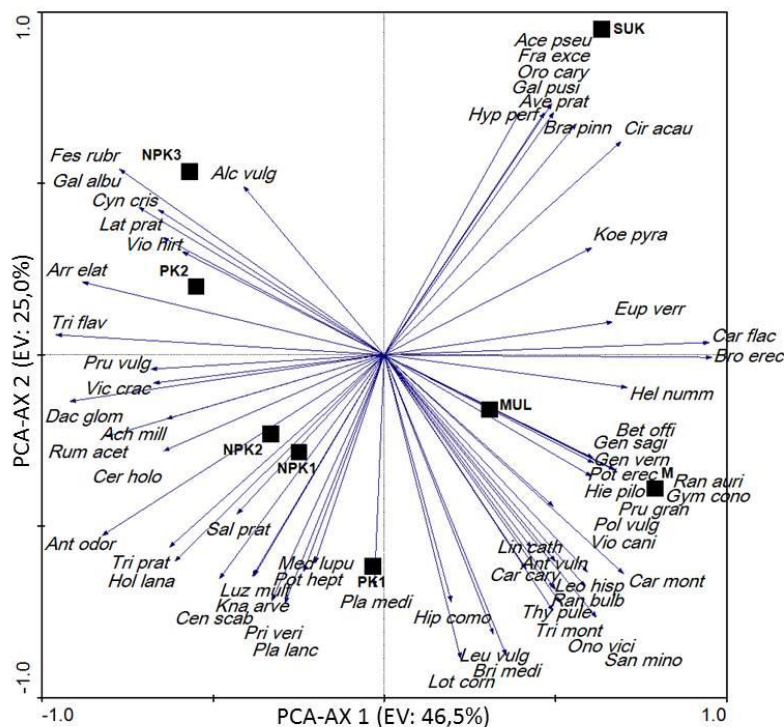


Abb. 3: Hauptkomponentenanalyse (PCA: principle component analysis) für 2011-2013 (Mittelwerte des Vorkommens der Arten).

Pflanzenartenabkürzungen: Ace pseu: *Acer pseudoplatanus*, Ach mill: *Achillea millefolium*, Alc vulg: *Alchemilla vulgaris*, Ant odor: *Anthoxanthum odoratum*, Ant vuln: *Anthyllis vulneraria*, Arr elat: *Arrhenatherum elatius*, Ave prat: *Avena pratensis*, Bet offi: *Betonica officinalis*, Bra pinn: *Brachypodium pinnatum*, Bri medi: *Briza media*, Bro erect: *Bromus erectus*, Car cary: *Carex caryophylla*, Car flac: *Carex flacca*, Car mont: *Carex montana*, Cen scab: *Centaurea scabiosa*, Cer holo: *Cerastium holosteoides*, Cir acau: *Cirsium acaule*, Cyn cris: *Cynosurus cristatus*, Dac glom: *Dactylis glomerata*, Eup verr: *Euphorbia verrucosa*, Fes rubr: *Festuca rubra*, Fra exce: *Fraxinus excelsior*, Gal albu: *Galium album*, Gen vern: *Gentiana verna*, Gen sagi: *Genista sagittalis*, Gym cono: *Gymnadenia conopsea*, Gal pusi: *Galium pusillum*, Hel numm: *Helianthemum nummularium*, Hie pil: *Hieracium pilosella*, Hip como: *Hippocrepis comosa*, Hol lana: *Holcus lanatus*, Hyp perf: *Hypericum perforatum*, Kna arve: *Knautia arvensis*, Koe pyr: *Koeleria pyramidata*, Lat prat: *Lathyrus pratensis*, Leo hisp: *Leontodon hispidus*, Lin cath: *Linum catharticum*, Leu vulg: *Leucanthemum vulgare*, Lot corn: *Lotus corniculatus*, Luz mult: *Luzula multiflora*, Med lupu: *Medicago lupulina*, Ono vic: *Onobrychis viciifolia*, Oro cary: *Orobancha caryophyllacea*, Pla lanc: *Plantago lanceolata*, Pla medi: *Plantago media*, Pol vulg: *Polygala vulgaris*, Pot erect: *Potentilla erecta*, Pot hept: *Potentilla heptaphylla*, Pri veri: *Primula veris*, Pru gran: *Prunella grandiflora*, Pru vulg: *Prunella vulgaris*, Ran auri: *Ranunculus auricomus*, Ran bulb: *Ranunculus bulbosus*, Rum acet: *Rumex acetosa*, Sal prat: *Salvia pratensis*, San min: *Sanguisorba minor*, Tri mont: *Trifolium montanum*, Thy pule: *Thymus pulegioides*, Tri flav: *Trisetum flavescens*, Tri prat: *Trifolium pratense*, Vic crac: *Vicia cracca*, Vio cani: *Viola canina*, Vio hir: *Viola hirta*.

Mahd ohne Düngung führte im Vergleich der Varianten zu einer hohen Zunahme der lichtliebenden Magerkeitszeiger *Trifolium montanum* und *Onobrychis viciifolia* (Licht-Zahl 8, Nährstoff-Zahl 3) und der ebenfalls licht-liebenden Fettwiesenart *Leontodon hispidus* (Tab. 3).

Auf den Untersuchungsflächen kamen seltene Arten, darunter sechs Orchideenarten, ein Sommerwurzgewächs und zwei Enzianarten, vor. Ihr Vorkommen war teils von Beginn an auf wenige Varianten beschränkt, teilweise fehlten sie in manchen Jahren vollständig, wodurch die Interpretierbarkeit der Ergebnisse erschwert wurde. Das Vorkommen mancher Arten in 2011-2013 war auf Mahd ohne Düngung (Frühlings-Enzian, Bienen-Ragwurz und Weiße Waldhyazinthe), die Mulch-Variante (Bienen-Ragwurz und Weiße Waldhyazinthe) bzw. diese beiden ungedüngten Varianten beschränkt (Mücken-Händelwurz und Großes Zweiblatt). Weitere Arten kamen sowohl auf den ungedüngten als auch den gering gedüngten (PK1, NPK1) Varianten vor (Deutscher Fransenenzian, Kleines Knabenkraut). Auf Parzellen mit hoher Düngung traten diese Arten entweder nie auf oder verschwanden im Laufe der Untersuchungszeit.

Insgesamt war im Vergleich der Vegetationszusammensetzung der Varianten miteinander noch im dritten Untersuchungsjahrzehnt eine hohe Dynamik erkennbar (Vergleich der Bray-Curtis-Ähnlichkeit 2003-2007 und 2011-2013: Daten nicht gezeigt). Auch andere Untersuchungen belegen, dass Veränderungen in der Vegetationszusammensetzung noch nach sehr langer Versuchsdauer auftreten (KAHMEN *et al.*, 2002), was unter anderem durch sich ändernde Witterungsbedingungen bedingt sein kann (DIERSCHKE, 1984).

Schlussfolgerungen

Diese Langzeituntersuchung zeigt, dass die optimale Bewirtschaftungsweise des untersuchten Halbtrockenrasens stark vom Erhaltungsziel abhängig ist. So wurden die Vielfalt an Arten der Halbtrockenrasen sowie die Artenvielfalt insgesamt am besten durch geringe Düngung erhalten, während hinsichtlich des Erhalts seltener, typischer Arten wie Orchideen eine Nulldüngung anzustreben ist. Mulchen zeigte sich für diesen ertragsarmen Standort nicht nachteilig für die Vegetationszusammensetzung, welche der ungedüngten Variante bis zuletzt mit 70% Übereinstimmung sehr ähnlich blieb.

Literatur

- BRIEMLE, G. (1989): Über die Wirkung mineralischer Düngung auf die Vegetation einer Enzian-Magerwiese der Schwäbischen Alb. *Versuchsbericht*, 17 S.
- DIERSCHKE, H. (1984): Experimentelle Untersuchungen zur Bestandesdynamik von Kalkmagerrasen (Mesobromion) in Südniedersachsen: 1. Vegetationsentwicklung auf Dauerflächen 1972-1984, in: Sukzession auf Grünlandbrachen. Sukzessionsforschung auf Dauerflächen, Stuttgart-Hohenheim, 9-24.
- HOCHBERG, H. and ZOPF, D. (2011): Sustainable management of Mesobrometum without animals? *Grassland Science in Europe* 16, 407-409.
- KAHMEN, S., POSCHLOD, P. & SCHREIBER, K.-F. (2002): Conservation management of calcareous grasslands. Changes in plant species composition and response of functional traits during 25 years. *Biological Conservation* 104 (3), 319-328.
- KLAPP, E. und STÄHLIN, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Stuttgart: Ulmer Verlag.
- MAGYAR, E.I., BUCHGRABER, K., WARNER, D. & SZEMÁN, L. (2008): Der Einfluss von Düngung und Nutzung auf die Entwicklung der Kräuter in Grünlandbeständen. *Acta Botanica Hungarica* 50, 143-158.
- NIEMELÄ, J. and BAUR, B. (1998): Threatened species in a vanishing habitat: plants and invertebrates in calcareous grasslands in the Swiss Jura mountains. *Biodiversity and Conservation* 7, 1407-1416.
- SEITHER, M. (2014): Herbage yield and quality of a limestone grassland managed differently for 30 years, in: The future of European grasslands. *Grassland Science in Europe*, Aberystwyth, Wales, 373-375.
- STEINER, L. (2011): Einfluss von Fragmentierung und Isolation auf die Populationsbiologie und Diasporenbank von Kalk-Magerrasen (*Mesobrometum erecti*) in Südwestdeutschland. *Dissertation*. Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.

Rationszusammensetzung und Futterautonomie von Schweizer Milchproduktionsbetrieben

Reidy, B. und Ineichen, S.

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Länggasse 85,
3052 Zollikofen (Schweiz)
beat.reidy@bfh.ch

Einleitung und Problemstellung

Seit 2014 wird in der Schweiz die graslandbasierte Milch- und Fleischproduktion (GMF) über ein staatliches Anreizsystem als Massnahme der Agrarpolitik gefördert (VERORDNUNG ÜBER DIE DIREKTZAHLUNGEN AN DIE LANDWIRTSCHAFT, 2013). Mit dem neuen Direktzahlungsinstrument sollen Anreize geschaffen werden, um eine standortangepasste Milch- und Fleischproduktion auf Basis von Wiesenfutter zu fördern und gleichzeitig die Futterautonomie der Betriebe zu erhöhen. Ein Anspruch auf die flächenabhängige Förderung kann geltend gemacht werden, wenn die Jahresration aller auf dem Betrieb gehaltenen raufutterverzehrenden Nutztiere zu mindestens 90 Prozent der Trockenmasse (TM) aus Grundfutter besteht. Weiter muss sich der Wiesenfutteranteil in der Jahresration in Form von frischem, siliertem oder getrocknetem Wiesenfutter auf mindestens 75 Prozent der TM (Talgebiet) bzw. 85 Prozent der TM (Berggebiet) belaufen. Zusätzlich ist der Krafffutteranteil auf maximal 10 Prozent TM der Jahresration beschränkt.

Die Förderung der graslandbasierten Milchproduktion widerspiegelt die aktuelle gesellschaftliche Entwicklung in der Schweiz, welche den übermässigen Einsatz von Krafffuttermitteln und insbesondere die Verwendung von importierten Eiweissträgern wie Sojaschrot für Wiederkäuer zunehmend kritisch hinterfragt. Obwohl im Vergleich mit Nachbarländern der Einsatz von Wiesenfutter in der Wiederkäuerfütterung verhältnismässig hoch bzw. der Krafffuttereinsatz relativ tief ist, wird seit Ende des letzten Jahrhunderts in der Milchproduktion eine deutliche Steigerung des Krafffuttereinsatzes beobachtet. Im Zeitraum vom 1990 bis 2009 hat die mittlere Milchleistung pro Kuh von knapp 5'000 kg auf 6'792 kg zugenommen. Dies wurde mitunter durch eine deutliche Steigerung der Krafffuttermenge von 381 kg auf 824 kg pro Kuh und Jahr erreicht (ERDIN und GIULIANI, 2011). Als Folge der zunehmenden Liberalisierung der Agrarmärkte wird ein stetig grösserer Anteil der zur Herstellung von Krafffutter benötigten Rohstoffe aus dem Ausland importiert. Während 1990 noch rund 98% der Trockenmasse, 97% der Energie und 96% des Proteins der Raufutterverzehrer durch inländische Futtermittel zur Verfügung gestellt wurden, sank der Eigenversorgungsgrad für Raufutterverzehrer bis 2010 auf rund 92 % der Trockenmasse, 90% der Energie- und 89% der Proteinversorgung (SBV, 2012). Gleichzeitig hat sich seit den neunziger Jahren der Import von Sojaschrot von 25'000 auf 250'000 t mehr als verzehnfacht (BAUR, 2011).

Vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklungen ist es deshalb von Interesse einen detaillierten Überblick über die aktuelle Fütterungspraxis von Schweizer Milchviehbetrieben hinsichtlich der verwendeten Futtermittel, der Rationszusammensetzung und der Herkunft der Futtermittel zu erhalten. Im Rahmen eines durch die Schweizer Milchproduzenten SMP und des Bundesamtes für Landwirtschaft BLW finanzierten Projektes wurde auf über 150 Milchviehbetrieben eine Bestandsaufnahme zur Fütterungspraxis durchgeführt. Im folgenden Beitrag wird dargestellt wie sich die Ration der untersuchten Betriebe zusammensetzt und welchen Einfluss der Anteil an Wiesenfutter in der Jahresration auf die Futterautonomie hat.

Material und Methoden

Auf über 150 zufällig ausgewählten Schweizer Milchviehbetrieben im Mittelland wurde die Zusammensetzung der Milchviehration (d.h. die Ration der laktierenden Kühe, ohne Fütterung in der Galtphase) des Jahres 2013 ermittelt. Unter Einbezug von Milchleistungsdaten (kg Milch, % Fett, % Protein) und der Herdencharakteristik (Anzahl Milchkühe, Laktationsnummer, Laktationsstadium, Gewicht) wurde auf Basis der Fütterungsempfehlungen für Milchkühe (DACCORD, 2009) für das Jahr 2013 monatlich der Futtermittelverzehr und Nährstoffbedarf modelliert (CUTULLIC *et al.*, 2012).

Die Erfassung der verwendeten Futtermittel und der Rationsgestaltung über den Verlauf des Jahres erfolgte einmalig zu Beginn des Jahres 2014 durch einen Betriebsbesuch. Mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens und dem erstellten Verzehr-Modell wurden während einer mündlichen Befragung die Futtermittel mit Menge und Qualität (Trockenmasse, Energie (NEL), Rohprotein (RP)) erhoben und ihre spezifische Verwendung in der Rationsgestaltung ermittelt. Die Zusammensetzung der Jahresration wurde als Mittelwert der zwölf monatlichen Einzelwerte berechnet. Die Futtermittel wurden 4 Futterkategorien zugewiesen: Wiesenfutter, Mais, Safffutter, Krafftutter. Rationen, welche Futtermittel teilweise oder ganzjährig in silierter Form enthalten, werden mit „Silage“, die restlichen mit „Dürrfutter“ bezeichnet. Die Herkunft der Futtermittel wurde in betriebseigenen und zugekauft eingeteilt und daraus der Anteil der Milchviehration an betriebseigener und zugekaufter TM, NEL und RP berechnet. Die Kategorie „betriebseigen“ umfasst sämtliche Futtermittel (Wiesenfutter, Mais, Krafftutter und Safffutter), welche auf dem Betrieb angebaut wurden. Zugekaufte Futtermittel wurden im Handel erworben und somit auf betriebsfremden Flächen produziert. Die Anteile an Wiesenfutter der einzelnen Milchviehbetriebe wurden in zunehmender Reihenfolge graphisch dargestellt und aufgrund des sich so ergebenden Kurvenverlaufs in vier charakteristische Gruppen eingeteilt. Der Leistungsanteil Milch für ein Futtermittel wurde gemäss seinem anteilmässigen NEL-Beitrag in der Ration berechnet (z.B. Milch aus Wiesenfutter = Gesamtmilch x % NEL aus Wiesenfutter in der Ration; LEISEN *et al.*, 2013; CLEVEN *et al.* 2015).

Ergebnisse und Diskussion

Im Mittel über alle untersuchten Betriebe beläuft sich der Wiesenfutteranteil auf Basis der TM auf 75,8%. Rund 10,9% der TM basiert auf der Futterkategorie Mais, wobei Maissilage die wichtigste Komponente ist (Tab. 1). Die verbleibenden TS-Anteile setzen sich aus Krafftutter (11,0%) und geringen Anteilen aus Safffutter zusammen (2,2%). Zwischen den einzelnen Betrieben bestehen beachtliche Unterschiede in Bezug auf die Rationszusammensetzung. Dabei kann ein negativer Zusammenhang zwischen dem Wiesenfutter- und dem Maisanteil in der Ration festgestellt werden. Die Betriebsgruppe mit Wiesenfutteranteilen von weniger als 55% weist mit 30,8% TM-Anteil Mais den höchsten Anteil an Mais in der Ration auf. Gleichzeitig wird in dieser Gruppe mit 17,0% TM-Anteil die höchste Menge an Krafftutter eingesetzt. In Bezug auf das eingesetzte Wiesenfutter kann festgestellt werden, dass in der Betriebsgruppe mit weniger als 55% Wiesenfutter in der Jahresration hauptsächlich Grassilage (24,8%), gefolgt von Weide (12,2%) und Dürrfutter (10,4%) verfüttert werden. In der Betriebsgruppe mit über 90% Wiesenfutteranteil ist sowohl der Maisanteil (0,9%) als auch der Krafftutteranteil (5,3%) in der Ration deutlich tiefer. Wiesenfutter wird fast zur Hälfte (47,2%) in Form von Dürrfutter, gefolgt von Weide (22,4%) und Eingrasen (13,8%) verfüttert. Der Anteil an Grassilage ist mit 9,9% TM-Anteil relativ gering.

Tab. 1: Zusammensetzung der Milchviehration in Prozent TM der Jahresration im Jahr 2013 auf 157 Betrieben in der Schweiz (Mittelwert und Standardabweichung)

	Alle N = 157	Anteil Wiesenfutter in der Ration (% TM)			
		< 55 N = 15	55 ≤ 70 N = 33	70 ≤ 90 N = 83	> 90 N = 26
		TS Anteil in der Ration (%)			
Wiesenfutter	75.8 ± 14.1	48.1 ± 3.6	62.8 ± 4.8	80.5 ± 6.1	93.3 ± 2.6
Weide	21.0 ± 11.4	12.2 ± 8.2	17.8 ± 10.3	23.5 ± 11.2	22.4 ± 11.9
Eingrasen	9.8 ± 12.0	0.8 ± 2.7	5.1 ± 8.9	12.1 ± 12.2	13.8 ± 14.0
Grassilage	14.1 ± 14.1	24.8 ± 6.4	19.7 ± 11.8	11.2 ± 14.4	9.9 ± 14.4
Dürrfutter	30.9 ± 16.4	10.4 ± 5.4	20.0 ± 9.6	33.8 ± 10.0	47.2 ± 13.8
Mais	10.9 ± 11.3	30.8 ± 6.4	20.6 ± 9.1	6.6 ± 6.5	0.9 ± 1.8
Maissilage	9.6 ± 11.7	30.8 ± 6.4	19.7 ± 8.8	4.7 ± 6.8	0.3 ± 1.2
Safffutter	2.2 ± 3.1	4.0 ± 3.2	3.0 ± 3.5	2.1 ± 3.1	0.4 ± 1.0
Krafftutter	11.0 ± 5.9	17.0 ± 4.9	13.5 ± 6.2	10.7 ± 5.2	5.3 ± 2.4

Der Anteil an Wiesenfutter in der Jahresration hat eine deutliche Auswirkung auf den Anteil an betriebseigenem Futter der Jahresration. Im Mittel über sämtliche untersuchten Betriebe liegt die Versorgung mit betriebseigenem Futter bei 87,9% der TM, 85,9% der NEL und 83,9% des RP (Tab. 2). Für Betriebe mit geringen Wiesenfutteranteilen (< 55%) beläuft sich der Anteil der betriebseigenen Futter-TM auf lediglich 82,3%. Für Betriebe mit Wiesenfutteranteilen von über 90% beläuft sich der Anteil auf 94,0%. Etwas tiefer fällt die Versorgung auf Basis der Energie (NEL) aus, welche sich für die Klasse < 55% TM auf 79,9 % und für die Klasse > 90% auf 92,8% beläuft. Auffallend ist der tiefe Anteil an Rohprotein aus betriebseigenem Futter für die Betriebsklasse mit < 55% Wiesenfutter in der Ration, wo nur rund 73,0% des Rohproteins aus der betriebseigenen Versorgung stammt. Für die Betriebsklasse mit einem Wiesenfutteranteil von > 90% TM ist die Versorgung mit betriebseigenem Rohprotein deutlich höher (92,7%). Der relativ niedrige Selbstversorgungsgrad auf Basis des Rohproteins für Betriebe mit < 55% Wiesenfutter in der Ration muss vor dem Hintergrund des Maiseinsatzes betrachtet werden. Bedingt durch den relativ hohen Maisanteil in der Ration sind die Betriebe darauf angewiesen, das durch den Mais verursachte Proteinmanko mit betriebsfremden Proteinquellen (Krafftfutter) zu kompensieren.

Tab. 2 : Anteil der Milchviehration (% TM, NEL und RP) aus betriebseigener und zugekaufter Herkunft im Jahr 2013 auf 157 Betrieben in der Schweiz (Mittelwert und Standardabweichung)

		Alle N = 157	Anteil Wiesenfutter in der Jahresration (% TM)			
			< 55 N = 15	55 ≤ 70 N = 33	70 ≤ 90 N = 83	> 90 N = 26
		TS Anteil in der Ration (%)				
Betriebs- eigen	TM	87.9 ± 9.6	82.3 ± 14.2	84.5 ± 11.9	88.4 ± 7.5	94.0 ± 4.2
	NEL	85.9 ± 10.8	79.9 ± 15.2	82.0 ± 13.5	86.4 ± 8.7	92.8 ± 4.5
	RP	83.9 ± 11.8	73.0 ± 14.9	78.1 ± 13.7	85.4 ± 9.2	92.7 ± 4.9
Zugekauft	TM	12.1 ± 9.6	17.7 ± 14.2	15.5 ± 11.9	11.6 ± 7.5	6.0 ± 4.2
	NEL	14.1 ± 10.8	20.1 ± 15.2	18.0 ± 13.5	13.6 ± 8.7	7.2 ± 4.5
	RP	16.1 ± 11.8	27.0 ± 14.7	21.9 ± 13.7	14.6 ± 9.2	7.3 ± 4.9

Betriebe mit < 55% Wiesenfutteranteil in der Ration weisen mit 7'687 kg ECM/Kuh und Jahr die höchsten Tierleistungen auf (Tab. 3). Für Betriebe mit > 90% Wiesenfutteranteil in der Ration beläuft sich die mittlere Milchleistung auf 6'070 kg ECM/Kuh und Jahr. Da sowohl die Herkunft wie die Qualität der verwendeten Futtermittel bekannt sind, kann durch den Energieanteil in der Ration (% NEL), der Milchleistungsanteil aus dem betriebseigenen Futter berechnet werden. Damit ergibt sich auf Basis der Herkunft folgendes Bild: Der Milchleistungsanteil aus betriebseigenen Futtermitteln liegt im Mittel aller Betriebe bei 85,3%. Für Betriebe mit < 55% Wiesenfutter in der Ration liegt der Milchleistungsanteil aus betriebseigenem Futter bei 79,5% und beläuft sich für Betriebe mit > 90% Wiesenfutter auf 92,6%. Der Anteil an Milch aus betriebseigenen Futter ist für Betriebe mit < 55% Wiesenfutter in der Ration mit 6'109 kg ECM/Kuh und Jahr höher als für Betriebe mit Wiesenfutteranteilen von > 90% (5'622 kg ECM/Jahr).

Tab. 3 : Milchleistungsanteil auf Basis des NEL-Anteils (%) aus betriebseigener und zugekaufter Herkunft nach Anteil Wiesenfutter in der Jahresration (Mittelwert und Standardabweichung)

	Alle N = 157	Anteil Wiesenfutter in der Ration (% TM)			
		< 55 N = 15	55 ≤ 70 N = 33	70 ≤ 90 N = 83	> 90 N = 26
kg ECM/Kuh und Jahr					
kg ECM/Kuh	6'846 ± 1'300	7'687 ± 1'111	7'494 ± 1'156	6'678 ± 1'224	6'074 ± 1'236
betriebseigen	5'841 ± 1'175	6'109 ± 1'370	6'128 ± 1'317	5'746 ± 1'081	5'622 ± 1132
zugekauft	1'005 ± 848	1'578 ± 1'221	1'366 ± 1'066	931 ± 653	452 ± 296
betriebseigen in %	85.3	79.5	81.8	86.1	92.6

Tab. 4 : Leistungsanteil Milch auf Basis des NEL-Anteils (%) der Ration nach Anteil Wiesenfutter in der Jahresration (Mittelwert und Standardabweichung)

	Alle N = 157	Anteil Wiesenfutter in der Ration			
		< 55 % N = 15	55 % ≤ 70 % N = 33	70 % ≤ 90 % N = 83	> 90 % N = 26
kg ECM/Kuh und Jahr					
Wiesenfutter	4'890 ± 1'049	3'424 ± 511	4'406 ± 666	5'138 ± 891	5'559 ± 1'132
Weide	1'430 ± 833	896 ± 591	1'288 ± 729	1'570 ± 790	1'472 ± 1044
Einrasen	642 ± 806	55 ± 177	334 ± 578	815 ± 854	818 ± 869
Grassilage	948 ± 1'031	1'807 ± 637	1'446 ± 956	711 ± 1'026	576 ± 825
Dürrfutter	1'869 ± 1'058	665 ± 333	1'333 ± 770	2'042 ± 967	2'693 ± 1024
Mais	801 ± 872	2'347 ± 599	1'569 ± 740	448 ± 440	60 ± 116
Safffutter	199 ± 291	347 ± 275	272 ± 328	194 ± 299	37 ± 85
Krafftutter	955 ± 599	1'569 ± 491	1'249 ± 687	896 ± 494	418 ± 213

Der Leistungsanteil Milch aus Wiesenfutter für Betriebe mit < 55% Wiesenfutter in der Ration ist mit 3'424 kg ECM/Kuh und Jahr rund 2'000 kg tiefer als für Betriebe mit > 90% Wiesenfutter in der Ration (5'559 kg ECM/Kuh und Jahr) (Tab. 4). Wird jedoch die Raufutterleistung bestehend aus Wiesenfutter und Mais betrachtet, so ergibt sich ein ausgeglicheneres Bild. Betriebe mit < 55% Wiesenfutter produzieren so 5'771 kg ECM/Kuh und Jahr und somit ähnlich viel Milch wie Betriebe mit > 90% Wiesenfutter in der Ration (5'619 kg ECM/Kuh und Jahr). Die auf den Betrieben mit < 55% Wiesenfutter in der Ration zusätzlich produzierte Milch wird hauptsächlich durch den Einsatz von Saft- und Krafftutter ermöglicht. Während Betriebe mit > 90% Wiesenfutter in der Ration im Mittel lediglich 418 kg Milch aus Krafftutter produzieren sind dies bei Betrieben mit < 55% Wiesenfutter über 1'569 kg Milch.

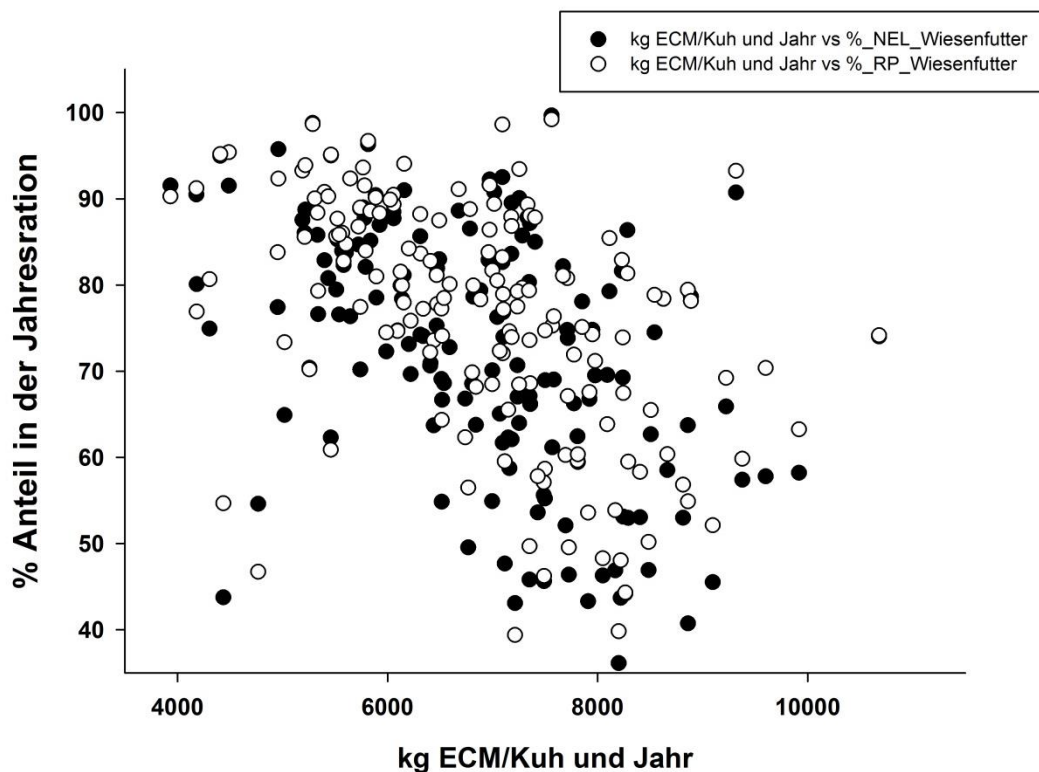


Abb. 1: Zusammenhang zwischen dem NEL- und RP-Anteil aus dem Wiesenfutter (R^2 NEL-Wiesenfutter: 0.2255; R^2 RP-Wiesenfutter: 0.2298) und der Milchleistung.

Grundsätzlich kann eine hohe Milchleistung nicht zwingend mit einer tiefen Futterautonomie gleichgesetzt werden. Für eine Vielzahl von Betrieben mit vergleichbarer Milchleistung pro Kuh und Jahr konnte eine sehr variable Zusammensetzung bezüglich der Anteile Krafftutter und Silomais in der Ration gefunden werden (INEICHEN und REIDY, 2015). Für einen gegebenen Anteil an NEL und RP aus betriebseigenem Wiesenfutter können die daraus erzielten Milchleistungen erheblich streuen (Abb. 1). Aktuell wird in einem Teilprojekt versucht, diese zwischenbetriebliche Variabilität genauer zu untersuchen.

Schlussfolgerungen

Der Eigenversorgungsgrad für Raufutterverzehrer in der Schweiz lag im Jahr 2010 auf nationaler Ebene bei rund 92% der Trockenmasse, 90% der Energie- und 89% der Proteinversorgung (SBV, 2012). Verglichen mit dem Mittel der untersuchten Milchproduktionsbetriebe beträgt der Eigenversorgungsgrad bezogen auf die Ration der laktierenden Kühe 87,9% für die Trockenmasse, 85,9% für die Energie- und 83,9% für die Proteinversorgung. Je grösser der Anteil an Wiesenfutter in der Jahresration, desto grösser die Futterautonomie an TM, NEL und RP. Werden die Leistungsanteile Milch aus betriebseigenen und zugekauften Futtermitteln verglichen, so reduziert ein zunehmender Anteil an Wiesenfutter in der Ration den Milchleistungsanteil an zugekauften Futtermitteln. Dabei ist auffallend, dass die höhere Milchleistung von Betrieben mit geringen Anteilen an Wiesenfutter hauptsächlich durch Saft- und Krafftutter ermolken wird. Zusätzlich kann festgestellt werden, dass die zugekauften Futtermittel reich an Rohprotein sind und deshalb besonders stark von importierten Proteinträgern abhängig sind. Die Ressourceneffizienz von Milchproduktionssystemen, die als Futtergrundlage hauptsächlich Wiesenfutter verwenden, charakterisiert sich auch durch eine geringere Konkurrenz zur menschlichen oder monogastrischen Ernährung. Schweizerische Studien zur ökonomischen (DURGIAI und MÜLLER, 2004), wie ökologischen Bewertung der Milchproduktion (SUTTER *et al.* 2013) sprechen grundsätzlich für eine hohe Futterautonomie. Insbesondere in graslandbasierten Regionen wie der Schweiz scheint es deshalb sinnvoll, graslandbasierte Milchproduktionssysteme gezielt zu fördern.

Literatur

- BAUR, P. (2011): Sojaimporte Schweiz: Möglichkeiten und Grenzen der Reduktion/Vermeidung von Sojaimporten in die Schweiz. Schlussbericht, Agrofutura AG, Frick.
- CLEVEN, M., VERHOEVEN, A., PRIES, M., BERENDONK, C. & WRAGE-MÖNNIG, N. (2015): How much milk is produced from pasture? Comparison of two calculation methods. Grassland and forages in high output dairy farming systems. Grassland Science in Europe 20, pp. 178 – 180. EGF 2015, The Netherlands, June 15th to 17th.
- CUTULLIC, E., CHEVALLEY, S., THOMET, P. & PICCAND, V. (2012): Etat des lieux sur l'affouragement des vaches laitières. Enquêtes sur les exploitations en lait de centrale de Prolait. Rapport interne Prolait Fédération laitière.
- DACCORD, R. (1999): Energieversorgung. In: Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer (Grünes Buch). Hrsg. Agroscope, Posieux, S. 15-20.
- DURGIAI, B. & MÜLLER, R. (2004): Projekt Opti-Milch: Betriebswirtschaftliche Ergebnisse. Agrarforschung 11 (4), S. 126-131.
- ERDIN, D. und GIULIANI, S. (2011): Krafftutterverbrauch der gemolkenen Kühe. Aktuell, LMZ 5/2011, S.4-8.
- INEICHEN, S. und REIDY, B. (2015 B): Futterautonomie von Schweizer Milchviehbetrieben: Einfluss des Betriebstyps, der Höhenlage und der Milchleistung. 14. BOKU-Symposium Tierernährung vom 9. April 2015. Globale Rohstoffe – lokale Lebensmittel: Zielkonflikte für die Tierernährung? S. 121-125
- LEISEN E., SPIEKERS H. & DIEPOLDER M. (2013): Notwendige Änderungen der Methode zur Berechnung der Flächenleistung (kg Milch/ha und Jahr) von Grünland- und Ackerfutterflächen mit Schnitt- oder Weidenutzung. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Tagungsband 2013, 181 – 184
- SCHWEIZER BAUERNVERBAND SBV (2012): Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2011. SBV Statistik.
- SUTTER, M., NEMECEK, T. & THOMET, P. (2011): Vergleich der Ökobilanzen von stall- und weidebasierter Milchproduktion. Agrarforschung Schweiz 4 (5), S. 230 – 237.
- VERORDNUNG ÜBER DIE DIREKTZAHLUNGEN AN DIE LANDWIRTSCHAFT, DIREKTZAHLUNGSVERORDNUNG, DZV (2013): Anhang 5, Ziffer 1, Spezifische Anforderungen des Programms zur graslandbasierten Milch- und Fleischproduktion (GMF). 1 Definition der Futtermittel und der Ration, v. 23.10.2013 (Stand 01.01. 2014).

Flächenhafte Erfassung von Schnittterminen mittels Radartechnik zur Optimierung von Grünlandertragsschätzungen

Grant, K.¹, Siegmund, R.², Wagner, M.², Kluß, C.³, Herrmann, A.³, Taube, F.³ & Hartmann, S.¹

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

² GAF AG, München

³ Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau,
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel

Kerstin.Grant@lfl.bayern.de

Einleitung und Problemstellung

Zurzeit gibt es keine kostengünstige und praktikable Möglichkeit, flächendeckend genaue Ertragszahlen für Grünland zu erheben. Daher erfolgt bisher eine Schätzung der Erträge, die auf Stichproben und Expertenwissen beruht. Schnitttermin und Schnitthäufigkeit sind neben Klima, Boden, Pflanzenszusammensetzung und Düngung wichtige ertragsbestimmende Faktoren und werden als Eingangsdaten für Ertragsmodellierungen benötigt (vgl. HERRMANN *et al.*, 2005). Weiterhin werden in Abwesenheit von Ertragszahlen Düngemengen anhand der Schnitthäufigkeit abgeleitet (WENDLAND *et al.*, 2012). Eine flächenhafte Erfassung der Schnitttermine und -häufigkeit kann dazu beitragen, Ertragsschätzungen zu präzisieren sowie bei Plausibilitätskontrollen für Düngemiteleinsatz zu unterstützen. Weiterhin könnte diese flächenhafte Information auch relevant für Fragen des Naturschutzes sein (HERBEN und HUBER-SANNWALD, 2002). Daher ist es notwendig, eine kosten- und zeiteffiziente Methode zur Erfassung der Schnitttermine im Grünland zu finden. Mit Methoden der Fernerkundung können gut flächenhafte Veränderungen auf der Erdoberfläche erfasst werden. In dieser Studie wurden Radardaten genutzt, um über die Veränderung der Radarwellenrückstreuung in zeitlich nah aufeinanderfolgenden Radaraufnahmen die Schnitttermine auf Einzelschlagenebene zu detektieren. Langfristig sollen die frei und kostenlos verfügbaren Sentinel-1 Daten des europäischen Erdbeobachtungsprogramm Copernicus verwendet werden. Zusätzlich wurde in dieser Studie das Ertrags- und Qualitätsmodell FORPROQ auf verschiedene Grünlandtypen im Testgebiet angepasst. Durch eine Kombination der satellitengestützten Schnittterminerfassung mit dem Ertragsmodell können in Zukunft Grünlanderträge flächendeckend und kostengünstig geschätzt werden.

Detektion von Grünlandschnitten mittels RadARBildvergleich

Als Datengrundlage dieser Arbeit dienen Radaraufnahmen des COSMO-SkyMed Systems (CSK) vom 3. und 15. Oktober 2014 sowie Sentinel-1A Aufnahmen vom 5. und 17. Oktober 2014, die das Testgebiet südöstlich von München (Teile der Landkreise Ebersberg und Rosenheim) abdecken. Die COSMO-SkyMed Daten sind HH polarisierte X-Band SAR Bilddaten und liegen im Produktlevel 1A, also in Form von Single Look Complex (SLC) Daten, vor. Aufgenommen wurden die Radarszenen im HImage Modus. Die Daten sind komplexwertige Datenmatrizen, deren Werte die Intensität und Phase der Radarrückstreuung enthalten. Die Pixelauflösung beträgt 3 m x 3 m. Die Sentinel-1A Daten sind hochaufgelöste, VV/VH polarisierte C-Band SAR Bilddaten und liegen als GRHD Format, Produktlevel 1 vor. Sie wurden im Interferometric wide swath Modus aufgenommen und haben eine Pixelauflösung von 20 m x 20 m. Für die Georeferenzierung der Radarbilder wurde zunächst eine Orthokorrektur mit einem digitalen Geländemodell (Range Doppler Terrain Correction, SRTM) und eine Reprojektion in das Koordinatensystem 3-Grad Gauss-Krüger Zone 4 vorgenommen. Für die Datenanalyse sowie für die Vergleichbarkeit der Radaraufnahmen erfolgte eine absolute, radiometrische Kalibrierung. Für die CSK Aufnahmen erfolgte zusätzlich eine Specklefil-

terung mit einem adaptiven Frostfilter (window size 7*7) zur Verbesserung der allgemeinen Bildqualität und zur Erhöhung der Trennbarkeit. Alle Bearbeitungsschritte wurden mit dem Softwarepaket Sarscape (unter ENVI) und ERDAS Imagine durchgeführt. Zum Zweck der Visualisierung wurden die Daten als GeoTIFF (unsigned 8bit) exportiert und zusammen mit einem Shapefile der im Gelände kartierten Grünlandflächen mit bekannten Schnittterminen in ArcGIS analysiert. Die Grauwerte der Bilder geben die Radarsignalstärke wieder. Für jede Grünlandfläche wurden die Grauwerte aus den Rasterdaten extrahiert. Anhand dieser Werte wurden Mittelwerte der Grauwerte berechnet. Schnitte ergeben sich dadurch als Änderung in der mittleren Rückstreuintensität, also als Verschiebung der Grauwertverteilung zu helleren Tönen (Abb. 1).

Feststellung und Modellierung von Grünlandertrags- und Qualitätsverläufen

Während der Vegetationsperiode 2014 wurden an sechs Standorten mit Weidelgras dominierten Beständen im Testgebiet in regelmäßigen Abständen Proben genommen, um Aufwuchs- und Qualitätsverläufe festzustellen. In dieser Studie werden nur die Standorte Osterseeon, Grub und Karolinenfeld beschrieben. Der Versuchsstandort Osterseeon ist ein Sortenversuch für *Lolium perenne* der frühen Erntegruppe mit 6 Schnitten im Jahr 2014. Der Boden hat eine nutzbare Feldkapazität (nFK) von rund 14 Vol.% in den oberen 60 cm. Die Grünlandfläche in Grub hat eine lückige Grasnarbe. Der Grasertragsanteil liegt bei 93% (Hauptarten *Lolium perenne*, *Lolium x hybridum*, *Dactylis glomerata*), der Krautanteil bei 5% und der Kleeanteil beträgt 2%. Der Boden fällt immer wieder trocken und hat eine nutzbare Feldkapazität von 12 Vol.% in den oberen 25-30 cm. Die darunter liegenden 10-20 cm haben eine nFK von 9 Vol.%. Der Grünlandstandort Karolinenfeld befindet sich auf einem tiefreichenden Torfboden mit einer nFK von 55 Vol.% (Substanzvolumen 4+5, Zersetigungsgrad z4+z5 nach Bodenkundlicher Kartieranleitung KA5). Der Ertrag setzt sich anteilmäßig aus 89% Gras (Hauptarten *Lolium perenne* & *Poa pratensis*), 9% Kraut und 2% Klee zusammen. An allen drei Standorten befinden sich Wetterstationen des bayerischen Agrarmeteorologischen Messnetzes, dessen Daten mit in die Modellierung einfließen. Lücken in den Datensätzen wurden durch Daten von nächstliegenden Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes ausgefüllt.

Zur Ertrags- und Qualitätsmodellierung wurde das Modell FORPROQ (HERRMANN *et al.*, 2005) verwendet. Das Modell benötigt Informationen zu folgenden Parametern: tägliche Mittelwerte der Lufttemperatur, Tagessummen von Niederschlags und Globalstrahlung sowie Evapotranspirationsraten. Außerdem gehen Einzelschlag-spezifische Angaben wie das pflanzenverfügbare Bodenwasser ein. Eine Anpassung des Modells an die Standorte erfolgte durch einen modellinternen Optimierungsalgorithmus. Die Modellgüte wurde anhand folgender Parameter bewertet: R^2 , root mean square error (RMSE) und modelling efficiency (EF).

Ergebnisse und Diskussion

Schnittdetektion

Im Vergleich der Radaraufnahmen der jeweils zwei, 12 Tage auseinanderliegenden, Zeitpunkte im Oktober 2014 sind Oberflächenveränderungen in den Grünlandflächen sowohl in den hochaufgelösten CSK-Daten als auch in den weniger gut aufgelösten Sentinel-1A Daten ersichtlich. Diese Veränderungen wurden durch Schnittnutzungen im Grünland verursacht, welche durch *in situ* Beobachtungen verifiziert werden konnten. Visuell erkennt man eine Veränderung in der Intensität, die auf den Schnitt des Grünlandes hinweisen (Abb. 1). Die Abschätzung der Trennbarkeit der geschnittenen von den ungeschnittenen Flächen grob erfolgte durch die Betrachtung der Differenz der Grauwert-Mittelwerte. Änderungen der Rückstreuintensität in den einzelnen Flächen pro Radaraufnahme im Zeitraum zwischen zwei Aufnahmen wurden dadurch objektiv erkennbar. Von 154 betrachteten Grünlandflächen (insgesamt 436 ha) wurden 116 Schnitte durch den CSK-Datenvergleich und 111 Schnitte im Sentinel-1A Vergleich detektiert. Auf 25 Flächen konnten die Schnitte weder mit CSK noch mit Sentinel-1A erfasst werden. Mit den CSK Daten konnten 18 Schnitte detektiert werden, die nicht mit Sentinel-1A erfasst wurden. Im Gegensatz dazu wurden 13 Schnitte mit Sentinel-1A aber nicht mit CSK erkannt.

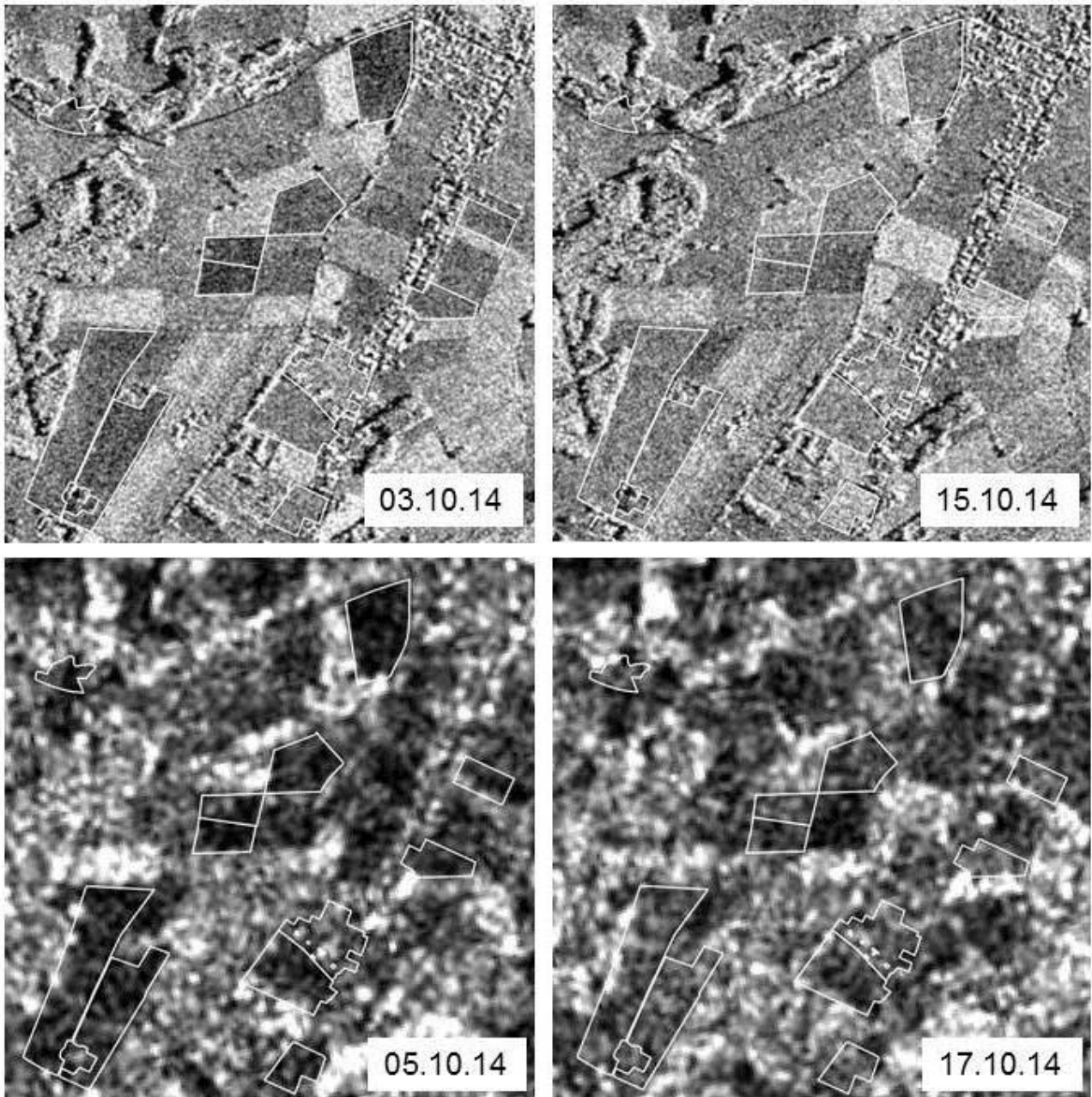


Abb. 1: Unterschiede in der Radarrückstreuintensität (sichtbar als Wechsel von dunkelgrau zu hellgrau) aufgrund durch Schnittnutzung verursachter Oberflächenveränderung auf Grünlandflächen (weiß umrandet); Radaraufnahmen des COSMO-SkyMed System vom 3. und 15. Oktober 2014 wurden von e-GEOS zur Verfügung gestellt. Radaraufnahmen vom 5. und 17. Oktober 2014 sind frei verfügbare Sentinel-1A aufnahmen.

Dieser Vergleich zeigt, dass Schnitte im Grünland durch den Vergleich von zeitlich nah aufeinander folgenden Radarbildern detektiert werden können. In dieser Studie konnten 74% aller bekannten Schnitte mit beiden SAR Systemen trotz ihrer unterschiedlichen Aufnahmegeometrien (z.B. Polarisation, Wellenlänge, Pixelauflösung, Aufnahmezeit) und trotz des langen Zeitabstandes (12 Tage) erfasst werden. Möglicherweise könnten spezifische Feldbedingungen wie Wind, Bodentyp, Feuchtigkeit und Bäume oder auch Management dazu geführt haben, dass 25 Schnitte nicht detektiert wurden (BOUMAN und VAN KASTEREN, 1990a, b). Weitere Untersuchungen müssen dies klären. Die gröbere Auflösung und unterschiedliche Radarwellenlänge (C-Band) der Sentinel Daten könnten zur fehlenden Detektion der Schnitte auf 18 Grünlandflächen geführt haben. ZOUGHI *et al.* (1987) berichtet zum Beispiel, dass im Vergleich zu X-Band Aufnahmen, eher Bodeneigenschaften der dominante Faktor in der Radarsignalarückstreuung von Grünland bei C-Band Aufnahmen waren. Hingegen scheint die VV Polarisation der Sentinel-1 Daten von Vorteil zu sein und zur

Detektion der 13 Schnitte, die nicht mit CSK detektiert werden konnten, geführt zu haben. Dies liegt daran, dass horizontale Polarisation (HH) scheinbar sensitiver auf horizontale Objekte wie z.B. Bodenoberflächen reagiert, und die vertikale Polarisation (VV) eine stärkere Rückstreuung von dem Grasbestand bewirkt (ZOUGHİ *et al.*, 1987). Durch ihre gröbere Auflösung, und damit geringere Pixelzahl pro Fläche, die die Grauwertmittel bilden, sind die Ergebnisse auf Grundlage der Sentinel Daten weniger zuverlässig als die aus CSK Daten gewonnenen. Für eine Generalisierung und Validierung der Ergebnisse müssen daher weitere Analysen folgen, die mehr Grünlandflächen über ein ganzes Jahr betrachten und mehr Radaraufnahmen beinhalten. Eine Detektionsrate von 74% ist für verlässliche Schnitthäufigkeitsschätzungen noch nicht als zufriedenstellend zu betrachten. Daher muss ebenfalls überprüft werden, ob durch Bildprozessierungsschritte (wie z.B. Specklefilterung) oder durch andere Methoden das Ergebnis verbessert werden kann. Grünland ist ein sehr dynamisches System und kann innerhalb weniger Tage eine Wuchsveränderung von ca. 10 cm bei optimalen Bedingungen zeigen, so dass durch eine höhere zeitliche Auflösung der Radarbilder die Veränderung durch Wuchs besser erfasst werden könnte.

Ertrags- und Qualitätsverläufe

Die im Jahr 2014 erhobenen Erträge (in Trockenmasse g/m^2) sowie die modellierte Ertragskurven der drei Standorte Osterseeon, Grub und Karolinenfeld sind in Abbildung 2 dargestellt. Trotz unterschiedlicher Ertragsanteile der Arten zeigt sich eine stabile Ertragsmodellierung mit R^2 Werten zwischen 0.86 und 0.98.

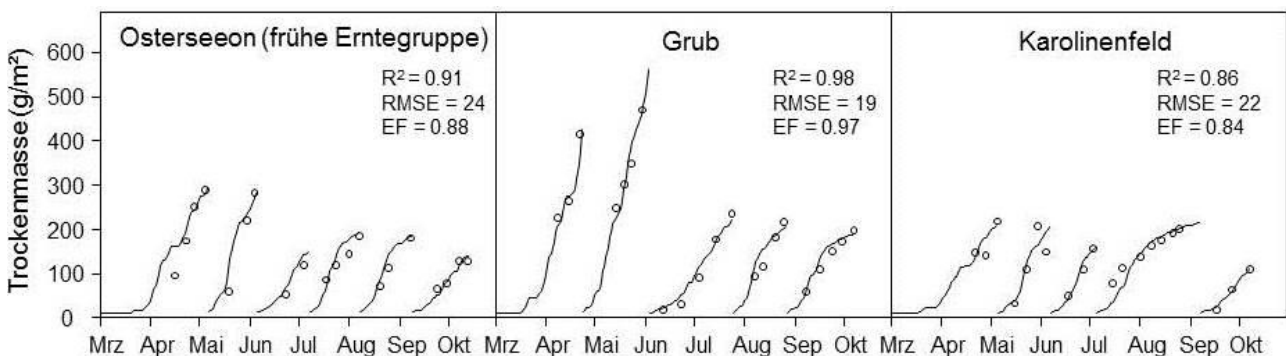


Abb. 2: Modellierte Ertragskurven und erhobene Erträge (Punkte) an ausgewählten Standorten im Testgebiet für 2014: Osterseeon (Sortenversuch Deutsches Weidelgras), Grub und Karolinenfeld (Dauergrünland), Modellgüte quantifiziert mittels R^2 , root mean square error (RMSE) und modelling efficiency (EF)

Die Modellierung der Rohproteingehalte (Abb. 3) zeigt im Vergleich zur Ertragsmodellierung weniger zufriedenstellende Ergebnisse, mit R^2 -Werte zwischen 0.70 und 0.87. Man erkennt, dass der Rohproteingehalt in Osterseeon zu Aufwuchsbeginn leicht unterschätzt wird. Diese könnte durch den 100% Anteil von *Lolium perenne* liegen. Hingegen wird der Rohproteingehalt in Grub z.T. überschätzt. Eine Ursache hierfür könnte die schlechtere Wasserversorgung des immer wieder trockenfallenden Standorts und dadurch stärkere Halmbildung sein. Diese Ergebnisse zeigen, dass für die Modellierung der Qualität noch weiterer Anpassungsbedarf besteht. Durch zusätzliche Ertrags- und Qualitätserhebungen über mehrere Jahre könnte eine genauere Prognosegüte der Qualitätsmodellierung erreicht werden.

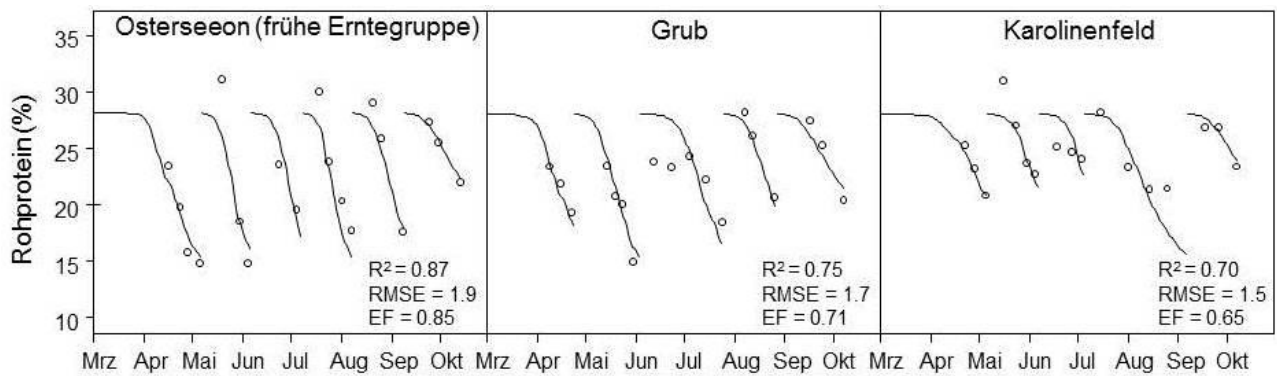


Abb. 3: Modellierte Rohproteingehalte und gemessene Werte (Punkte) an ausgewählten Standorten im Testgebiet für 2014: Osterseeon (Sortenversuch Deutsches Weidelgras), Grub und Karolinenfeld (Dauergrünland), Modelgüte angegeben durch R^2 , root mean square error (RMSE) und modelling efficiency (EF)

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Studie zeigt, dass Grünlandschnitte über den Radarbildvergleich erkennbar sind. 74% der untersuchten Flächen zeigten eine deutliche Veränderung der Radarsignale nach dem Schnitt bei einem Vergleich von 12 Tage auseinanderliegenden Radaraufnahmen. Weitere Untersuchungen quantitativer und statistischer Art müssen zeigen, was die Gründe für geringe oder ausbleibende Grauwertänderung sind und wie mit solchen Flächen umgegangen werden muss, um den Fehler der Methode zu reduzieren. Im Jahr 2016 wird der baugleiche Satellit Sentinel-1B gestartet, so dass Radaraufnahmen alle 6 Tage verfügbar werden. Durch die flächendeckende und zeitlich enge Abdeckung mit Radaraufnahmen mit den beiden Sentinel-1-Satelliten können Schnitte erfasst und auf Zeiträume von sechs Tagen eingegrenzt werden. Für eine zeitlich noch höhere Auflösung könnten Sentinel-1 Daten mit kommerziellen Radardaten kombiniert werden. Die Methode der Schnitttermindetektion wird in weiteren Schritten automatisiert und mit dem Ertragsmodell verknüpft werden (Abb. 4). Langfristig könnte diese Methode in Form eines webbasierten Prognose-tool zur Verfügung gestellt werden, das Schnitttermine zum optimalen Ertrags- und Qualitätszeitpunkt empfiehlt.

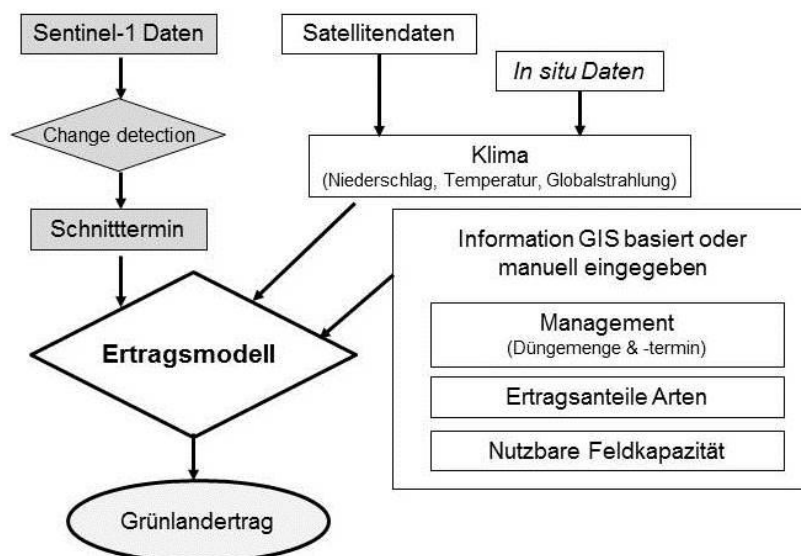


Abb. 4: Skizze der Kombination aus satellitengestützter Schnitttermindetektion mit Ertragsmodell zur flächendeckenden Ertragsmodellierung (verändert nach GRANT *et al.*, 2015)

Literatur

- BOUMAN, B. and VAN KASTEREN, H. (1990a): Ground-Based X-Band (3-cm Wave) Radar Backscattering of Agricultural Crops. I. Sugar Beet and Potato; Backscattering and Crop Growth, *Remote Sensing of Environment*, 34, 93-105
- BOUMAN, B. and VAN KASTEREN, H. (1990b): Ground-Based X-Band (3-cm Wave) Radar Backscattering of Agricultural Crops. II. Wheat, Barley, and Oats; The Impact of Canopy Structure. *Remote Sensing of Environment*, 34, 107–119
- GRANT, K., SIEGMUND, R., WAGNER, M. & HARTMANN, S. (2015): Satellite-based assessment of grassland yields, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-7/W3
- HERBEN, T. and HUBER-SANNWALD, E. (2002): Effect of management on species richness of grasslands sward-scale processes lead to large-scale patterns, *Grassland Science in Europe* 7, 635-643
- 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
- WENDLAND, M., DIEPOLDER, M. & CAPRIEL, P. (2012): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland – Gelbes Heft, LfL- Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, 1-97
- ZOUGH, R., BREDOW, J. & MOORE, R. (1987): Evaluation and comparison of dominant backscattering sources at 10 GHz in two treatments of tall-grass prairie, *Remote Sensing of Environment*, 22, 395-412

webGRAS: Eine Web-Applikation zur Schätzung der potenziellen Futterqualität vom ersten Aufwuchs der Südtiroler Dauerwiesen

Peratoner, G.¹, Romano, G.¹, Schaumberger, A.², Piepho H.P.³,
Bodner, A.¹, Florian, C.¹ & Figl, U.¹

¹ Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg,

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, ³ Universität Hohenheim

giovanni.peratoner@provinz.bz.it

Einleitung und Problemstellung

Kenntnisse über die Futterqualität sind von zentraler Bedeutung, um die Futtermittel für Milchkühe und andere Tierarten zu optimieren und letztendlich eine Verbesserung der wirtschaftlichen Effizienz des viehwirtschaftlichen Betriebs zu erzielen. Zuverlässige und genaue Informationen zur Futterqualität werden durch laboranalytische Untersuchungen von Futterproben gewonnen. Richtwerte können allerdings ausgehend vom bekannten Verlauf der Parameter der Futterqualität in Abhängigkeit der phänologischen Entwicklung der Futterpflanzen gewonnen werden (BRUINENBERG *et al.* 2002). Dieser Verlauf kann mittels sequentieller Beprobung (Probenahme an einem Standort in regelmäßigen Zeitabständen) artspezifisch (JEANGROS *et al.*, 2001; SCHUBIGER *et al.*, 2001) oder für gemischte Pflanzenbestände (GRUBER *et al.*, 2011) beschrieben werden. Auf diese Weise kann der Verlauf der Futterqualität über die Zeit für klimatisch relativ homogene Gebiete und/oder für spezifische Umwelt- und Bewirtschaftungsbedingungen exemplarisch beschrieben werden, so dass charakteristische Verläufe in Abhängigkeit des Zeitpunktes als Orientierung herangezogen werden können (RUTZMOSER, 2000; RUTZMOSER, 2002; FLORIAN *et al.*, 2014; FLORIAN *et al.*, 2015). Aufgrund der engen Beziehung zwischen der Wärmeakkumulation und dem Eintreten verschiedener Entwicklungsstadien können für die Prognose der Futterqualität Temperatursummen an der Stelle des Schnitzeitpunktes eingesetzt werden, die eine jahresspezifische Anpassung der Prognose an den gegebenen Wetterverlauf ermöglichen. Allein oder in Kombination mit Beobachtungen am Pflanzenbestand (Schätzung des phänologischen Entwicklungsstadiums, Wuchshöhe) sind die Temperatursummen herangezogen worden, um eine Prognose der Futterqualität von reinen (RINNE und NYKÄNEN, 2000; MITCHELL *et al.*, 2001; BOVOLENTA *et al.*, 2008; HAKL *et al.*, 2010) oder gemischten Grünlandbeständen (GUSMEROLI *et al.*, 2005; PARSONS *et al.*, 2006; PARSONS *et al.*, 2013) zu erzielen.

Von der Beziehung zwischen phänologischer Entwicklung und Qualitätsverlauf machen auch die Futterwerttabellen Gebrauch. Sie liefern Schätzwerte für die verschiedenen Parameter der Futterqualität aufgrund der Art der Futterkonservierung, des phänologischen Entwicklungsstadiums der Vegetation zum Zeitpunkt der Ernte und gegebenenfalls der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes hinsichtlich der Ertragsanteile von Gräsern, Kräutern und Leguminosen (DACCORD *et al.*, 2007; RESCH *et al.*, 2006).

Neben der Erstellung von Vorhersagemodellen ist auch ihre Implementierung in Software für eine breite Nutzung in der Praxis bereits unternommen worden. Unter Berücksichtigung der Temperatur und weiterer meteorologischer Größen (Strahlung, Tageslänge, Niederschläge, potenzielle Evapotranspiration), die aus meteorologischen Messnetzen verfügbar sind, ist die Software FOPROQ (KORNHER *et al.*, 1991; STEINHÖFEL, 1998; HERRMANN *et al.*, 2002; HERRMANN *et al.*, 2005) entwickelt und für die Vorhersage des optimalen Schnitzeitpunktes von grasdominierten Beständen und Gras-Klee-Mischungen in verschiedenen Regionen Deutschlands eingesetzt worden.

Für den ersten Aufwuchs der Dauerwiesen Südtirols (Autonome Provinz Bozen, Norditalien) zwischen 666 m und 1593 m Meereshöhe wurde ein umfangreicher Datenbestand erstellt, der den Verlauf der Futterqualität vom Grünfutter zwischen dem Entwicklungsstadium des Schossens (einer durchschnittlichen Wuchshöhe von 15 cm gleichgesetzt) durch sequentielle Beprobung sechswöchig beschreibt. Auch die dazugehörenden Informationen zu den Standorteigenschaften, zum

Wetterverlauf und zur Bewirtschaftung der Wiesen liegen vor. Die Qualität des Grünfutters kann als potenzielle Futterqualität betrachtet werden, weil diese Qualität von der Futterkonservierung noch nicht beeinflusst worden ist und daher die bestmögliche Qualität darstellt, die an einem bestimmten Standort zu einem bestimmten Zeitpunkt erreicht werden kann. Das Ziel des EFRE-Projektes webGRAS ist die Entwicklung einer frei verfügbaren, kostenlosen Web-Applikation für die Online-Schätzung der potenziellen Futterqualität von Dauerwiesen beim ersten Aufwuchs. Diese anwenderfreundliche, Web-basierte Applikation soll unter Berücksichtigung automatisch verfügbarer, flächendeckender, klimatischer oder meteorologischer Größen sowie aufgrund weiterer Informationen, die dem Nutzer bekannt sind, eine möglichst genaue Schätzung verschiedener Parameter der Futterqualität des geernteten Futters und wiederum die Optimierung der Fütterung ermöglichen.

Material und Methoden

Die Schätzung der Qualitätsparameter beruht auf einer Datenbasis von knapp 6.000 Futterproben aus 202 Umwelten. Die Daten wurden über 11 Jahre (2003 bis 2014) an 35 Versuchsstandorten erhoben und beschreiben mittels sequentieller Beprobung den sechswöchigen Verlauf der Futterqualität ab dem phänologischen Stadium des Schossens. Somit ist der Beginn der Beschreibung des Verlaufs an einem leicht identifizierbaren Zeitpunkt verankert. Für die Vorhersage wurden statistische Modelle entwickelt, die auf meteorologischen (Temperatursummen, Summe bzw. Mittelwert der täglichen Abweichungen des Niederschlags vom langjährigen Tagesmittelwert von Referenzwetterstationen innerhalb homogener Niederschlagsbezirke) oder klimatischen Variablen (Summe der potenziellen Globalstrahlung), die auf die Zeitspanne zwischen einer Woche vor dem Datum des Schossens und dem Schnittzeitpunkt bezogen wurden. Dazu wurden topographische, botanische sowie bewirtschaftungsbezogene Variablen berücksichtigt. Die Modelle wurden für verschiedene Szenarien an verfügbaren Inputvariablen entwickelt: Ein Modell mit allen potenziell verfügbaren Variablen, eins nur mit den wahrscheinlich immer verfügbaren Variablen (Verzicht auf die Information zu Wiesentyp und Bodeneigenschaften) sowie zwei weitere Modelle, bei denen die zusätzliche Verfügbarkeit der Information zu Wiesentyp (Verzicht auf die Bodeneigenschaften) oder zu den Bodeneigenschaften (Verzicht auf den Wiesentyp) angenommen wurde. Siehe ROMANO *et al.* (2015) für eine detaillierte Beschreibung der Methodik der Beprobung, der berücksichtigten Variablen und der Methodik zur Datenauswertung.

Die Applikation ist mit einem Back-End-System ausgestattet, das aufgrund kontinuierlich einfließender Daten der Wetterstationen des Messnetzes der Autonomen Provinz Bozen die notwendigen meteorologischen Variablen automatisch täglich erzeugt. Für die Interpolation der mittleren Temperaturen werden die beobachteten Temperaturen vom gesamten Messnetz räumlich mit einem geostatistischen Algorithmus unter Anwendung von Residual Kriging interpoliert, der zwei verschiedene Ansätze kombiniert (GOOVAERTS, 1997). Zunächst wird der Zusammenhang zwischen Temperatur und Meereshöhe mittels linearer Regression mit der Meereshöhe als unabhängige Variable über die vergangenen 28 Tage definiert. Daraus ergibt sich die Einschränkung, dass eine Prognose erst einen Monat nach der Ernte möglich ist. Das lineare Modell wird anschließend auf ein Digitales Geländemodell (DGM) mit einer Auflösung von 100 m angewendet. In einem zweiten Schritt werden die im Zuge der Regressionsanalyse an den Messstationen bestimmten Residuen einer geostatistischen Interpolation mittels Ordinary Kriging unterzogen und so eine kontinuierliche Oberfläche generiert. Die beiden Ergebnisse werden anschließend zu einem finalen Raster zusammengeführt (TVEITO, 2007). Die Abweichungen des Niederschlags vom langjährigen Tagesmittelwert von Referenzwetterstationen werden aus den Daten der ausgewählten Referenzwetterstationen innerhalb homogener Niederschlagsbezirke täglich berechnet. Die mit dem Solar-Analyst-Tool von ArcGIS 10.0 topographisch berechnete, potentielle Globalstrahlung liegt als jahresunabhängige, täglich aufgelöste Information in einer Geodatenbank vor. Das System sorgt außerdem, ausgehend von den Angaben des Nutzers zur N-Düngung und in Anlehnung an BAUMGARTEN *et al.* (2006), für die Berechnung des Stickstoffinputs mit Bezug auf den ersten Schnitt (Düngegaben vom Herbst bis zum Schnittzeitpunkt) und auf das ganze Jahr.

Hauptziel der Entwicklung der Web-Applikation ist die gezielte Bereitstellung praxisrelevanter Informationen, die bei einfacher Bedienung von einer höchstmöglichen Anzahl von Landwirten und Beratern verwendet werden soll. Um das zu gewährleisten, ist die Meinung relevanter Interessenvertreter und Fachexperten für Futterbau und Fütterung auf lokaler Ebene im Rahmen regelmäßiger Fachtreffen (webGRAS-Expertentreffen) auf strukturierte Weise eingeholt worden. Daraus ha-

ben sich zum Beispiel die Auswahl der auszuwertenden Parameter der Futterqualität, die Festlegung der den meisten Bauern vermutlich bekanntesten einzugebenden Größen sowie die Auswahl der verwendbaren Arten für die Erkennung des Wiesentyps ergeben. Auch der Workflow der Applikation für die Nutzer sowie die Texte der Eingabemasken und der Hilfemenüs wurden einer kritischen Überprüfung dieser Gruppe unterzogen, um einer ausgeprägten Praxistauglichkeit so nah wie möglich zu kommen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Vorhersage erfolgt für insgesamt 18 Parameter der Futterqualität, die mit unterschiedlicher Prognosegenauigkeit geschätzt werden können (Abb. 1). Nur für einen Teil der Parameter führte die Verfügbarkeit aller Variablen zu einer Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit. Dies betrifft vor allem die Rohasche- und Mineralstoffgehalte.

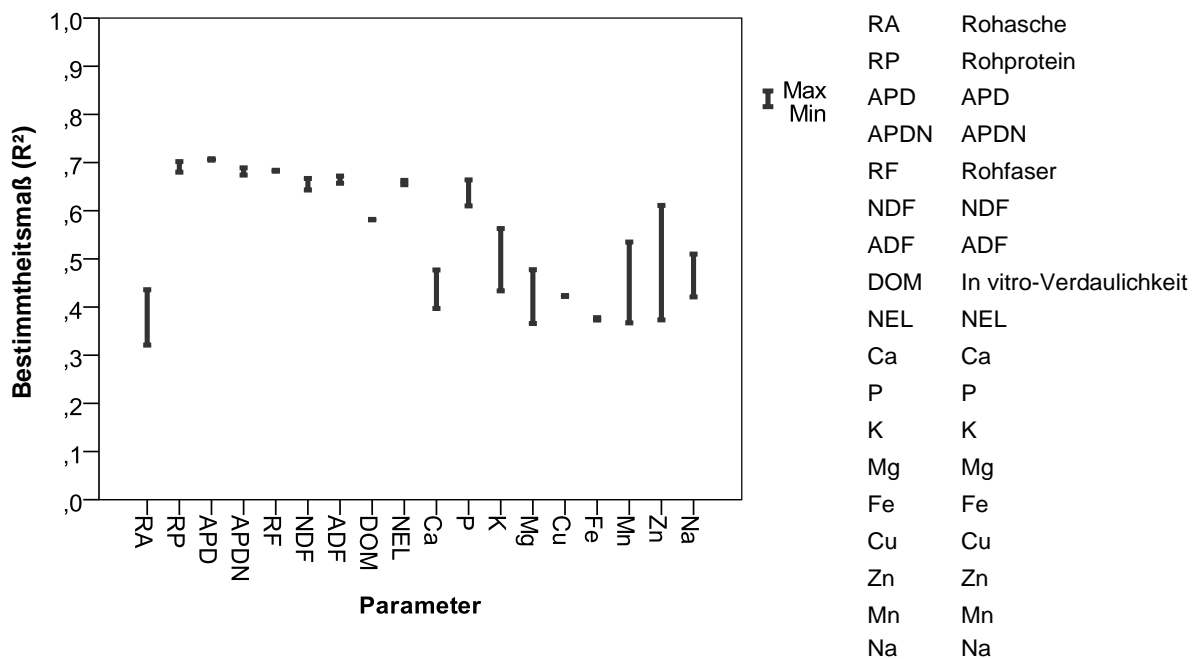


Abb. 1: Zusammenfassung der Vorhersagegenauigkeit der statistischen Modelle als quadrierte Korrelation zwischen beobachteten und vorhergesagten Werten der fünffachen Kreuzvalidierung. Der höchste Wert bezieht sich auf die Modelle, die alle verfügbaren Variablen berücksichtigen.

Der operative Workflow der Vorhersageerstellung erfolgt über mehrere Schritte (Abb. 2). In der Einstiegsseite der Applikation werden dem Nutzer vorerst allgemeine Informationen zur Applikation und zu ihrer Bedienung angeboten. Wenn der Nutzer sich für das Starten der Applikation entscheidet, wird er bei Punkt 1 um die Definition der Futterfläche gebeten, die auf einer GIS-Oberfläche mittels Eingabe von Katastralparzellen oder einfacher Zeichnungstools auf einem Ortophoto mit visualisierten Katastralparzellen erfolgt. Aus diesen Angaben ergeben sich die Definition des Niederschlagsbezirks und die Berechnung der mittleren topographischen Eigenschaften der Wiese (Punkt 2). Bei Punkt 3 werden vom Nutzer die notwendigen Zusatzinformationen eingegeben. Es wird dem Nutzer die Möglichkeit gegeben, zwei fiktive Erntedaten neben dem tatsächlichen Erntedatum einzugeben. Mit Ausnahme des Wiesentyps und der Ergebnisse einer Bodenprobe sind die restlichen Eingaben verpflichtend. Aus dem Datum des Schossens und dem Erntedatum ergeben sich in Kombination mit der täglichen potenziellen Globalstrahlung (Punkt 4), den täglichen Niederschlagsabweichungen vom langjährigen Mittelwert innerhalb des jeweiligen Niederschlagsbezirkes (Punkt 5) sowie mit den interpolierten täglichen Tagesmitteltemperaturen (Punkt 6) die benötigten meteorologischen und klimatischen Variablen. Diese füttern dann zusammen mit allen anderen Variablen die statistischen Vorhersagemodelle (Punkt 7), welche die Schätzwerte für die verschiedenen Parameter der Futterqualität liefern (Punkt 8). Je nach Verfügbarkeit der fakultativen Angaben seitens des Nutzers wird das entsprechende Modell für die Vorhersage automatisch verwendet.

Für die botanikbezogenen Variablen wird dem Nutzer eine Online-Hilfe angeboten. Diese Hilfe besteht aus einer Mischung von bildlichen Beispielen und Texthinweisen, um die Zuordnung der Wiese zu einem bestimmten Pflanzenbestand und zu einem bestimmten Wiesentyp zu erleichtern.

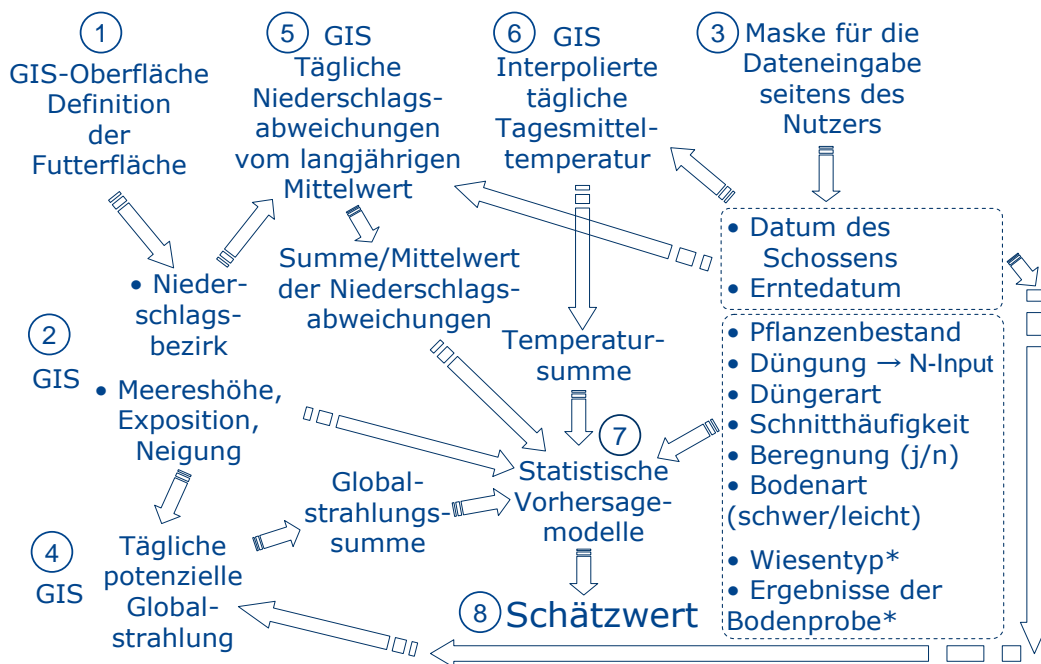


Abb. 2: Workflow der Web-Applikation. Nur die Schritte 1 und 3 setzen eine aktive Eingabe von Informationen seitens des Nutzers voraus. * Fakultative Informationen seitens des Nutzers.

Der Nutzer erhält einen Bericht zu seiner Anfrage. Der Bericht enthält eine Übersicht der Schätzwerte sowohl für die tatsächlichen als auch für die fiktiven Erntedaten, um das Bewusstsein der Nutzer für den Effekt unterschiedlicher Schnittzeitpunkte zu erhöhen und somit auch didaktische Effekte zu erzielen. Das System ermöglicht außerdem die Korrektur bereits erstellter Berichte sowie die Verwendung alter Berichte als Basis für neue Berichte, um bei neuen Anfragen die Zeiten für die Dateneingabe zu minimieren.

Schlussfolgerungen

Die Web-Applikation befindet sich zurzeit in der Endphase der Realisierung durch die Südtiroler Informatik AG. Nach einer Testphase mit den Endnutzern wird sie im kommenden Jahr operativ gestellt und kostenlos zur Verfügung stehen.

Danksagung

Wir danken dem operationellen Programm "Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung" EFRE 2007–2013 der Autonomen Provinz Bozen für die Finanzierung des Projektes webGRAS, dem Hydrographischen Amt der Autonomen Provinz Bozen für die Bereitstellung der meteorologischen Daten und dem Amt für Raumbezogene Informatik für die Bereitstellung der GIS-Daten. Wir bedanken uns außerdem bei A. Kasal (Amt für Bergwirtschaft), J. Thomaseth (Amt für Viehzucht), H. Klocker, C. Plitzner, T. Prünster (Beratungsring für Landwirtschaft BRING), R. Reiterer, G. Tschurtschenthaler (Bergbauernberatung), K. Gallmetzer, M. Lintner, E. Theiner, S. Theiner (Fachschulen für Landwirtschaft), O. Bauer, A. Matteazzi, M. Monthaler, E. Stimpfl (Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg), M. Crepaz, C. Falkensteiner, L. Unterhofer (Südtiroler Bauernbund), A. Kaser und M. Pichler (Südtiroler Sennereiverband) für ihre wertvollen Hinweise zur praxisnahen Gestaltung der Web-Applikation sowie A. Avvenuti und M. Zambaldi (Abteilung Informationstechnik) für die Unterstützung beim Management des Auftrages zur Realisierung der Web-Applikation.

Literatur

- BAUMGARTEN, A., AMLINGER, F., BÄCK, E., BUCHGRABER, K., DACHLER, M., DERSCH, G. *et al.* (2006): Richtlinie für die Sachgerechte Düngung. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6. Auflage. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- BOVOLENTA, S., SPANGHERO, M., DOVIER, S., ORLANDI, D. & CLEMENTEL, F. (2008): Chemical composition and net energy content of alpine pasture species during the grazing season. *Animal Feed Science and Technology* 146, 178-191.
- BRUINENBERG, M.H., VALK, H., KOREVAAR, H. & STRUIK, P.C. (2002): Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grasslands: a review. *Grass and Forage Science* 57, 292–301.
- DACCORD, R., WYSS, U., JEANGROS, B. & MEISSER, M. (2007): Bewertung von Wiesenfutter. Nährstoffgehalt für die Milch- und Fleischproduktion. AGFF Merkblatt 3. AGFF, Zürich.
- FLORIAN, C., ROMANO, G., PERATONER, G., BODNER, A., GALLMETZER, K., THEINER, S. & TSCHURTSCHENTHALER, G. (2014): Nasskalter Frühling prägt Futterjahr. *Südtiroler Landwirt* 68, 60–62.
- FLORIAN, C., ROMANO, G., PERATONER, G., BODNER, A., GALLMETZER, K., THEINER, S. & TSCHURTSCHENTHALER, G. (2015): Ein schwieriges Futterjahr. *Südtiroler Landwirt* 69, 41–44.
- GOOVAERTS, P. (1997): Geostatistics for Natural Resources Evaluation. *Applied Geostatistics Series*: Oxford University Press, New York, Oxford, 483.
- GRUBER, L., SCHAUER, A., HÄUSLER, J., URDL, M., ADELWÖHRER, A. & SÜDEKUM, K.-H. (2011): Influence of growth stage of permanent grassland on dry matter yield, nutritive value, feed intake and milk yield of dairy cows during the whole period of vegetation. *Grassland Science in Europe* 16, 136–138.
- GUSMEROLI, F., CORTI, M., ORLANDI, D., PASUT, D. & BASSIGNANA, M. (2005): Produzione e prerogative qualitative dei pascoli alpini: riflessi sul comportamento al pascolo e l'ingestione. In: SoZooAlp (Hg.): L'alimentazione della vacca da latte al pascolo. Riflessi zootecnici, agro-ambientali e sulla tipicità delle produzioni. Quaderni SoZooAlp 2. Nuove Arti Grafiche, Trento, S. 7–28.
- HAKL, J., ŠANTRŮČEK, J., FUKSA, P. & KRAJÍC, L. (2010): The use of indirect methods for the prediction of lucerne quality in the first cut under the conditions of Central Europe. *Czech Journal of Animal Science* 55, 258–265.
- 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.
- HERRMANN, A., KORNER, A., ERNST, P., LÖPMEIER, F.-J. & TAUBE, F. (2002): Reifeprüfung Grünland - Einführung des Prognosemodells in Nordrhein-Westfalen. In: Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (Hg.): 46. Jahrestagung vom 29. bis 31. August 2002 in Rostock. Referate und Poster. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau 4. Druckerei der Universität Rostock, Rostock, S. 222–225.
- 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.
- JEANGROS, B., SCEHOVIC, J., SCHUBIGER, F.X., LEHMANN, J., DACCORD, R. & ARRIGO, Y. (2001): Nährwert von Wiesenpflanzen: Trockensubstanz-, Rohprotein- und Zuckergehalte. *Agrarforschung* 8, 1–8.
- MITCHELL, R., FRITZ, J., MOORE, K., MOSER, L.E. & VOGEL, K. (2001): Predicting forage quality in switchgrass and big bluestem. *Agronomy Journal* 93, 118–124.
- PARSONS, D., CHERNEY, J.H. & GAUCH, H.G. (2006): Estimation of preharvest fiber content of mixed Alfalfa-grass stands in New York. *Agronomy Journal* 98, 1081–1089.
- PARSONS, D., PETERSON, P.R. & CHERNEY, J.H. (2013): Estimation of nutritive value of spring alfalfa-grass mixtures using in-field measurements and growing degree data. *Forage and Grazinglands* 11 (1), doi:10.1094/FG-2012-0162-RS.
- PERATONER, G., BODNER, A., STIMPFL, E., WERTH, E., SCHAUMBERGER, A. & KASAL, A. (2010): A simple model for the estimation of protein content of first-cut meadow forage. *Grassland Science in Europe* 15, 539-541.
- RESCH, R., GUGGENBERGER, T., GRUBER, L., RINGDORFER, F., BUCHGRABER, K., WIEDNER, G., KASAL, A. & WURM, K. (2006): Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. *Der fortschrittliche Landwirt* 84, 1–20.
- RINNE, M. and NYKÄNEN, A. (2000): Timing of primary growth harvest affects the yield and nutritive value of timothy-red clover mixtures. *Agricultural and Food Science in Finland* 9, 121–134.
- ROMANO, G., PIEPHO, H.-P., SCHAUMBERGER, A., BODNER, A., FLORIAN, C., FIGL, U. & PERATONER, G. (2015): Ein statistisches Modell zur Schätzung des Rohproteingehaltes der Dauerwiesen Südtirols. In: Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (Hg.): Grünland effizient und nachhaltig nutzen (dieser Band).

- ROMANO, G., SCHAUMBERGER, A., PIEPHO, H.P., BODNER, A. & PERATONER, G. (2014): Optimal base temperature for computing growing degree-day sums to predict forage quality of mountain permanent meadow in South Tyrol. *Grassland Science in Europe* 19, 655-657.
- RUTZMOSER, K. (2000): Verlaufskurven von Inhaltswerten und Ertrag auf Grünlandstandorten in Bayern. In: Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (Hg.): 44. Jahrestagung vom 24. bis 26. August 2000 in Kiel. Kurzfassung der Referate und Poster. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau 2. Wissenschaftlicher Fachverlag, Giessen, 117–120.
- RUTZMOSER, K. (2002): Verlaufskurven von Ertrag und Roh Nährstoffen des Grünlandaufwuchses, auch im Vergleich mit Öko-Betrieben. In: Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (Hg.): 46. Jahrestagung vom 29. bis 31. August 2002 in Rostock. Referate und Poster. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau 4. Druckerei der Universität Rostock, Rostock, S. 201–204.
- SCHUBIGER, F.X., LEHMANN, J., DACCORD, R., ARRIGO, Y., JEANGROS, B. & SCEHOVIC, J. (2001): Nährwert von Wiesenpflanzen: Verdaulichkeit. *Agrarforschung* 8, 354–359.
- STEINHÖFEL, O. (1998): Schnittzeitpunktprognose von Grasaufwüchsen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 3, 49–65.
- TVEITO, O.E. (2007): The Developments in spatialization of meteorological and climatological elements. In Dobesch et al. (ed.): *Spatial Interpolation for Climate Data: The Use of GIS in Climatology and Meteorology*, ISTE Ltd: London, 73-86.

Wieviel Futteraufwuchs „geht am Rindermaul vorbei“?

Brutto- und Nettoweideleistung einer extensiven Rinderstandweide unter verschiedenen Beweidungsintensitäten

Ebeling, D., Tonn, B. & Isselstein, J.

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,
Abteilung Graslandwissenschaft, von-Siebold-Straße 8, 37075 Göttingen
dorothee.ebeling@agr.uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Beweidung beeinflusst eine Grasnarbe durch Verbiss, Tritt sowie eine zeitlich und räumlich heterogene Futteraufnahme und Exkrementabsetzung (CURLL und WILKINS, 1983). Aufgrund einer Präferenz der Tiere für junges, schmackhaftes Pflanzenmaterial (ADLER *et al.* 2001; DUMONT *et al.*, 2012) führt das sogenannte „Patch grazing“ bei extensiver Beweidung zur Ausbildung eines zeitlich und räumlich stabilen Mosaiks aus kurzen (häufig entblätterten) sowie langen (selten entblätterten) Narbenhöhenbereichen (Patches) (SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2009; STRODTHOFF und ISSELSTEIN, 2001). Die verschiedenen Patch-Typen unterscheiden sich unter anderem hinsichtlich ihrer Produktivität (oberirdische Biomasseproduktion) (SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2009). Da die Beweidungsintensität den Anteil an kurzen und langen Patches auf der Weidefläche bestimmt (SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2009; TONN *et al.*, 2014), muss davon ausgegangen werden, dass sich sowohl Brutto- als auch Nettoweideleistung von Standweiden unter verschiedenen Beweidungsintensitäten unterscheiden. Auf einem langjährigen extensiven Weideversuch mit Rindern wurde daher untersucht, wie sich die Beweidungsintensität auf die Brutto- und Nettoweideleistung einer Rinderstandweide auswirkt. Wir gehen davon aus, dass sowohl Bruttoweideleistung (Hypothese 1) als auch Nettoweideleistung (Hypothese 2) mit abnehmender Beweidungsintensität sinken, der nicht gefressene Anteil am aufgewachsenen Futter dagegen zunimmt (Hypothese 3).

Material und Methoden

Das Experiment wurde auf einer extensiven Rinderstandweide des Versuchsguts Relliehausen der Georg-August-Universität Göttingen durchgeführt (51°46'N, 9°42'E, 180–230 m a.s.l.) (ISSELSTEIN *et al.*, 2007; SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2009). Seit mehr als 12 Jahren ist keine Ausbringung von Düngern oder Pflanzenschutzmitteln erfolgt und die Grasnarbe ist nicht gemäht worden. Die Beweidung erfolgt seit 2005 mit Mutterkühen des Zweinutzungsrinds Fleckvieh. Im Jahr 2005 wurden drei verschiedene Beweidungsintensitäten eingerichtet: Eine moderate Beweidungsvariante mit 6 cm Zielnarbenhöhe („Compressed Sward Height“, CSH) (CASTLE, 1976), eine extensive Beweidungsvariante mit 12 cm Zielnarbenhöhe und eine sehr extensive Beweidungsvariante mit 18 cm Zielnarbenhöhe. Der Versuch ist in einem randomisierten Blockdesign angelegt und beinhaltet drei Wiederholungen (insgesamt 9 Parzellen à 1 ha). Die Zielnarbenhöhen werden durch Auf- und Abtrieb der Tiere konstant gehalten (put and take-System). Basierend auf zweiwöchentlichen Narbenhöhenmessungen (50 CSH-Messungen pro Parzelle) mit dem Rising-Plate-Meter (CASTLE, 1976) wurden im Jahr 2013 drei verschiedene Patch-Typen definiert: kurz (unteres Drittel der Narbenhöhenmessungen, mittel (mittleres Drittel) und lang (oberes Drittel). Für die Kalibration der Biomasseschätzung wurde in den Jahren 2013 und 2014 an fünf Terminen von April bis Oktober pro Parzelle und Patch-Typ auf zwei 0,25-m² großen Quadratflächen die stehende Biomasse nach Ermittlung der CSH auf Bodenhöhe abgeschnitten. Mit Kalibrationsmodellen konnten Vorhersagen von stehender Biomasse bei gegebener CSH für jede Kombination von Block und Messzeitpunkt erstellt werden.

Ermittlung des gesamtjährlichen Biomassewachstums

In den Jahren 2013 und 2014 wurde je ein Weidekorb (2*1 m²) pro Patch-Typ und Parzelle von April bis Oktober (2014 bis November) wiederholt auf der Weidefläche versetzt, sodass sich insgesamt 13 (2013: sechs, 2014: sieben) Wachstumsperioden mit Längen von 20 bis 42 Tagen ergaben (jeweils angepasst an das saisonale Biomassewachstum). Innerhalb eines jeden Weidekorbes wurde die CSH auf zwei Quadratflächen (je 0,25 m²) je vor Beginn und nach Ende einer Wachstumsperiode gemessen. Für jede Wachstumsperiode wurde je Kombination aus Patch-Typ und Parzelle eine mittlere tägliche Wachstumsrate ermittelt. In hohen Narbenhöhenbereichen wurden zum Teil negative Wachstumsraten errechnet, die sich hauptsächlich durch Lagerung der Biomasse erklären lassen. Für weitere Berechnungen wurde hier ein Wert von Null angenommen. Basierend auf den zweiwöchentlichen Narbenhöhenmessungen wurde der Flächenanteil der Patch-Typen an der Gesamtfläche der Parzellen berechnet. Aus den mittleren täglichen Wachstumsraten und den Flächenanteilen konnten anschließend für jede Parzelle ein Biomassezuwachs für jeweils zweiwöchentliche Perioden (im Intervall der stattgefundenen Narbenhöhenmessungen) ermittelt werden. Mittlere prozentuale Flächenanteile verschiedener Grasnarbenhöhenbereiche sind in Tabelle 1 dargestellt. Das gesamtjährliche Biomassewachstum einer jeden Parzelle ist die akkumuliert gewachsene Biomasse.

Tab. 1: Mittlere prozentuale Flächenanteile verschiedener Grasnarbenhöhenbereiche (Patch-Typen) unter verschiedenen Beweidungsintensitäten im Jahr 2013 und 2014, ermittelt durch zweiwöchentliche Grasnarbenhöhenmessungen mit dem Rising-Plate-Meter („Compressed Sward Height“, Castle, 1976) von April bis Oktober (2014 November). Gezeigt sind Mittelwerte und Standardabweichungen von je drei Wiederholungen (Blöcken).

Patch-Typ	Beweidungsintensität					
	moderat		extensiv		sehr extensiv	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
kurz	0.65 ±0.13	0.56 ±0.13	0.28 ±0.14	0.32 ±0.11	0.15 ±0.07	0.19 ±0.10
mittel	0.23 ±0.09	0.28 ±0.09	0.35 ±0.12	0.32 ±0.10	0.22 ±0.09	0.26 ±0.10
lang	0.12 ±0.09	0.17 ±0.11	0.36 ±0.11	0.36 ±0.12	0.63 ±0.10	0.56 ±0.14

Ermittlung des gesamtjährlich aufgenommenen Futters

Als Weidetiere kamen Mutterkühe ohne Kälber zum Einsatz. Aus den Wiegedaten der Rinder wurde mittels Regression das jeweilige Gewicht der Tiere pro Parzelle für jeden Tag der Weidesaison ermittelt. Die Berechnung des Energiebedarfs der Tiere erfolgte wie bei WRAGE *et al.* (2011a) der Vorgehensweise von BAKER (2004). In die Berechnungen mit eingegangen sind unter anderem der Energiebedarf für Trächtigkeit sowie Bewegung auf der Weidefläche. Für die Berechnung der aufgenommenen Biomasse wurde die Qualität des Futters mit der Kotstickstoff-Methode nach SCHMIDT *et al.* (1999) bestimmt. Die gesamtjährlich aufgenommene Biomasse einer jeden Parzelle ist die akkumuliert aufgenommene Biomasse.

Statistische Auswertung

Alle statistischen Berechnungen wurden mit dem Programm R 3.2.1 (R CORE DEVELOPMENT TEAM, 2015) durchgeführt. Der Effekt der Beweidungsintensität auf die gesamtjährlich gewachsene und aufgenommene Biomasse sowie auf den Anteil nicht gefressenen Futters an der aufgewachsenen Biomasse wurde mit einem linearen gemischten Modell berechnet. Die Beweidungsintensität, das Jahr und deren Interaktion gingen als feste Effekte, Block und Parzelle als zufällige Effekte in das Modell ein. Mittelwertvergleiche wurden mittels Post-hoc-Test (Methode: Tukey) durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Das gesamtjährliche Biomassewachstum sowie die Futterraufnahme unter verschiedenen Beweidungsintensitäten sind in Abbildung 1, das kumulative Biomassewachstum und die kumulative Futterraufnahme im zeitlichen Verlauf in Abbildung 2 dargestellt.

Bruttoweideleistung

Die Ergebnisse der zweifaktoriellen ANOVA zeigten keinen Unterschied in der gesamtjährlichen Biomasseproduktion zwischen den Beweidungsintensitäten, jedoch zwischen den beiden Versuchsjahren ($p < 0.05$). Die Interaktion der Faktoren hatte keinen signifikanten Effekt, ist aber der Anpassungsgüte wegen (AIC) im Modell belassen worden.

Die Bruttoweideleistung der sehr extensiv beweideten Variante war mit 40,9 und 47,0 dt TM ha⁻¹ nicht signifikant verschieden von der extensiven Variante mit 43,5 und 62,2 dt TM ha⁻¹ und der Variante mit moderater Beweidungsintensität, welche 47,1 und 73,8 dt TM ha⁻¹ (2013 und 2014) produzierte. Im Jahr 2013 wuchs witterungsbedingt weniger Biomasse auf als im Jahr 2014. Je intensiver die Beweidung erfolgt, desto homogener ist die Nährstoffrückführung (MOIR *et al.*, 2011), wodurch das Biomassewachstum gefördert wird (TUNON *et al.*, 2014). Da der Anteil kurzer Narbenhöhenbereiche bei einer moderaten Beweidung höher ist als bei einer extensiveren Beweidung (Tab. 1) und SAHIN DEMIRBAG *et al.* (2009) eine höhere Produktivität für kurze als für lange Narbenhöhenbereiche gefunden haben, wäre eine geringere Biomasseproduktion der extensiven Beweidungsvarianten zu erwarten, was hier nicht bestätigt werden konnte. In diesem Versuch waren durchschnittliche Wachstumsraten langer Narbenhöhenbereiche in den betrachteten Jahren nicht geringer als die der kurzen Narbenhöhenbereiche. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass es in den extensiven Beweidungsvarianten einen wachstumsfördernden Nährstofftransport aus den kurzen Narbenhöhenbereichen in die langen, selten entblätterten Narbenhöhenbereiche gibt, da hier der Anteil des langen Patch-Typs gegenüber dem kurzen Patch-Typ überwiegt (TONN *et al.*, 2014) und somit der Großteil der gesamtjährlich aufgewachsenen Biomasse aus den hohen Narbenhöhenbereichen stammen muss. STROTHOFF und ISSELSTEIN (2001) charakterisieren eine extensive Beweidung unter anderem durch ein Überangebot an aufgewachsenem Futter in der Phase starken Pflanzenwachstums.

Nettoweideleistung

Die aufgenommenen Biomassen unterscheiden sich sowohl signifikant ($p < 0.001$) zwischen den Beweidungsintensitäten als auch zwischen den Jahren ($p < 0.001$) sowie ihrer Interaktion ($p < 0.01$).

In beiden Versuchsjahren war die Reihenfolge jeweils „moderat“ > „extensiv“ > „sehr extensiv“. Die moderate Beweidungsvariante erzielte im Jahr 2013 22,2 dt TM ha⁻¹, gefolgt von 10,8 und 6,0 dt TM ha⁻¹ unter extensiver und sehr extensiver (2013) Beweidung. Im Jahr 2014 lag die Futteraufnahme unter moderater Beweidung bei 57,1 dt TM ha⁻¹, unter extensiver Beweidung bei 30,0 dt TM ha⁻¹ und unter sehr extensiver Beweidung bei 16,7 dt TM ha⁻¹. Da die im Versuch über die Zielnarbenhöhen definierten Beweidungsintensitäten gekoppelt sind an angepasste Besatzstärken stimmt das Ergebnis mit Hypothese 2 überein und bestätigt, dass eine extensivere Beweidung zu einer geringeren Nettoweideleistung führt. Da die Möglichkeit der Futterselektion und damit Aufnahme qualitativ höherwertigen Futters zur Deckung des Energiebedarfs (ADLER *et al.*, 2001; DUMONT *et al.*, 2007a; DUMONT *et al.*, 2012; SCHMIDT *et al.*, 1999) bei geringerer Besatzstärke stärker gegeben ist, können Einzeltierleistungen zu Lasten der Nettoweideleistung pro Parzelle höher ausfallen (WRAGE *et al.*, 2011b). Die moderate Beweidungsvariante hatte im Jahr 2013 trotz des deutlichen Jahreseffekts eine ähnliche Futteraufnahme erzielt wie die extensive Variante des Jahres 2014. WRAGE *et al.* (2011b) haben im Versuchszeitraum 2002 bis 2009 auf selbiger Versuchsfläche Nettoweideleistungen im Mittel über alle Jahre für „moderat“, „extensiv“ und „sehr extensiv“ von 44.000, 23.415 bzw. 19.565 MJ ME ha⁻¹ a⁻¹ berechnet. Da im Jahr 2013 witterungsbedingt längere Weidepausen eingelegt werden mussten als im Jahr 2014, ist die Nettoweideleistung in diesem Versuchsjahr geringer ausgefallen (siehe Abb. 2).

Anteil nicht gefressenen Futters an der aufgewachsenen Biomasse

Sowohl die Beweidungsintensität ($p < 0.01$) als auch das Jahr ($p < 0.001$) wirken sich signifikant auf das Verhältnis aufgenommener zu aufgewachsener Biomasse aus. Das Modell wurde um die sich nicht signifikant auswirkende Interaktion der beiden Faktoren reduziert.

Die moderate Beweidungsvariante unterscheidet sich signifikant von den beiden extensiveren Varianten im Anteil des nicht gefressenen Futters. Der Hypothese 3 folgend wurden die größten Anteile nichtgefressener Biomasse unter sehr extensiver (82,5 und 62,6%) und extensiver Beweidung

(72,9 und 51,2%) gefunden, gefolgt von der moderaten Beweidungsvariante mit nur 49,4 und 22,1% nichtgefressener Biomasse, in den Jahren 2013 und 2014. Da die Bruttoweideleistung unter den verschiedenen Beweidungsintensitäten nicht verschieden ist, jedoch die Nettoweideleistung mit abnehmender Beweidungsintensität nachlässt, bleibt ein umso größerer Anteil der aufgewachsenen Biomasse auf der Fläche stehen, geht demnach „am Rindermal vorbei“. Auch hier ist der Jahreseffekt durch witterungsbedingt geringere Brutto- und Nettoweideleistungen im Jahr 2013 gegenüber dem Jahr 2014 zu erklären.

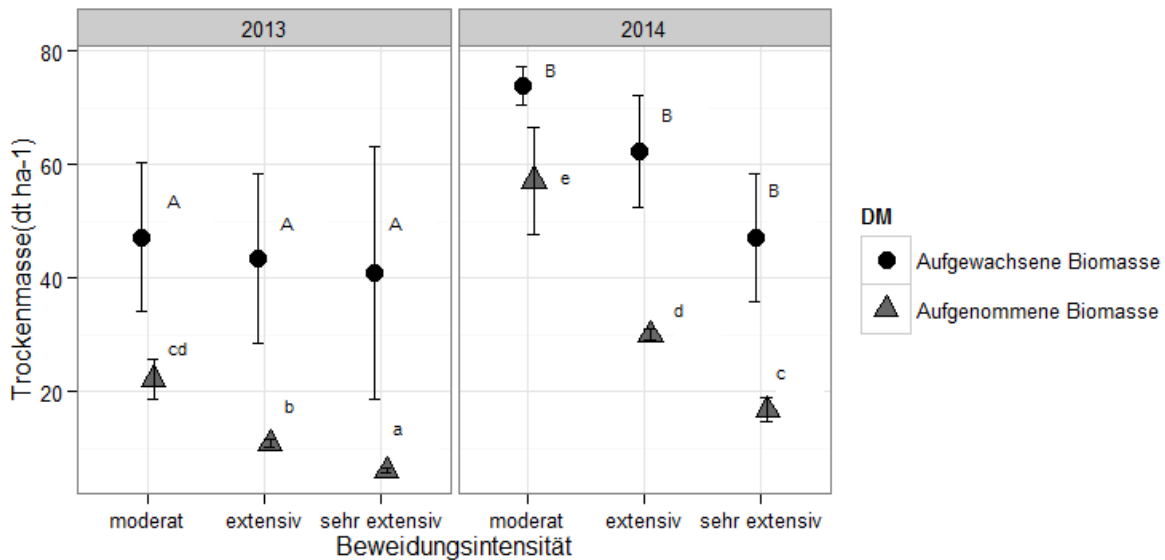


Abb. 1: Gesamtjährlich aufgewachsene und gefressene Biomasse unter verschiedenen Beweidungsintensitäten. Verschiedene Großbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede in der aufgewachsenen Biomasse, verschiedene Kleinbuchstaben signifikante Unterschiede in der aufgenommenen Biomasse ($p < 0.05$). Fehlerbalken signalisieren Standardabweichungen.

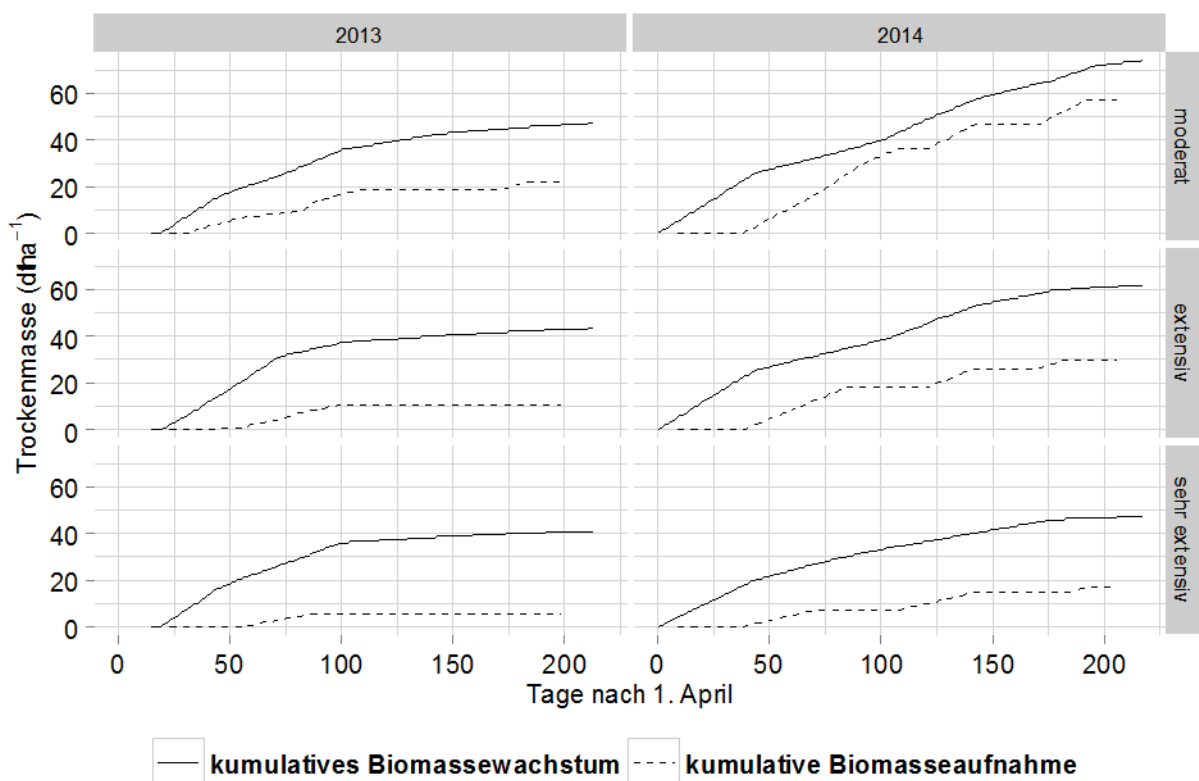


Abb. 2: Kumulatives Biomassewachstum sowie kumulative Futteraufnahme unter verschiedenen Beweidungsintensitäten in den Jahren 2013 und 2014. Abschnitte kumulativer Futteraufnahmen ohne Steigung signalisieren Weidepausen.

Schlussfolgerungen

In diesem extensiven Weideversuch gab es in der Bruttoweideleistung keine Unterschiede zwischen den Beweidungsintensitäten „moderat“, „extensiv“ und „sehr extensiv“, wohl aber in der Nettoweideleistung, die positiv mit der Beweidungsintensität korreliert ist, als auch im Anteil nichtgefressenen Futters an der aufgewachsenen Biomasse. Da gewöhnlich eine höhere Beweidungsintensität zu einer produktiveren Grasnarbe führt, kann in diesem Versuch von einem Einfluss der Beweidung ausgegangen werden, der sich über die mittlerweile langjährige Versuchsdauer eingestellt hat. Während wir in der moderaten Beweidungsvariante von einem stärker angeregten Stickstoffzyklus und einer homogeneren Nährstoffrückverteilung über die Exkremente ausgehen, könnte eine bei extensiver Beweidung zeitlich und räumlich selektive Futteraufnahme und inhomogene Exkrementabgabe langfristig eine Umverteilung der Bodennährstoffe zur Folge haben, die sich durch eine höhere Biomasseproduktion in den langen Grasnarbenhöhenbereichen und somit, durch den höheren Flächenanteil dieses Patch-Typs, der extensiver beweideten Weideflächen auswirkt. Die Nettoweideleistungen waren unter sehr extensiver Beweidung hingegen deutlich geringer und auch der Anteil des „am Rindermaul vorbeigehenden“, nicht gefressenen Anteils der aufgewachsenen Biomasse war unter der sehr extensiven Beweidungsvariante am höchsten. Weiter ist nun zu prüfen, ob sich Produktivitäten verschiedener Patch-Typen über die lange Versuchsdauer hinweg verändert haben. Die Hypothese der Nährstoffumverteilung auf Weideflächen unter langjähriger extensiver Beweidung könnte dadurch gestützt und nicht signifikant verschiedene Bruttoweideleistungen unter moderater, extensiver und sehr extensiver Beweidungsintensität erklärt werden.

Literatur

- ADLER P., RAFF, D. & LAUENROTH, W.K. (2001): The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128, 465–479.
- BAKER, R.D. (2004): Estimating herbage intake from animal performance. In: Penning P.D. (ed): Herbage intake handbook. *British Grassland Society*, Reading, 95–120.
- CASTLE, M.E. (1976): A simple disc instrument for estimating herbage yield. *Journal of the British Grassland Society*, 31, 37–40.
- CID, M.S. and BRIZUELA, M.A. (1998): Heterogeneity in tall fescue created und sustained by cattle grazing. *Journal of Range Management* 51, 644-649.
- CURLL, M. L. and WILKINS, R.J. (1983): The comparative effects of defoliation, treading and excreta on a Lolium perenne-Trifolium repens pasture grazed by sheep. *Journal of Agricultural Science* 100, 451-460.
- DUMONT, B., ROSSIGNOLA, N., LOUCOUGARAYC, G., CARRÈREB, P., CHADOEUF, J., FLEURANCEA G., BONIS, A., FARRUGGIA, A., GAUCHERUND, S., GINANE, C., LOUAULT, F., MARION, B., MESLÉARD, F., & YAVERCOVSKIG, N. (2012): When does grazing generate stable vegetation patterns in temperate pastures? *Agriculture, Ecosystems und Environment* 153, 50–56.
- DUMONT, B., ROOK, A.J., CORAN, C. und RÖVER, K.-U. (2007a): Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 2. Diet selection. *Grassland Forage Science* 62, 159-171.
- ISSELSTEIN, J., GRIFFITH, B.A., PRADEL, P. & VENERUS, S. (2007): Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 1. Nutritive value of herbage and livestock performance. *Grass and Forage Science* 62, 145-158.
- MACDONALD, K. A., PENNO, J.W., LANCASTER, J.A.S. & ROCHE J.R. (2008): Effect of stocking rate on pasture production, milk production, und reproduction of dairy cows in pasture-based systems. *Journal of dairy science* 91, 2151–2163.
- MOIR, J.L., CAMERON, K.C., DI, H.J. & FERTSAK, U. (2011): The spatial coverage of dairy cattle urine patches in an intensively grazed pasture system. *Journal of Agricultural Science* 149, 473–485.
- R CORE TEAM (2015): *R: A language und environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- SAHIN DEMIRBAG, N., RÖVER, K.-U., WRAGE, N., HOFMANN, M. & ISSELSTEIN, J. (2009): Herbage growth rates on heterogeneous swards as influenced by sward height classes. *Grass und Forage Science* 64, 12–18.
- SCHMIDT, L., WEISSBACH, F., HOPPE, T. & KUHLAS, S. (1999): Untersuchungen zur Verwendung der Kotstickstoff-Methode für die Schätzung des energetischen Futterwertes von Weidegras und zum Nachweis der selektiven Futteraufnahme auf der Weide. *Landbauforschung Völkenrode*, Heft 3/1999, S. 123 – 135.

- STRODTHOFF, J. und ISSELSTEIN, J. (2001): The effect of selective grazing on the spatial distribution of herbage and the liveweight gain of cattle grazing a peat soil pasture. *Grassland Science in Europe* 6, 320-323.
- TONN B., WRAGE-MÖNNIG N. & ISSELSTEIN, J. (2014): Long-term stability of sward patch structure under different intensities of cattle grazing. *Grassland Science in Europe* 19, 367-369.
- TUNON, G., KENNEDY, E., HORAN, B., HENNESSY, D., LOPEZ-VILLALOBOS, N., KEMP, P., BRENNAN, A. & O'DONOVAN, M. (2014): Effect of grazing severity on perennial ryegrass herbage production and sward structural characteristics throughout an entire grazing season. *Grass and Forage Science*, 69, 104–118.
- WRAGE, N., SAHIN DEMIRBAG, N., HOFMANN, M. & ISSELSTEIN, J. (2012): Vegetation height of patch more important for phytodiversity than that of Parzelle. *Agriculture, Ecosystems und Environment* 155, 111– 116.
- WRAGE, N., KÜCHENMEISTER, F. & ISSELSTEIN, J. (2011a): Isotopic composition of soil, plant or cattle hair no suitable indicator of nitrogen balances in permanent pasture. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 90, 189-199.
- WRAGE, N., RÖVER, K.-U., SAHIN-DEMIRBAG, N., HOFMANN, M., & ISSELSTEIN, J. (2011b): Einfluss der Beweidungsintensität auf die Tierleistung und die Entwicklung der pflanzlichen Diversität auf einer Rinderstandweide. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*. Band 12, 229-234.

On Farm Methode zur differenzierten Quantifizierung von Energie-, Stickstoff- und Phosphoreffizienzen auf Betriebsebene

Kohnen, H.¹, Boonen, J.¹, Conter, G.¹, van Vliet, G.² & Wengler, F.¹

¹ Lycée Technique Agricole Ettelbrück (L); henri.kohnen@education.lu

² Administration des Services Techniques de l'Agriculture (L)

Einleitung und Problemstellung

Das Führen von Pilotbetriebsnetzen in der Landwirtschaft ermöglicht Forschern, Beratern und Landwirten praxisnah Probleme zu erkennen sowie innovative Lösungen auszuarbeiten und umzusetzen. Diese Optimierungen auf den Höfen müssen betriebsspezifisch sein und hängen demnach von betriebseigenen Daten ab. Der Methodik dieser Datenerfassung kommt somit eine große Bedeutung zu – vor dem Hintergrund einer möglichst standardisierten Methode, und um den Arbeitsaufwand in Grenzen zu halten, soll dabei exklusiv auf vorhandene Datenquellen aus Buchführung und Betriebsmanagement (Milchleistungsprüfung, Fütterung ...) zurückgegriffen werden.

Die Hoftorbilanzierung für Energie, Stickstoff und Phosphor ist eine anerkannte Methode zur Analyse der nachhaltigen Nutzung dieser Betriebsmittel. Aktuelle Methoden liefern jedoch meist nur Ergebnisse auf Betriebsebene.

Dies macht auf den ersten Blick Sinn, denn eine nachhaltige Tierproduktion kann nie unabhängig vom Feldfutterbau bewertet werden. Zu stark sind die Zusammenhänge der Nährstoffflüsse für Energie, Stickstoff und Phosphor zwischen Feld und Stall: Auf den landwirtschaftlichen Flächen geerntete Nährstoffe gelangen als Futtermittel in den Stall, werden von den Tieren aufgenommen und zu tierischen Produkten veredelt. Ein großer Teil des Futters gelangt jedoch mit den tierischen Ausscheidungen wieder auf die Felder. Will man nun die Nutzung der Nährstoffe im Betrieb verbessern und betriebliche Schwachstellen aufdecken, ist es unerlässlich die Nährstoffflüsse im Stall bzw. auf den Feldern getrennt zu erfassen.

Das größte Problem stellt die Ertragserfassung im Futterbau dar. Grünland- sowie Maiseerträge sind auf Betriebsebene kaum direkt messbar und können bis dato nur indirekt geschätzt werden. Die Präzision dieser Schätzung ist somit ein zentrales Schlüsselement einer differenzierten Analyse der Nährstoffflüsse auf Feld- und Stallebene.

Im Rahmen des Dairyman- Projektes (Dairyman 2009- 2013) hat sich die ANCA- Methodik (Annual Nutrient Cycling Assessment) aus den Niederlanden (AARTS, 2013; HOLTER *et al.*, 2013; SCHROEDER *et al.*, 2014) diesbezüglich als interessant erwiesen. Leider ist besagte Methode ausschließlich auf spezialisierte Milchviehbetriebe ausgerichtet und kann somit selten auf luxemburgische Betriebe angewandt werden, da es sich in Luxemburg zumeist um Gemischtbetriebe mit verschiedenen Produktionszweigen (Milchvieh-, Mutterkuhherde oder Bullenmast) handelt. Das Ziel ist es die ANCA- Methode weiter zu entwickeln, und u.a. an folgenden Punkten an luxemburgische Verhältnisse anzupassen, bzw. auf Verlässlichkeit zu prüfen:

- Mengen an Nährstoffen (N, P) durch tierischen Ausscheidungen,
- Futtereffizienz und -verluste von N und P in der Milch- und Fleischproduktion, Düngereffizienz und -verluste im Futterbau und
- Erträge im Grünland und Maisanbau.

Material und Methoden

Die Arbeiten basieren auf einem Netz von 6 Pilotbetrieben, welches aus dem Dairyman- Projekt hervorgegangen ist. Neben einer wirtschaftlichen Buchführung (nach dem BMELV-Standard, erweitert) liegen für diese Betriebe auch Daten zu Nährstoffflüssen und Futterertrag vor, welche die Basis zur Anwendung der erweiterten ANCA- Methode bilden.

Die ANCA- Methode (KringloopWijzer) wurde ursprünglich von WURL (Wageningen University & Research Centre; www.wageningenur.nl) und speziell dem Projekt Koeien & Kansen (Kühe und

Möglichkeiten; www.koeienenkansen.nl) entwickelt (SCHRÖDER *et al.*, 2014). Sie besteht aus 5 Modulen:

- (1) BEX: Berechnung der tierischen Exkretion für Stickstoff (N) und Phosphor (P);
- (2) BEA: Berechnung der Ammoniak-Emission;
- (3) BEN: Berechnung der Nährstoffflüsse für Stickstoff (N);
- (4) BEP: Berechnung der Nährstoffflüsse für Phosphor (P);
- (5) BEC: Berechnung der Nährstoffflüsse für Kohlenstoff (C).

BEX stellt das zentrale Basismodul dar, welches es als Online Tool ermöglicht, die Futtererträge zu schätzen und so getrennt die Nährstoffflüsse auf Tier- und Bodenebene zu isolieren und zu analysieren. BEX funktioniert exklusiv auf spezialisierten Milchviehbetrieben. Das von uns entwickelte Modell (Excel- Arbeitsblatt) ermöglicht es dagegen, auch Gemischtbetriebe zu erfassen, welche neben der Milchwirtschaft auch noch andere betriebliche Standbeine haben (Fleischrinder, ...) - das Hinzufügen weiterer (tierischer) Produktionsrichtungen (Schafe, Ziegen, Pferde, Schweine...) ist nach Belieben möglich.

Das Saldo der betrieblichen Hoftorbilanz ergibt sich aus der Differenz (Nährstoff-Saldo) von INPUT (Nährstoffmengen, meist für N und P, welche über Dünger und Tierfutter in den landwirtschaftlichen Betrieb gelangen) und OUTPUT (Nährstoffmengen welche diesen als landwirtschaftliche Produkte z.B. Milch, Fleisch,...) wieder verlassen.

$$\text{IMPORT}_{(\text{NST})} - \text{EXPORT}_{(\text{NST})} = \text{Saldo}_{(\text{NST})} \quad (\text{NST: Nährstoffe})$$

Das Prinzip einer erweiterten Nährstoffbilanz auf den Produktionsebenen Tier und Boden ist in Abb. 1 dargestellt. Sie ermöglicht eine getrennte Berechnung der Nährstoffeffizienz auf beiden Ebenen. Als Einheit für die Futterenergie wird das niederländisch- belgische VEM System benutzt. Ein [MVEM] (MegaVEM) entspricht der Futterenergie für Milchproduktion, welche in einer Tonne Futtergerste enthalten ist. Stickstoff wird in [kg N] und Phosphor in [kg P₂O₅] gerechnet. Für die Berechnungen werden folgende Formeln benutzt:

- Effizienz auf Tierebene: $\text{Tier}_{\text{EXP}} \cdot (\text{Fut}_{\text{IMP}} + \text{Fut}_{\text{HOF}})^{-1} \cdot 100$
- Effizienz auf Bodenebene: $(\text{Düng}_{\text{HOF}} + \text{Düng}_{\text{IMP}}) \cdot (\text{Fut}_{\text{HOF}} + \text{Fut}_{\text{EXP}})^{-1} \cdot 100$
- Organischer Dünger: $\text{Fut}_{\text{IMP}} + \text{Fut}_{\text{HOF}} - \text{Tier}_{\text{EXP}}$
- Verluste Bodenebene: $\text{Düng}_{\text{HOF}} + \text{Düng}_{\text{IMP}} - \text{Fut}_{\text{HOF}} - \text{Fut}_{\text{EXP}}$

(Tier_{EXP} : Verkaufte tierische Produkte; Fut_{IMP} : Zugekaufte Futtermittel; Fut_{HOF} : Auf den betriebseigenen Flächen produzierte Futtermittel; Fut_{EXP} : Verkaufte Futtermittel; Düng_{HOF} : Organischer Dünger aus den Tierausscheidungen).

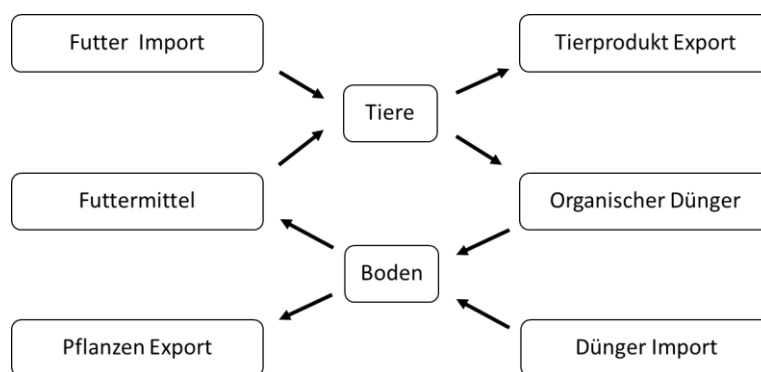


Abb. 1: Prinzip einer erweiterten Nährstoffbilanz auf Tier- und Pflanzenebene.

Die Werte für (1) Futterimport, (2) tierische Exporte, (3) Düngerimport und (4) Pflanzenexporte können relativ einfach aus den Daten der wirtschaftlichen Buchführung des Betriebes entnommen werden. Hofintern produziertes und verfüttertes Futter ist dagegen in der Regel nicht erfasst und muss rechnerisch ermittelt werden. Hier werden die Futtererträge nach einer Methode geschätzt, welche auf der Futterenergie aus den Futterrationen beruht (Basis Ration). Der Gesamtenergieverbrauch der Herde kann über Tierzahl, Lebendgewichte und tierische Leistungen errechnet wer-

den. Durch Subtraktion der Energie aus den Zukaufsfuttermitteln wird die Energieproduktion der landwirtschaftlichen Fläche des Betriebes geschätzt. Aus den durchschnittlichen Energiegehalten und den Trockenmasseanteilen (% TM für Grünfutter, und Silagen, ...) der jeweiligen Futtermittel können Erträge errechnet werden. Die durchschnittlichen Energiegehalte sind aus den Futtermittelanalysen bekannt. Bei der ANCA- Methode werden die Trockenmasseanteile einfach durch eine durchschnittliche Futterration der Milchkühe ermittelt. Dies ergibt auf spezialisierten Milchviehbetrieben mit einer übers Jahr konstanten Futterration, auch gute Resultate. Für die Gemischtbetriebe in Luxemburg gestaltet sich dies allerdings schwieriger, da meist mehrere Tiergruppen gefüttert werden und die Futterrationen saisonal stark schwanken. Als Konsequenz müssen die variierenden Futterrationen der einzelnen Gruppen deshalb in einem monatlichen Rhythmus erfasst, und im Folgenden die Trockenmasseanteile errechnet werden.

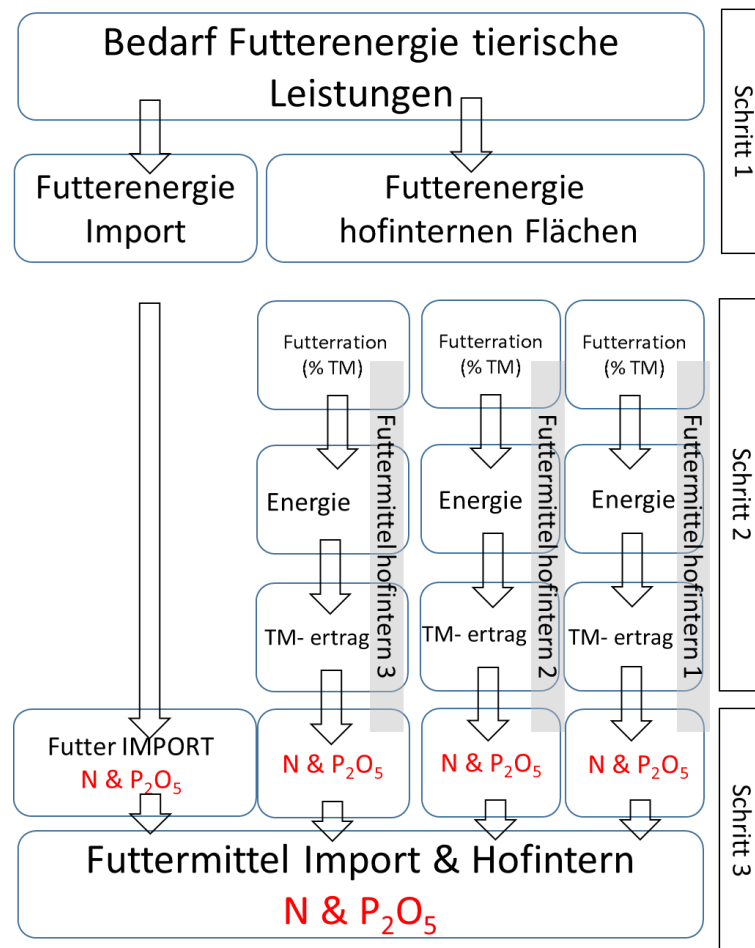


Abb. 2: Schema zur Erstellung einer Nährstoffbilanz auf der Tierebene. Schritt 1: Errechnen der Futterenergie aus den hofinternen Flächen, Schritt 2: Abschätzen der Trockenmasseerträge der hofinternen Futtermittel, Schritt 3: Errechnen den Nährstoffe im Gesamtfuttermittel.

In der tierischen Produktion genutzte Inputstoffe (Nährstoffe), die nicht als Produkt auf der Outputseite erscheinen, werden zu den tierischen Ausscheidungen und somit zu dem auf dem Betrieb produzierten Dünger gerechnet. Diese Nährstoffe wiederum, falls nicht vom Hof exportiert, werden mit jenen der zugekauften Düngemittel auf die Felder ausgebracht. Da man nun die Erträge durch die Rückrechnung aus Futtermittelenergie und Futtermittelanteile kennt, können die durch die Futtermittelproduktion gewonnenen Nährstoffe geschätzt werden. Alle Düngernährstoffe, die nicht über die Pflanzenproduktion wiedergewonnen werden, gelten als Verluste (Auswaschung oder Verflüchtigung).

Systembedingte Verluste welche bei der Futterwerbung, Futterkonservierung, Futterreste, Lagerung und Ausbringung von Gülle entstehen, werden nicht berücksichtigt und den Verlusten im Boden zugerechnet. In der erweiterten ANCA Methode (Modul BEA, BEN und BEP) werden diese

Verluste berücksichtigt und aus Standardverlustwerten errechnet. Auch die Stickstofffixierung durch Leguminosen und Stickstoffdeposition werden ignoriert. Betriebe mit hohem Anteil an Leguminosen werden somit grundsätzlich effizienter eingestuft.

Zur Kontrolle der Ernteerträge aus der Grundfutterproduktion (Grünland, Mais, ...) werden diese nach einer zweiten Methode geschätzt, welche auf den Ertragsvolumen beruht (Basis Volumen). Die Ertragsvolumen für Grassilage; Maissilage; Silage- und Heuballen werden nach ihrer geschätzten Dichte in Trockenmassenerträge konvertiert:

- Dichte Grassilage: $[5 \cdot TM + 16 \cdot \text{Höhe} + 34]$;
- Dichte Maissilage: $[(929 - (17,5 \cdot TM) + (7,9 \cdot \text{Stärkegehalt}) + (44 \cdot \text{Höhe})) \cdot TM / 100]$;
- Dichte Rundballensilage: $[51,67 + TM \cdot 2,33]$; Dichte Rundballenheu: $[190]$;
- Dichte Quaderballenheu: $[220]$;

Einheiten:

- Dichte $[\text{kg TM} \cdot (\text{m}^3)^{-1}]$;
- Höhe $[\text{m}]$;
- TM $[\%]$;
- Stärkegehalt $[\%]$.

Die beschriebene Methode basiert auf französischen Erkenntnissen und wird seit einigen Jahren auf unseren Pilotbetrieben eingesetzt. Die tägliche Weideaufnahme wird anhand des Weidekalenders (KOHLEN, 2009) geschätzt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Strukturdaten (Tab. 1) der sechs Pilotbetriebe verdeutlichen die breite Diversität luxemburgischer Betriebe. Alle Betriebe betreiben neben der Milchproduktion (erstes Selektionskriterium) noch Ackerbau (Getreide-, Raps-, Hackfruchtanbau und Silomais). Drei Pilotbetriebe mästen zusätzlich Bullen, teils aus Fresserzukauf, teils aus Fressern der eigenen Mutterkuhherde (Fleckvieh, LU05 oder Limousin, LU01; LU02). Die landwirtschaftliche Nutzfläche wird im Durchschnitt zu 64% für die Milchproduktion genutzt. Dauergrünland und Maisanbau stellen die Hauptfutterflächen dar. Milchleistungsfutter wird zugekauft. Der organische Dünger wird ausschließlich auf die betriebseigenen Flächen ausgebracht.

Tab. 1: Betriebsdaten der 6 Pilotbetriebe (LUØ: Durchschnitt der 6 Betriebe)

Betrieb	LU01	LU02	LU03	LU04	LU05	LU06	LUØ6
EPCM $[1000 \text{ kg} \cdot \text{Betrieb}^{-1}]$	368	353	575	311	383	1.440	572
Milchleistung $[\text{kg} \cdot \text{Kuh}^{-1} \cdot \text{Jahr}^{-1}]$	6.151	8.123	9.164	6.173	6.398	9.094	7.517
Milchkühe $[\text{n}]$	60	44	63	50	60	158	72
Mutterkühe $[\text{n}]$	30	2	0				
Mastbullen $[\text{n}]$	46	2	0				
Landw. Nutzfläche $[\text{ha}]$	149	92	98	98	102	226	127
davon Mais $[\text{ha}]$	10,8	0,0	12,5	10,7	16,8	37,0	14,6
davon Grünland $[\text{ha}]$	111,1	77,9	63,2	62,5	65,5	139,8	86,7
davon Ackerfrüchte $[\text{ha}]$	27,3	14,1	21,9	25,2	19,6	48,7	26,1
Landw. Nutzfläche für Milchkühe $[\%]$	65	89	78	61	50	54	64
davon Mais $[\%]$	40	-	100	95	40	80	72
davon Grünland $[\%]$	70	99	100	80	68	60	76
davon Ackerfrüchte $[\%]$	55	37	0	0	0	18	18
produzierte Milch/ha LN für Milchkühe	3.790	4.298	7.604	5.165	7.464	11.784	6.684

Aktuell konnten 3 Betriebe ausgewertet (Tab. 2) werden. Zusätzlich wird noch ein spezialisierter Mutterkuhbetrieb (LU0X) sowie ein spezialisierter Milchviehbetrieb (LUXX) erfasst, um Unterschiede in den einzelnen Betriebsausrichtungen zu verdeutlichen.

Die Datenerfassung auf einem Betrieb, nimmt in etwa einen Tag in Anspruch, hierbei sind die Daten aus der betriebswirtschaftlichen Auswertung eine wertvolle Hilfe. Die Aussagekraft der Effizienzanalyse hängt somit maßgeblich von der Genauigkeit dieser zentralen Datenquelle ab.

Tab. 2: Effizienz [%] von 5 Betrieben

	N			P			
	Tier	Boden	Betrieb	Tier	Boden	Betrieb	
LU01	17	69	29	20	112	184	Milch & Bullen
LU02	20	94	73	22	79	47	Milch Bio
LU03	23	52	29	31	80	63	Milch spezialisiert
LU0X	10	98	94	-	-	-	Mutterkühe
LUXX	25	51	28	30	25	106	Milch spezialisiert

Die Quantifizierung der hofeigenen Grundfuttermittel in den einzelnen Rationen erwies sich weit- aus schwieriger als erwartet, denn es werden nicht die aktuellen (2015) Futterrationen benötigt, sondern jene aus dem letzten abgeschlossenen Buchführungsjahr (2013). Rückwirkend Futterrationen zu erfassen, die vor 24 bis 36 Monaten verfüttert wurden, ist schwierig. Milchviehbetriebe mit alleiniger Stallfütterung sind dabei auf Grund bestehender Berichte der Futterberatung noch gut dokumentiert. Bei Weidegang oder Verfütterung von Frischgras in den Sommermonaten wird dies schwieriger. Unsere Pilotbetriebe führen einen Futter- und Weidekalender (KOHLEN, 2009), der genauere Daten hierzu liefert. Auf anderen Betrieben wird ein gutes Einschätzungsvermögen des Herdenmanagers benötigt. Dies gilt auch für die Erfassung der Futterrationen für Mutterkühe. Die Rationen in der Bullenmast sind meist konstant und somit auch leichter zu belegen.

Die Rückrechnung der Futtererträge über den Energiebedarf der Tiere birgt zusätzlich das Problem, dass die verfütterte Gras- und Maissilage nicht aus dem aktuellen Jahr stammen sondern teils Konserven vorheriger Jahre sind. Bei Weide oder Frischgrasfütterung ist dem nicht so. Die berechneten Grundfuttererträge stellen somit eine Mischung aus 2 Jahren dar.

Tab. 3: Unterschiede der Futtererträge für Grünland und Maisanabau je nach Schätzungsmethode (G: Grünland; M: Maisanbau; Erträge in [Tonnen Trockenmasse]). Die Methode auf Basis der Volumina schätzt die Erträge 2014 mit den Überschüssen, die Methode auf Basis der Futterrationen nur die verfütterten Erträge 2013- 2014.

	Basis Volumen		Basis Ration	
	G	M	G	M
	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹	t.ha ⁻¹
LU01	3,8	15,4	4,2	9,8
LU02	6,7	-	3,9	-
LU03	7,7	14,8	3,8	13,5

Tabelle 3 verdeutlicht ein weiteres Problem, nämlich die Erfassung von nicht unmittelbar in der darauf folgenden Winterfütterungssaison genutzten Grundfuttermitteln, aufgrund eines besonders ertragsreichen Jahres. Grünlanderträge unterliegen wetterbedingt großen Schwankungen. Eine Inventur der Futtermittelvorräte, wenn möglichst zur Jahreswende (Dezember; Januar) bleibt demnach unerlässlich.

In den Niederlanden scheint das Erfassen der Futterrationen weniger problematisch. Zum einen werden nur spezialisierte Milchviehbetriebe ausgewertet und zum anderen ist Weidegang, falls angewendet, durch starke Zufütterung im Stall sehr begrenzt. Die Futterrationen sind sehr konstant und oft muss Grundfutter noch zugekauft werden. Eine Überproduktion im Futterbau durch ein besonders ertragsreiches Jahr wird selten als Reserve für eine spätere als bei der unmittelbar folgenden Winterfütterung eingesetzt.

Auch wenn die Anzahl der untersuchten Betriebe sehr niedrig ist, deutet sich doch an, dass sich die Effizienzen für Betriebe mit spezialisierten Milch- oder Mutterkuhherden und/oder gemischten Betrieben, deutlich unterscheiden: Milchviehbetriebe kennzeichnen sich durch eine höhere Effizienz

als Mutterkuhherden, Gemischtbetriebe mit zwei Herden reihen sich dazwischen ein. Durch weitere Versuchsreihen sollen diese Tendenzen belegt und Referenzwerte geschaffen werden. Die Effizienz auf Biobetrieben sollte sehr hoch sein, da ausschließlich hofeigener organischer Dünger eingesetzt wird und die N-Fixierung durch Leguminosen nicht berücksichtigt wird.

Ein geringeres Problem stellt die Einstreu mit Stroh aus dem Getreideanbau dar, kommt diese doch in den Futterrationen nicht vor, findet sich aber in der Gülle wieder.

Schlussfolgerungen

Die ANCA- Methode besticht durch ihre einfache Handhabung in der Datenerfassung und wird in den Niederlanden aktuell im Pilotbetriebsnetz des Koeien & Kansen- Projektes erfolgreich getestet, mit dem hochgesteckten Ziel, dass Betriebe mit guter Nährstoffeffizienz in Zukunft von restriktiven Umweltauflagen bezüglich Gülleverordnung entlastet werden könnten. Niederländische Milchviehbetriebe sind überwiegend hoch spezialisiert und setzen mehrheitlich auf eine konstante Stallfütterung.

Dieses Modell nun für luxemburgische Verhältnisse anzupassen, erweist sich schwieriger als erwartet. Die Ertragsschätzung der Grundfuttermittel nach der Basisration ist kompliziert (monatliches Erfassen der Ration; Weidegang, großes Zeitfenster zwischen Datenerfassung und Fütterung, Inventur der Futtervorräte zum Jahreswechsel, ...).

Diese Probleme könnten einfach umgangen werden, indem man die Effizienz über dreijährige Zeitspannen berechnen würde. Auch eine mittelfristige Planung mit einer gezielten Erfassung der benötigten Daten im Voraus bringt Arbeitseffizienz und verbesserte Datenqualität. Des Weiteren muss eine Kontrollmethode erarbeitet werden um die Futtererträge zu schätzen.

Eine korrekte Datenerfassung wird nur durch eine geschulte betriebsexterne Person möglich sein. Dies wäre zum Beispiel arbeitseffizient durch einer Zusammenarbeit mit den landwirtschaftlichen Buchführungsstellen möglich. Futterrationen sowie Inventur der Grundfuttervorräte könnten so sicherer erfasst werden. Sollte die Methode zur individuellen Betriebsverbesserung genutzt werden, müssen noch Referenzwerte für die verschiedenen Betriebstypen sowie für die einzelnen Produktionen (Pflanzen, Tiere) erarbeitet werden. Hierzu würde sich eine Zusammenarbeit in einem internationalen Projekt anbieten.

Die Methode wurde auch von den Schülern einer Abschlussklasse der Ackerbauschule auf den elterlichen Betrieben angewendet. Für alle Schülerbetriebe konnten nicht nur die jeweilige betriebliche Effizienz errechnet werden, sondern auch Ansätze für eine Betriebsoptimierung (GRIGNARD, 2012) ausgearbeitet werden.

Literatur

AARTS, H.F.M. and HAAN, M.H.A. (2013): Project 'Annual Nutrient Cycling Assessment (ANCA)' <http://www.verantwoordeveehouderij.nl/nl/mijnkringloopwijzer/Publicaties.htm>.

GRIGNARD A., ET AL. (2012): La définition de plans d'amélioration pour améliorer les performances environnementales des élevages laitiers. RENC. RECH. RUMINATS, 2012,19 PP 269-272

HILHORST, G.J.. (2013): KringloopWijzer onmisbaar voor betere mineralenbenutting In: Koeien & Kansen Nieuwsbrief 2013 38. - p. 3.

HOLSTER, H.C., HAAN, M.H.A. DE , PLOMP, M. , TIMMERMAN, M. & VROLIJK, M. (2013): KringloopWijzer, goed geborgd! = Annual Nutrient Cycling Assessment (ANCA), adequately assured!?. Wageningen UR report 676 p. 55

KOHNEN H. (2009): L'ABAQUE PATURAGE: UN OUTIL POUR DETERMINER ET OPTIMISER LA QUANTITE D'HERBE PATUREE A PARTIR DE LA PRODUCTION LAITIERE ET DE LA COMPLEMENTATION. FOURRAGES No. 199, PP. 393-396

SCHRÖDER JJ., LB SEBEK, JW REIJS, J OENEMA, RMA GOSELINK, JG CONIJN & DE BOER, J. (2014): Rekenregels van de KringloopWijzer. Wageningen UR report 553. <http://www.verantwoordeveehouderij.nl/nl/mijnkringloopwijzer/Publicaties.htm>

ZESSEN, T. VAN. (2013): De sector op zijn best - Kringloopwijzer verplicht in voorstellen van het nieuwe mestbeleid Livestock Research. In: Veeteelt 30 (2013)11. - ISSN 0168-7565 - p. 39 - 39..

Umfassende Ergebnisse zur Differenzierung des Merkmals Jugendentwicklung von Deutschem Weidelgras, Wiesenschwingel und deren Hybriden

Lunenberg, T.¹, Hartmann, S.¹ & Friedt, W.²

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, IPZ4b, Freising

tatjanalunenberg@gmail.com,

² Justus-Liebig-Universität Gießen, IFZ

Einleitung und Problemstellung

Das Projekt „Erweiterung der nutzbaren Diversität im Bayerischen Genpool bei Wiesenschwingel zur Übertragung relevanter Merkmale aus Deutschem Weidelgras sowie Bildung eines eigenständigen Festulolium-Genpools“ dient der Erweiterung der genetischen Variabilität bei der Art Wiesenschwingel (WSC) bezüglich der Merkmale „Jugendentwicklung“ und „Vielschnittverträglichkeit in Grasnarben“ (⇒ Nachtriebsvermögen). Da die Variabilität im aktuellen Genpool zu gering ist, wurde der Wiesenschwingel durch die heute in der Regel höheren Nutzungsintensitäten aus seiner im bayerischen Grünland prägenden Stellung verdrängt (HEINZ und KUHN, 2008; BUNDESSORTEN-AMT, 2011). Das Deutsche Weidelgras (WD) hebt sich durch rasche und sichere Jugendentwicklung, gute Bestockungsfähigkeit und hohe Konkurrenzkraft von anderen Gräsern ab. Beide Arten gelten jedoch als wertvolle Futtergräser (DIE LANDWIRTSCHAFT, 1998; KLAPP, 1965).

Zur Übertragung der dargestellten Merkmale wurde die Gattungsbastardisierung verwendet. Die daraus entstandenen Festulolium-Pflanzen (WD x WSC, FEL), wurden mit WSC rückgekreuzt, um die gewünschten Merkmale von WD in WSC zu transferieren. Hervorzuheben ist die ausschließliche Verwendung von diploidem Material.

Um das Projektziel zu erreichen, benötigt man eine effiziente Selektionsmethode, um die genotypischen Unterschiede bezüglich des Merkmals „Jugendentwicklung“ möglichst einfach und früh zu detektieren.

Da das vorliegende Festulolium-Saatgut sehr arbeitsaufwändig gewonnen wurde und daher nur in geringen Mengen vorlag, wurde die im folgendem dargestellte Methodenentwicklung mit zugelassenen Sorten von Wiesenschwingel und Deutschem Weidelgras durchgeführt. Aufgrund des häufig degenerierten bis nicht existenten Endosperms ist die Keimfähigkeit des Projektmaterials im Vergleich mit üblichen Saatgut oft schlecht.

Es wurden mehrere Versuche durchgeführt, die dazu dienten den Einfluss von Sorte, Alter, Tausendkorngewicht und Temperatur auf die Jugendentwicklung von Deutschem Weidelgras und Wiesenschwingel zu evaluieren. In drei Versuchen konnte auch Saatgut von Hybriden aus Kreuzungen zwischen Deutschem Weidelgras und Wiesenschwingel getestet werden. Im Folgenden ist ein Auszug der Versuche dargestellt.

Material und Methoden

Während der Projektlaufzeit wurden mehrere Versuche zur Jugendentwicklung (Juwi) durchgeführt. Vorversuche wurden genutzt um die technischen Gegebenheiten anzupassen. Um die Wachstumsschnelligkeit zu erfassen, wurden Rahmen gebaut, die auf 4 verschiedenen Höhen (Stufe1: 10 cm, Stufe2: 13 cm, Stufe3: 17 cm, Stufe4: 21 cm) mit Netzen bespannt waren. Des Weiteren wurde das Auflaufen (BBCH 09), das Erscheinen der Blätter sowie des ersten Bestockungstriebs erfasst. Im Laufe der Versuchsreihe wurde auf die Bonitur der Blätter verzichtet und nur noch das Erscheinen des 1. Bestockungstriebs (BBCH 21) erfasst. Als Substrat wurde wie in allen Versuchen Anzuchterde der Firma Floraton mit Sand gemischt (Verhältnis 70l:10l). Die Karyopsen der einzelnen Sorten wurden in Reihen gesät, mit je 11 Pflanzen pro Reihe. Jede Schale fasste 7 Reihen, wovon 2 Reihen als Rand dienten und nicht mit in die Verrechnung einfließen; als Rand diente Saatgut der Sorte Niata. Das Saatgut der F₁- und BC₁-Pflanzen wurde großflächig ausgestreut, da die Keimfähigkeit als sehr gering einzustufen war. Getestet werden konnten das

Saatgut von ausgewählten Einzelpflanzen des Kreuzungserfolgs 2007 bis 2009 aus dem Erntejahr 2012 sowie das gesamte Saatgut der erfolgreichen Kreuzung 2011 (302 Mutterpflanzen) im Erntejahr 2013. Der Versuchsaufbau war im Falle des FEL-Saatgutes ein unwiederholtes Blockdesign, im Falle der Sorten ein wiederholtes Blockdesign. Zur Verrechnung wurden das Statistikprogramm R (R CORE, 2014) und das Package *agricolae* (MENDIBURU, 2014) verwendet.

Die Versuche hatten unterschiedliche Versuchsfragen:

- Welches Merkmal unterscheidet die Sorten WD und WSC bezüglich der Jugendentwicklung?
- Welchen Einfluss hat die Sorte der jeweiligen Art?
- Welchen Einfluss hat die Umgebungstemperatur?
- Wie verhält sich das Saatgut von F₁-Hybriden bzw. die daraus entstanden Pflanzen im Vergleich zu WD und WSC?

Ergebnisse und Diskussion

Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Jugendentwicklung

Ziel dieses Versuchs war es den Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Jugendentwicklung zu erfassen. Dazu wurden Prüfglieder der Sorten Cosmolit und Weigra aus jeweils zwei unterschiedlichen Erntejahren eingelegt und bei zwei verschiedenen Temperaturstufen angezogen: eingestellt wurden die zwei Kojen auf 9°C und 19°C. Obwohl der Versuch im Frühjahr 2013 durchgeführt wurde, konnten diese Temperaturen nicht gehalten werden. Im Mittel wurden daher 15°C und 19°C erreicht. Spitzenwerte in der „warmen“ Koje lagen bei 29°C in der kühleren Koje bei 26°C. Die Temperaturunterschiede waren demnach zum einen geringer und zum anderen eher warm oder wärmer. Folgendes Modell wurde zugrundegelegt:

$$y = \mu + \text{Prüfglied} + \text{Temperatur} + \text{Prüfglied} * \text{Temperatur} + \text{Block} + \varepsilon$$

Die Keimdauer war tendenziell bei den Pflanzen in höherer Umgebungstemperatur kürzer (Abb. 1). Es gab Überschneidungen zwischen Cosmolit bei wärmerer und Weigra_2008 bei kühlerer Temperatur. „Weigra_2008 warm“ war die Variante, die sich am schnellsten entwickelte, während „Cosmolit_2008 kalt“ die langsamste war. Der Zeitraum vom Auflaufen bis zur Bestockung wurde mehr von der Sorte als von der Temperatur beeinflusst (Abb. 2). Weigra erreichte auch bei kühlerer Temperatur BBCH 21 schneller. Das Längenwachstum wurde bei den Zeiträumen BBCH 09 bis Stufe3 und Stufe4 mehr von der Temperatur als von der Sorte beeinflusst.

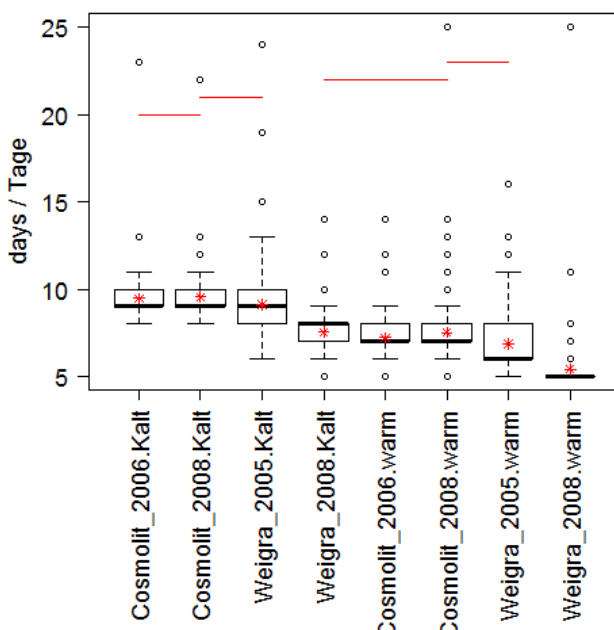


Abb. 1: Versuch Juwi 4 - Einlegen bis Auflaufen; Sorten mit Temperaturstufen. Boxplots unterhalb der gleichen roten Linie sind nicht signifikant verschieden (LSD test, $p < 0,05$).

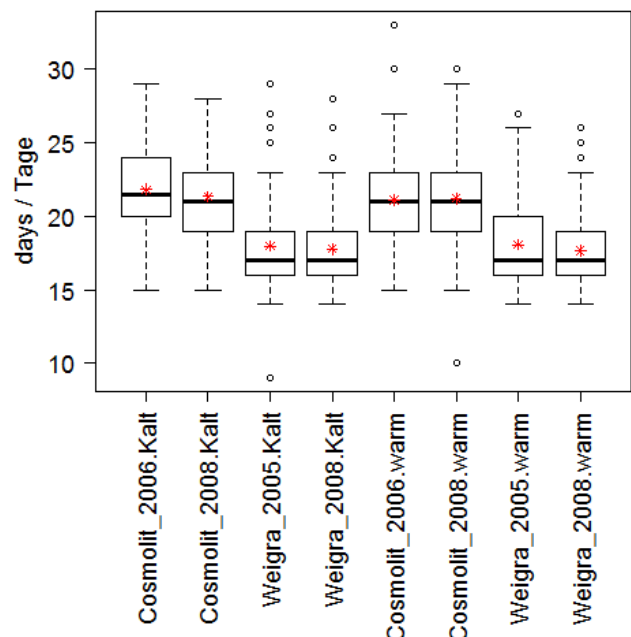


Abb. 2: Versuch Juwi 4 - Auflaufen bis Bestockung; Sorten und jeweilige Temperaturstufen.

Einfluss der Sorte auf die Jugendentwicklung

Für dieses Experiment wurden sieben WSC-Sorten und 13 WD-Sorten bezüglich der Boniturnoten des Bundessortenamtes für Massenbildung in der Anfangsentwicklung und Zeitpunkt Ährenschieben, die im gleichen Jahr (2009) in den Lagerbestand der LfL aufgenommen worden waren und somit vom gleichen Erntejahr auszugehen war, ausgewählt. Hinzu kam das Saatgut von 36 F₁ Hybriden aus dem Erntejahr 2012; somit wurden zum ersten Mal Hybriden in dem Versuch getestet. Die aufgelaufenen Pflanzen wurden anhand von AFLP-Markern genetisch untersucht. 42 Pflanzen konnten als Rückkreuzungen (BC) verifiziert werden. Der Versuch wurde auf der Basis des Modells $y=\mu+\text{Prüfglied}+\text{Block}+\epsilon$ verrechnet.

Die WD- und WSC-Sorten entwickelten sich ähnlich. Es gab immer WSC-Sorten, die ebenso schnell waren wie WD-Sorten. Die Sorte Cosmolit lief genauso schnell auf wie Rodrigo, Liherold war noch ebenso schnell wie Ivana. Die WSC-Sorten Laura und Barvital waren die letzten die auf-liefen, aber nicht signifikant langsamer als die WD Sorte Respect. Letztere Sorte und die Sorte Hansi waren innerhalb WD die spätesten. Im Allgemeinen waren die WD-Sorten jedoch schneller als die WSC-Sorten. Mit dem Beginn der Bestockung wurden die Unterschiede zwischen den WD und WSC Sorten deutlicher. Eine klare Abgrenzung war jedoch nicht möglich (Tab. 1).

Tab. 1: Keimdauer und Zeitraum vom Auflaufen bis zur Bestockung der zugelassenen Sorten; gleiche Buchstaben zeigen nicht signifikante Unterschiede. $p<0,05$.

Art	Sorte	Keimdauer (Mittelwert Tage)	Art	Sorte	Auflaufen bis Bestockung (Mittelwert Tage)
WSC	Laura	19.00 ^a	WSC	Laura	45.25 ^a
WSC	Barvital	18.04 ^a	WSC	Kolumbus	43.78 ^a
WD	Respect	17.31 ^{ab}	WSC	Cosmolit	41.51 ^a
WD	Hansi	16.2 ^{bc}	WSC	Barvital	40.45 ^{ab}
WSC	Pradel	15.02 ^{cd}	WSC	Preval	39.75 ^{ab}
WSC	Kolumbus	13.14 ^{de}	WD	Arabella	39.23 ^{ab}
WD	Niata	11.95 ^e	WSC	Pradel	37.20 ^{abc}
WD	Kabota	11.4 ^{ef}	WD	Aberavon	35.84 ^{abc}
WD	Aberavon	9.74 ^{fg}	WSC	Liherold	35.42 ^{abc}
WSC	Preval	9.08 ^{gh}	WD	Weigra	35.19 ^{abc}
WD	Arabella	9.07 ^{gh}	WD	Matiz	33.97 ^{abc}
WD	Marika	8.85 ^{ghi}	WD	Niata	33.86 ^{abc}
WD	Matiz	8.69 ^{ghij}	WD	Respect	33.78 ^{abc}
WSC	Liherold	8.48 ^{ghij}	WD	Hansi	33.72 ^{abc}
WSC	Cosmolit	8.02 ^{hijk}	WD	Animo	32.95 ^{bc}
WD	Weigra	7.55 ^{hijk}	WD	Ivana	32.86 ^{bc}
WD	Arolus	7.25 ^{ijk}	WD	Marika	32.02 ^c
WD	Animo	7.13 ^{jk}	WD	Arolus	31.64 ^c
WD	Ivana	7.09 ^{jk}	WD	Kabota	30.90 ^c
WD	Rodrigo	6.57 ^k	WD	Rodrigo	27.89 ^c

Einfluss des Tausendkorngewichts auf die Jugendentwicklung

Für die Auswertung des Sortenversuches wurde folgendes Modell zugrunde gelegt: $y=\mu+\text{Prüfglied}+\text{Block}+\epsilon$.

Das Saatgut der Sorten wurde mit Hilfe eines Siebs in zwei unterschiedliche Chargen unterteilt und das Tausendkorngewicht (TKG) bestimmt (Tab. 2). Das TKG schien auf die Keimdauer nur einen geringen Effekt zu haben, da zwischen den Varianten groß/klein keine Unterschiede identifiziert werden konnten. Allerdings war es auch nicht möglich WD- von WSC-Prüfgliedern zu unterscheiden (Abb. 3). Beim Zeitraum Auflaufen bis Bestockung gab es sowohl signifikante Unterschiede zwischen den zwei verschiedenen TKG der einzelnen Prüfglieder (Ivana2010/1groß bestockte schneller als Ivana2010/1klein) als auch eine klare Grenze zwischen WD- und WSC-Prüfgliedern (Abb. 4).

Tab. 2: Durchschnittliches Tausendkorn-
gewicht (TKG) der Prüfglieder des Sorten-
versuchs Juwi 8.

Name	TKG Ø [g]
Cosima2012groß	1.71
Cosima2012klein	1.35
Cosmolit2012/2groß	2.25
Cosmolit2012/2klein	1.66
Ivana2010/1groß	2.46
Ivana2010/1klein	1.88
Weigra2008groß	2.10
Weigra2008klein	1.65

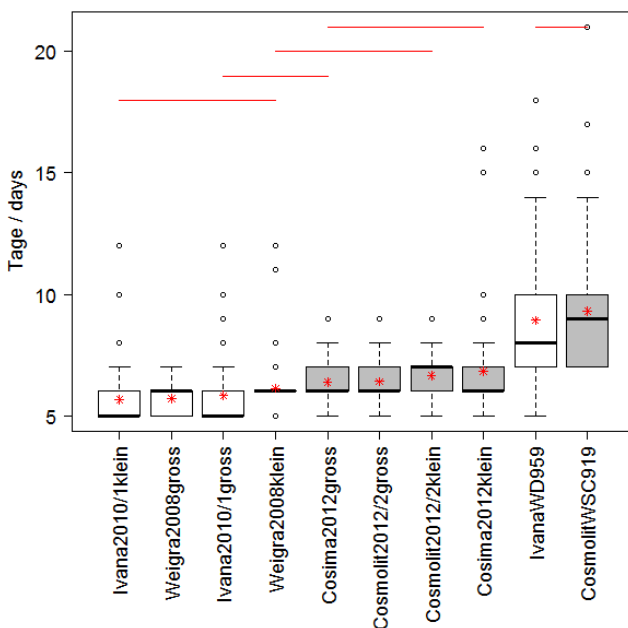


Abb. 3: Versuch Juwi 8 - Keimdauer. Prüfglieder unter der gleichen Linie unterscheiden sich nicht signifikant (LSD test, $p < 0,05$).

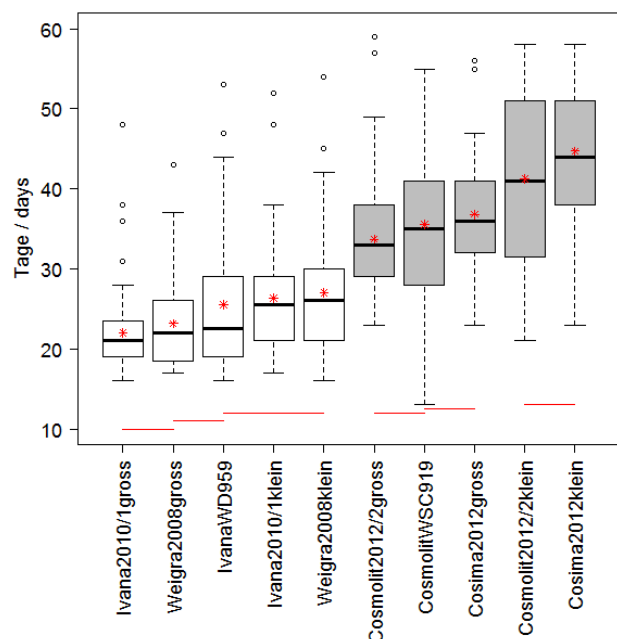


Abb. 4: Versuch Juwi 8 - Dauer vom Auflaufen bis zur Bestockung. Prüfglieder über der gleichen Linie sind nicht signifikant verschieden (LSD test, $p < 0,05$).

Vergleich des Festulolium (FEL) Saatguts mit WD- und WSC-Sorten

In drei Versuchen konnte auch das Saatgut von F_1 und BC_1 Pflanzen getestet werden. Bei diesem Saatgut handelte es sich somit um potentielle BC_1 - (1. Rückkreuzungsgeneration) und BC_2 - (2. Rückkreuzungsgeneration) Pflanzen. Zum Teil konnten die Pflanzen genetisch verifiziert werden. In den anderen Fällen wurden bezüglich der Blattanlage selektiert. Gerollte Blattanlagen sind ein geeignetes Merkmal zur Bestimmung von WSC. Potentielle BC_1 - und BC_2 -Pflanzen, die dieses Merkmal aufwiesen wurden mit WD und WSC verglichen. Die Abb. 5, 6 und 7 zeigen die FEL Pflanzen jeweils im Vergleich zu den Arten WD und WSC. Die FEL-Pflanzen bewegten sich bezüglich der Zeit zum Bestocken zwischen WD und WSC. In Juwi 6 (Abb. 5) konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen $FELBC_1$ und WSC festgestellt werden. In Juwi 7 (Abb. 6) unterschieden sich die BC -Generationen nicht von WD, waren aber signifikant schneller als WSC. In Juwi 8 (Abb. 7) unterschied sich die BC_2 -Generation nicht von WSC, während die BC_1 -Generation sich nicht von WD unterschied. Ein positiver Effekt der Kreuzungen war somit zu erkennen. Auch ist die hohe Variabilität der BC Generationen gut erkennbar. Die BC_2 Pflanzen waren im Vergleich zu den BC_1 Pflanzen wiederum etwas langsamer.

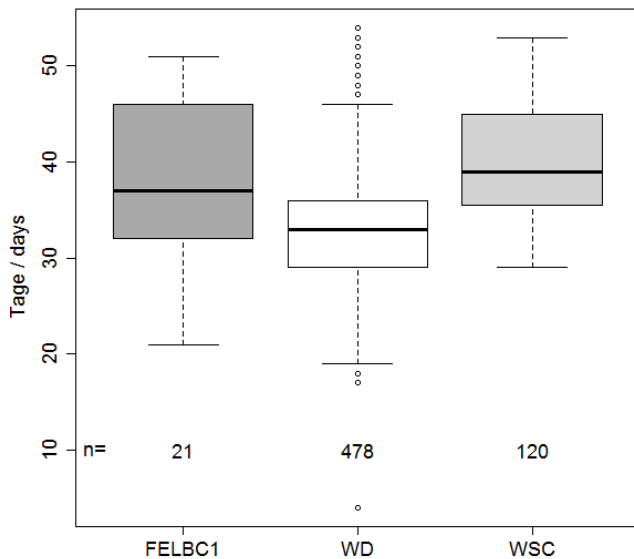


Abb. 5: Versuch Juwi 6 - Auflaufen bis Bestockung. Vergleich der Arten. Nur verifizierte BC₁ Pflanzen.

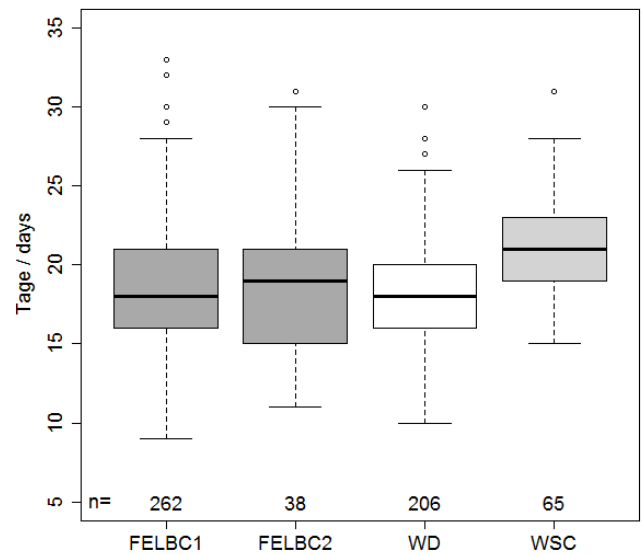


Abb. 6: Versuch Juwi 7 - Auflaufen bis Bestockung. Vergleich der Arten. Nur FEL Pflanzen mit gerollten Blättern.

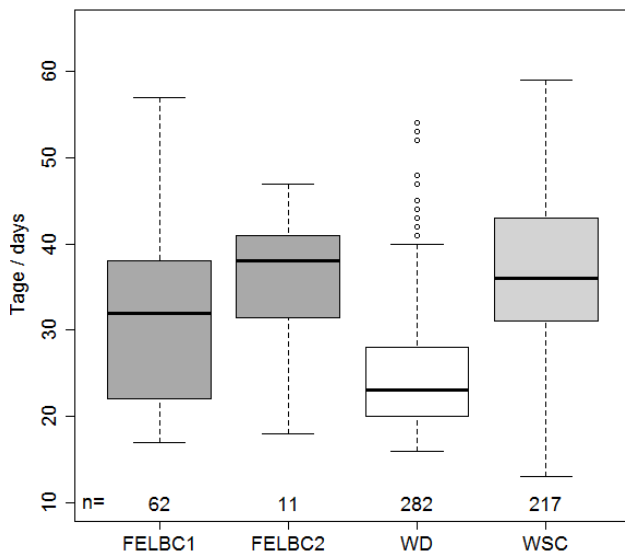


Abb. 7: Versuch Juwi 8 - Auflaufen bis Bestockung. Vergleich der Arten, nur FEL-Pflanzen mit gerollten Blättern.

Schlussfolgerungen

Die beschriebenen Versuche zeigen, dass sich die Arten WD und WSC vor allem bzgl. der Geschwindigkeit bei der Bildung des ersten Bestockungstriebes unterschieden und von Umwelteinflüssen, wie vom Alter des Saatgutes weniger beeinflusst wurden als andere Merkmale. Hinsichtlich dieses Merkmals wurden die FEL-Pflanzen mit WD und WSC verglichen und ein Kreuzungseffekt im Vergleich der FEL-Pflanzen mit WSC war erkennbar. Bei der Selektion der Pflanzen musste zusätzlich darauf geachtet werden, dass das Längenwachstum ebenfalls zügig vonstatten ging. Grund hierfür war, dass es auch degenerierte Pflanzen gab, die zwar schnell zur Bestockung neigten, aber im Längenwachstum zurückblieben und nur die erste Stufe oder zweite Stufe erreichten. Die Anwendbarkeit der entwickelten Methodik konnte in mehreren Versuchen bestätigt werden. In dem erstellten Kreuzungsmaterial sind Hybridisierungseffekte deutlich erkennbar.

Literatur

- BUNDESSORTENAMT (2011): Beschreibende Sortenliste, Futtergräser, Esparsette, Klee, Luzerne. S. 29ff.
- DIE LANDWIRTSCHAFT (1998): Pflanzliche Erzeugung, Band I. BLV Verlagsgesellschaft mbH, München. S. 486 – 488.
- HEINZ, S. und KUHN, G. (2008): 20 Jahre Bodendauerbeobachtung in Bayern. Teil 2: Vegetation auf Äckern und Grünland. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft. ISSN 1611-4159.
- KLAPP, E. (1965): Taschenbuch der Gräser. Paul Parey. Berlin und Hamburg. S. 227.
- MENDIBURU, F. DE (2014): AGRICOLAE: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.2-0. <http://CRAN.R-project.org/package=agricolae>.
- R CORE TEAM (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Mehrjährige Effekte einer unterschiedlich terminierten Herbst- bzw. Wintergülledüngung auf Stickstoffauswaschung und N-Verwertung im Primäraufwuchs von Dauergrünland

Loges, R., Lorenz, E., Kluß, C. & Taube, F.

Institut für Pflanzenbau und –züchtung, Grünland & Futterbau/ Ökologischer Landbau

Christian-Albrechts-Universität Kiel, Hermann-Rodewald-Straße 9, 24118 Kiel

rloges@email.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Der Schutz des Grundwassers vor Nitratreinträgen aus der Landwirtschaft ist noch immer von aktueller Brisanz (BMU und BMELV, 2012). Laut TAUBE *et al.* (2013) weist der Nitratbericht 2012 auf steigende Nitratbelastungen sowohl der Küstengewässer sowie des Grundwassers in Veredlungs-/ Biogas- und Futterbauregionen. Die Autoren sehen ohne maßgebliche Einschnitte keine kurz- oder mittelfristige Trendwende in der Nitratproblematik. Sie verweisen darauf, dass bisher der bis 2010 nicht zu überschreitende nationale N-Saldo von maximal +80 kg N pro Hektar bis zum Jahr nicht erreicht worden ist, und statt dessen für 2011 mit einem Wert von +96 kg N pro Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche sogar einen kurzfristig steigenden Trend festgestellt wird, nachdem im Jahr 2010 erstmals ein Wert von unter +90 kg N/ha erzielt wurde. Neben einer noch drastischeren Absenkung der N-Bilanzsalden sind Landwirte und Wissenschaftler gefordert Strategien zu entwickeln die vermeidbare N-Auswaschungsverluste deutlich reduzieren. Als ein Werkzeug werden die Sperrfristen für die Gülleapplikation gesehen und im Zuge der Neuauflage der Düngeverordnung z.T. von den Betroffenen heftig diskutiert. Die Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung kam hierbei zu dem Schluss, dass betreffend der optimalen Ausbringzeitpunkte von Gülle auf Grünland momentan in der Wissenschaft kein Konsens besteht (BLAG, 2012). Dies betrifft demnach explizit die Regelungen der Sperrfristen auf Grünland. Aktuell darf auf Grünland sowie auf Flächen mit mehrjährigem Feldfutterbau keine Gülle im Zeitraum vom 15. November bis 31. Januar ausgebracht werden (DüV, 2006). Im Zuge der Neuauflage der Düngeverordnung wird es voraussichtlich zu einer Verlängerung des Zeitraums ohne Gülleausbringung auf Grünland betreffend die Zeit vom 1. November bis 31. Januar kommen (TAUBE *et al.*, 2013). Umweltpolitische Erwägungen haben dazu geführt, dass in Anrainerstaaten von Deutschland zum Teil schärfere Fristen gelten als in Deutschland (Tab. 1).

Tab. 1: Sperrzeiten der Gülleausbringung auf Grünland in ausgewählten Ländern

Land	Sperrfrist auf Grünland	Quelle
Dänemark	1. Okt. – 31. Jan.	Danish Nitrate Action Programme (2008-2015)
Niederlande	1. Sept – 15. Feb.	4 th Action Programme Nitrate Directive (2010-13)
Belgien	1. Sept – 15. Feb..	VAN DIJK und TEN BERGE (2009)
Frankreich	1. Okt. – 15. Jan.	VAN DIJK und TEN BERGE (2009)

Während im Ackerbau (insb. bei Wintergetreide und Mais ohne Zwischenfrüchte) wissenschaftlich einheitlich die Meinung vertreten wird, dass Güllegaben im Herbst und in den frühen Wintermonaten im Regelfall zu erhöhten N-Auswaschungen führen (z.B. SIELING und KAGE, 2006), existiert über die optimalen Ausbringungszeitpunkte von Gülle auf Grünland momentan in der Wissenschaft kein Konsens. Verschiedene Argumentationsstrukturen und Versuchsergebnisse führen entweder zu einer Befürwortung oder Ablehnung von Güllegaben während der Herbst- und Wintermonate. Diskutiert wird sowohl die Umweltwirkung durch N-Verluste, als auch die N-Wirkung (bzgl. Ertrag und Qualität der Grasnarbe) der verschiedenen Zeitpunkte. Hierbei wird häufig der Schluss gezogen, dass je höher die N-Wirkung, desto geringer die N-Verluste. Der Begriff einer Risiko:Vorteils-

Analyse wird in diesem Zusammenhang von COOKSON *et al.* (2001) verwendet. Hierbei werden die N-Verluste der N-Wirkung gegenübergestellt. Bezüglich der N-Wirksamkeit haben die Versuchsergebnisse von BERENDONK (2011a und 2011b), DIEPOLDER (2011), ELSÄßER (2011) und NEFF (2011) gezeigt, dass Güllegaben im Herbst oder Winter keine grundsätzlich schlechtere N-Wirkung aufweisen als die Gülleausbringung im Frühling. Jedoch wird auch kein eindeutiger Vorteil einer Güllegabe im Winter dokumentiert.

Als Befürworter von Gülledüngung während der Wintermonate ist THOMET (2011) zu nennen. In seinem Plädoyer verweist er auf verschiedene Versuchsergebnisse, die (I) eine gute N-Wirksamkeit von Güllegaben ab Dezember und (II) eine nicht signifikante Erhöhung der Nitratauswaschung bei ordnungsgemäßen Güllemengen im Winter belegen. Des Weiteren führt er an, dass die Ammoniak-Ausgasungen umso geringer sind, desto niedriger die Temperaturen während der Gülleausbringung sind. Höhere N-Auswaschungswerte wurden hingegen von SMITH *et al.* (2002) in England unter Böden mit einem hohen Auswaschungsrisiko dokumentiert. In dieser Studie wurden unterschiedlich terminierte Güllegaben über die Wintermonate bezüglich ihrer N-Auswaschung und Ertragswirkung in der folgenden Vegetationsperiode verglichen. Es konnte ein signifikanter Effekt zwischen den Applikationsterminen festgestellt werden. Die N-Auswaschung war in 10 von 15 Fällen bei Güllegaben von September bis November signifikant höher als bei Güllegaben von Dezember bis Januar und im vorhergehenden Juni. Die Unterschiedlichkeit der Aussagen und bisher fehlende Studien zu diesem Thema unter den wintermilden Klimaverhältnissen Norddeutschlands bilden die Grundlage für die hier vorgestellte Untersuchung.

Auf der Basis von mehrjährigen Feldversuchen wurden hierzu die folgenden Fragestellungen bearbeitet:

- I. Welchen Einfluss hat der Gülleapplikationstermin auf die Stickstoffauswaschung unter schleswig-holsteinischen Witterungs- und Bodenverhältnissen?
- II. Hat eine unterschiedlich terminierte Gülledüngung Auswirkungen auf den im Frühjahr für die Pflanzen verfügbaren Stickstoffgehalt im Boden?
- III. Beeinflussen die unterschiedlichen Gülleapplikationstermine quantitativ und qualitativ den ersten Siloschnitt?

Material und Methoden

Die Ergebnisse basieren auf einem Feldversuch, der in den Jahren 2008 bis 2013 im östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins auf dem ökologisch bewirtschafteten Versuchsgut „Lindhof“ der Universität Kiel mit den in Tabelle 2 dargestellten Faktoren und Faktorstufen durchgeführt wurde.

Tab. 2: Versuchsfaktoren und Faktorstufen

Faktor	Faktorstufe
1. Begüllungstermin	1.1 = Ende August 1.2 = Ende September 1.3 = Ende Oktober 1.4 = Ende November 1.5 = Ende Dezember 1.6 = Ende Januar 1.7 = Ende Februar 1.8 = Ende März 1.9 = Ende April
2. Gülleapplikation	2.1 ohne 2.2 mit 80 kg ha ⁻¹ als Rindergülle aus Extensivhaltung
4. Beobachtungsperiode	3.1 2008/09, 3.2 2009/10 (extensive Beprobung) 3.3 2010/11, 3.4 2011/12, 3.5 2012/13 (intensive Beprobung)

Bei der Bodenart der Versuchsfläche des Lindhofes handelt es sich um aus weichseleiszeitlichem Geschiebemergel entstandenen sandigen Lehm mit ca. 40 Bodenpunkten. Die wichtigsten Witterungsdaten im Jahresmittel sind eine Durchschnittstemperatur von 8,8°C bei 769 mm Jahresniederschlag. Der Versuch wurde auf einer zuvor zwei Jahre als grasreiches Weißklee gras genutzten Ackerfläche als randomisierte Spaltanlage mit 4 Wiederholungen angelegt. Innerhalb der Wiederholungen waren die 9 Stufen des Faktors Gülleapplikationstermin als Großteilstücke zufällig angeordnet. Die beiden Stufen des Faktors Gülleapplikation (gedüngt bzw. nicht gedüngt) waren als Kleinteilstücke innerhalb der Großteilstücke in unmittelbaren Nachbarschaft systematisch angelegt.

Statt nur einer ungedüngten Referenzparzelle je Wiederholung, beinhaltete die Versuchsanlage somit für jede der zu unterschiedlichen Terminen begüllten Einzelparzellen eine eigene jeweils unbegüllte Referenzparzelle. Durch diesen Umstand wurde der am Standort auftretenden kleinräumigen Variabilität der Bodeneigenschaften Rechnung getragen und für die statistische Analyse balancierte Datensätze geschaffen. In jedem der aufeinander folgenden 5 Versuchsjahre wurden die gleichen Parzellen zum selben Termin gedüngt. Diese Abhängigkeit wurde in Form eines sog. gemischten Modells bei der statistischen Analyse berücksichtigt. Der Effekt der Versuchsfaktoren wurde für folgende Parameter ermittelt: Konzentration und Fracht an $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$, sowie $\text{N}_{\text{org-N}}$ im Sickerwasser (basierend auf keramischen Saugkerzen) und die Parameter TM- , N- und NEL- Ertrag, sowie RP- und NEL- Gehalt im ersten Aufwuchs.

Ergebnisse und Diskussion

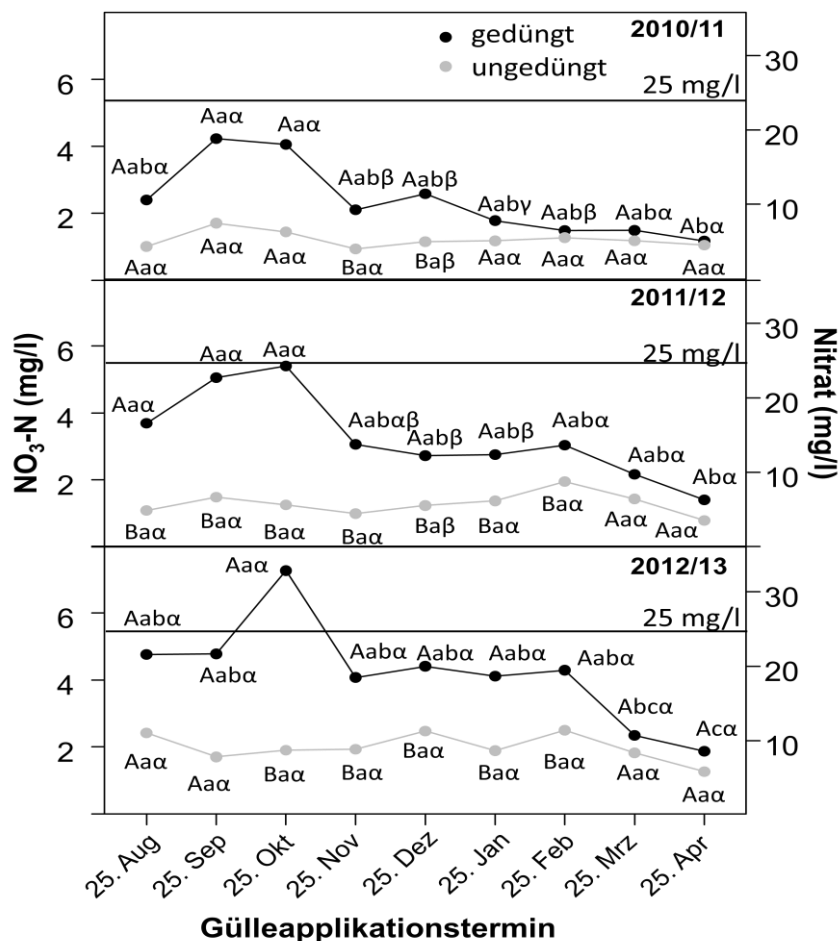


Abb. 1: Nitrat- und Nitrat-N-Konzentration im Sickerwasser in Abhängigkeit der Faktoren: Gülleapplikation, Gülleapplikationstermin und Versuchsperiode. (Großbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Bezug auf die Gülleapplikation zu einem Applikationstermin innerhalb einer Periode. Kleinbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Bezug auf den Gülleapplikationstermin innerhalb einer Gülleapplikationsstufe und einer Periode. Griechische Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Bezug auf die Versuchsperiode zu einem Applikationstermin innerhalb einer Gülleapplikationsstufe.)

In Abbildung 1 ist die Nitrat- und Nitrat-N-Konzentration im Sickerwasser in Abhängigkeit der Faktoren: Gülleapplikation, Gülleapplikationstermin und Versuchsperiode dargestellt. Es handelt sich dabei um Durchschnittswerte der jeweiligen Gesamtsickerwasserperiode von Anfang Oktober bis Ende März. Die ermittelten Durchschnittskonzentrationen im Sickerwasser lagen insgesamt auf einem geringen Niveau. Der Frühwarnwert der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) für erhöhte Nitratgehalte von über 25 Nitrat mg/l (LÄNDERINITIATIVE KERNINDIKATOREN, 2015) wurde nur in den beiden letzten Sickerwasserperioden von im Oktober begüllten Parzellen berührt oder überschritten. Alle vor der Jahreswende begüllten Parzellen wiesen unabhängig von der Be-

obachtungsperiode signifikant höhere Nitratgehalte als die jeweils unbegüllten Vergleichsparzellen auf. Je später im Winter bzw. Frühjahr begüllt wurde desto geringer war die durchschnittliche Nitratkonzentration im Sickerwasser. Es ist dabei zu bedenken, dass es sich dabei nicht ausschließlich um direkte Auswaschung aus der einen Güllegabe der Beobachtungsperiode handelt. Es fließen vermutlich auch Nachwirkungen der Herbst- und Winterbegüllungen der Vorjahre mit ein. Abb. 2 zeigt für die alternativen Begüllungstermine die Mehrauswaschungen an Nitrat-N in kg ha^{-1} nach Abzug der unvermeidbaren N-Auswaschungen der jeweils unbegüllten Parallelpzellen. Unter den Standortbedingungen führte eine für keinen direkten Folge-Herbst-aufwuchs relevante Begüllung im September bzw. Oktober zu signifikant höheren Nitratauswaschungen als in direkt auf Frühlingsaufwuchse gerichtete Begüllungen ab Ende Dezember.

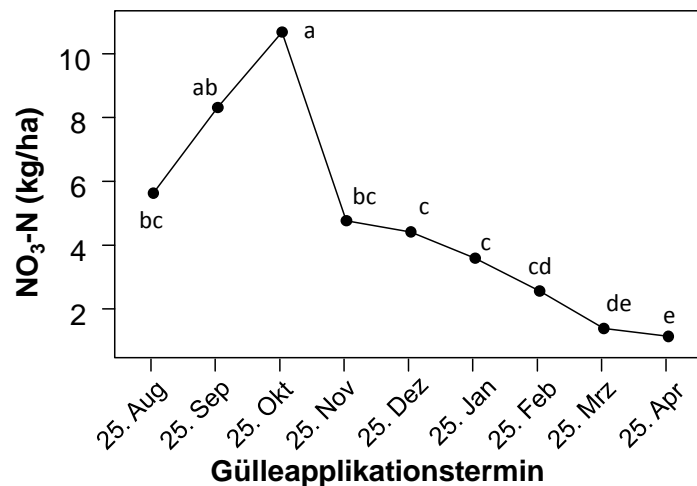


Abb. 2: Unterschiede der Nitrat-N-Menge im Sickerwasser zwischen den über Winterhalbjahr gedüngten und ungedüngten Parzellen in Abhängigkeit des Faktors Gülleapplikationstermin (im Mittel von 3 Beobachtungsperioden / unterschiedliche Kleinbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Bezug auf den Gülleapplikationstermin.)

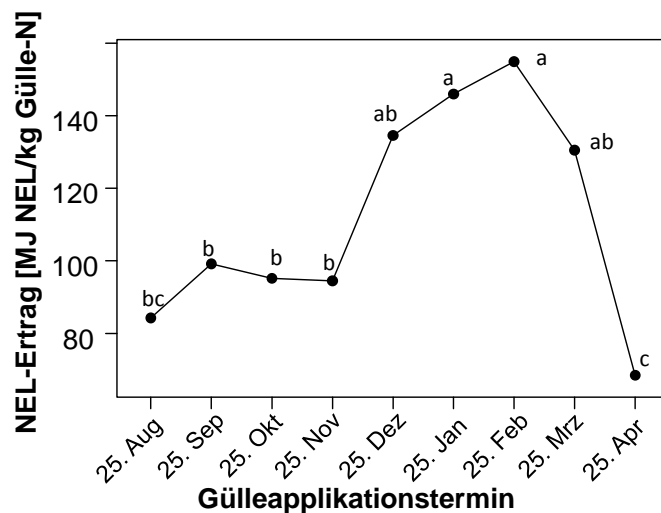


Abb. 3: Scheinbare Effizienz der N-Düngung in Bezug auf die NEL-Ertragsbildung des ersten Siloschnittes im Mittel der Versuchsperioden 2010/11, 2011/12 und 2012/13 in Abhängigkeit des Faktors Gülleapplikationstermin.

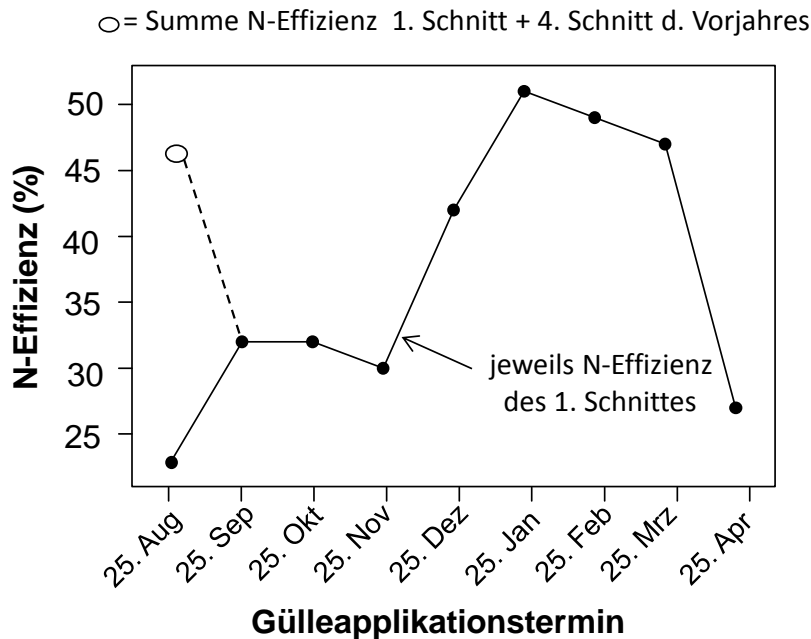


Abb. 4: Scheinbare N-Ertragseffizienz von Güllestickstoff in Bezug auf relevante Siloschnitte im Mittel der Versuchsperioden 2010/11, 2011/12 und 2012/13 in Abhängigkeit des Faktors Gülleapplikationstermin (Die schwarz gefüllten Kreise beziehen sich auf den Frühlingsaufwuchs nach der Begüllu ng. Der nicht gefüllte Kreis bzw. die gestrichelte Linie bezieht sich auf die Summe des Frühlingsaufwuchs nach der Begüllu ng und vierten Aufwuchses des Vorjahres.)

Einen gegensätzlichen Verlauf zeigt die Reaktion der Ertragsleistung (Abb. 3) und die scheinbare N-Ertragseffizienz in Bezug auf den Gülleapplikationstermin (Abb. 4). Eine Güllegabe im Zeitraum Ende Dezember bis Ende März zeigt deutlich höhere Effizienzen in Bezug auf den Ertrag an Nettoenergie im ersten Aufwuchs, als Begüllu ngen vor Anfang Dezember. Tendenziell überlegen zeigen sich Güllegaben die im Zeitraum Ende Januar bis Ende Februar appliziert wurden. Der Vollständigkeit halber soll erwähnt werden, dass eine Güllegabe Ende April in den wachsenden Aufwuchs der generell in der letzten Maidekade geernteten Bestände keine sinnvolle Verwertung von Gülle darstellte. Abb. 4 zeigt die scheinbare N-Ertragseffizienz des zu unterschiedlichen Terminen eingesetzten Güllestickstoffs. Höhere Erträge mit höheren Rohproteingehalten führten im Dreijahresmittel zu N-Wiederfindungsraten im Erntematerial von über 45%. Im Gegensatz dazu wurden mit Begüllu ng im Herbst nur Wiederfindungsraten von ca. 30% erreicht. Hier soll noch einmal darauf hingewiesen werden, dass es sich hierbei um scheinbare Wiederfindungsraten handelt in die auch langjährige Nachlieferungen aus Güllegaben vergangener Jahre einfließen bzw. die auch von Interaktionen mit dem zweiten Hauptbestandbildner Weißklee geprägt sind. In Bezug auf die Wiederfindung von Güllestickstoff der Ende August appliziert wurde, finden sich lediglich etwas über 20% des applizierten N-Menge im ersten Aufwuchs des Folgejahres wieder. Trotzdem ist diese Variante einer Begüllu ng in den Monaten September bis November vorzuziehen. Wie Abb. 4 zeigt werden ca. 25% des im August applizierten Güllestickstoffs bereits sinnvoll vom letzten Aufwuchs des Vorjahres in Rohproteinmehrerträge verwandelt und damit vor Auswaschung und anderen Verlusten geschützt. Als Summe des Frühlingsaufwuchs nach der Begüllu ng und des vierten Aufwuchses des Applikationsjahres erzielen die im August begüllu tten Bestände N-Effizienzen die um 15% höher als die der alternativen Herbstbegüllu ngstermine liegen. Diese höheren N-Effizienzen liegen somit auf dem Niveau der Effizienz von Gülleapplikationen im Winter bzw. frühen Frühjahr.

Schlussfolgerungen

In Übereinstimmung mit Untersuchungen in England von SMITH *et al.* (2002) führen unter norddeutschen Klima- und Bodenverhältnissen Güllegaben im Herbst zu erhöhten Auswaschungen und unbefriedigenden Ertragswirkungen beim 1. Aufwuchs des Folgejahres. In der vorliegenden Untersuchung ergaben sich die Monate Januar bis März als optimale Anwendungszeitpunkte von Gülle zum ersten Grünlandaufwuchs. Eine Güllesperrfrist, so wie sie für Grünland im Rahmen der Neu-

aufgabe der Düngeverordnung vom 1. November bis zum 31. Januar vorgeschlagen wird, wird nicht durch die vorgestellten Ergebnisse bestätigt. Gemäß der Untersuchungsergebnisse wäre unter den Standortbedingungen ein Ausbringungsverbot von Gülle ab Mitte September sinnvoll, da später ausgebrachte Gülle nicht mehr durch den Herbstfolgeaufwuchs genutzt werden kann. Im Gegenzug erscheint die Ausbringung ab Anfang Januar deutlich sinnvoller und sollte bei entsprechenden Bedingungen (nicht tief gefrorener bzw. nicht schneebedeckter Boden) erlaubt sein. Es gilt allerdings in weiteren Untersuchungen zu prüfen, ob auf den dann meist wassergesättigten Böden nach Gülleapplikation nicht Lachgasverluste eine andere relevante Umweltgefährdung darstellen.

Literatur

- BLAG (2012): Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung – Ergebnisse und Optionen zur Weiterentwicklung. Abschlussbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 265 S. www.ti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/vTI/Bilder/Aktuelles/Downloads_2011/121217_Bericht_Evaluierung_DüV.pdf
- BERENDONK, C. (2011a+b): a) Stickstoffwirkung der Gülledüngung auf dem Dauergrünland in Abhängigkeit vom Ausbringungstermin im Herbst, Winter und Frühjahr. bzw. b) Verschiebung der Sperrfrist der Gülleausbringung. In: ELSÄßER, M., DIEPOLDER, M., HUGUENIN-ELIE, O., PÖTSCH, E., NUßBAUM, H., MESSNER, J. (Hrsg.) Gülle 11: Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland. a: 164-166; b:325-329..
- BMU, BMELV (2012): Nitratbericht 2012; Gemeinsamer Bericht der Bundesministerien für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Bonn.
- COOKSON, W.R., ROWARTH, J.S. & CAMERON, K.C. (2001): The fate of autumn-, late winter- and spring-applied nitrogen fertilizer in a perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) seed crop on a silt loam soil in Canterbury, New Zealand. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 84, 67-77.
- Danish Nitrate Action Programme (2008-2015): Danish Ministry of Environment and Food: <http://eng.mst.dk/topics/agriculture/nitrates-directive/nitrate-action-programme-2008-2015/>
- DIEPOLDER, M. (2011): Zeitlich gestaffelte Güllegaben und Wachstumsverlauf. In: ELSÄßER, M., DIEPOLDER, M., HUGUENIN-ELIE, O., PÖTSCH, E., NUßBAUM, H., MESSNER, J. (Hrsg.) Gülle 11: Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland. 138-139.
- DüV, (2006): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV). www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/d_v/gesamt.pdf.
- ELSÄßER, M. (2011): Effekte von im Herbst und frühem Frühjahr gegebenen Güllegaben auf zu unterschiedlichen Zeitpunkten im Frühjahr geerntete Aufwüchse von Deutschem Weidelgras. In: ELSÄßER, M., DIEPOLDER, M., HUGUENIN-ELIE, O., PÖTSCH, E., NUßBAUM, H. & MESSNER, J. (Hrsg.) Gülle 11: Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland. 344-347.
- LÄNDERINITIATIVE KERNINDIKATOREN (2015): C5 - Nitrat im Grundwasser <http://www.lanuv.nrw.de/liki-newsletter/index.php>
- MINLNV (2010): Dutch Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality. Fourth Dutch Action Programme (2010-2013) Concerning the Nitrates Directive; 91/676/EEC.
- NEFF, R. (2011): Gülledüngung im Herbst. In: ELSÄßER, M., DIEPOLDER, M., HUGUENIN-ELIE, O., PÖTSCH, E., NUßBAUM, H., MESSNER, J. (Hrsg.) Gülle 11: Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland. 353-354.
- SIELING, K. and KAGE, H. (2006) N balance as an indicator of N leaching in an oilseed rape – winter wheat – winter barley rotation. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 115, 261-269.
- SMITH, K.A., BECKWITH, C.P., CHALMERS, A.G. & JACKSON, D.R. (2002): Nitrate leaching following autumn and winter application of animal manures to grassland. *Soil Use and Management* 18, 428-434.
- TAUBE, F. SCHÜTTE, J & KLUB C. (2013): Auswirkungen der Berücksichtigung von Gärresten auf den Anfall organischer Dünger in einer novellierten Düngeverordnung - dargestellt am Beispiel Schleswig-Holstein. *Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft Sonderheft* 219. 10.12767/buel.v0i219.29.
- THOMET, P. (2011) Länderspezifische Sicht der Problematik: Schweiz. Plädoyer für die Gülleausbringung auf Grünland während der Wintermonate. In: ELSÄßER, M., DIEPOLDER, M., HUGUENIN-ELIE, O., PÖTSCH, E., NUßBAUM, H. & MESSNER, J. (Hrsg.) Gülle 11: Gülle- und Gärrestdüngung auf Grünland. 313-316.
- VAN DIJK, W. and TEN BERGE, H. (2009): Agricultural nitrogen use in selected EU countries. *Applied Plant Research*. Wageningen UR. PPO no. 382.

Beweidungsintensität und Ökosystemleistungen in subalpinen Weiden

Schneider, M.K.¹, Homburger, H.^{1,2}, Scherer-Lorenzen, M.² & Lüscher, A.¹

¹ Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften, Reckenholzstrasse 191,
8046 Zürich, Schweiz; manuel.schneider@agroscope.admin.ch

² Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Biologie/Geobotanik
Schänzlestrasse 1, 79104 Freiburg, Deutschland

Einleitung und Problemstellung

Grosse Gebiete der Alpen werden nur extensiv während der Sommermonate durch Weidetiere genutzt. In der Schweiz machen die sogenannten Sömmerungsweiden ungefähr ein Drittel der landwirtschaftlich genutzten Fläche aus (LAUBER *et al.*, 2013). Ein Grossteil davon liegt in der subalpinen Zone. Die traditionelle Beweidung dieser subalpinen Weiden hat einmalige Ökosysteme geschaffen, welche der Gesellschaft hochwertige Nahrungsmittel, Biodiversität, Erholung und Kulturwerte - sogenannte Ökosystemleistungen - bieten. Während die Futterproduktion einen direkten Wert für die Weidetiere hat, bestimmt die Biodiversität zahlreiche Ökosystemfunktionen (DIAZ *et al.*, 2007). Zudem spielen Bodenfunktionen wie die Speicherung von Kohlenstoff (C) eine wichtige Rolle für Klima und Bodenfruchtbarkeit (MCSHERRY und RITCHIE, 2013).

Die Ökosystemleistungen subalpiner Weide hängen sowohl von den Standortbedingungen wie auch von der Beweidungsintensität ab. Die Beweidungsintensität wird von den Bewirtschaftern durch Besatzstärke und –dauer sowie durch die Art der Weidetiere beeinflusst. Der anhaltende Strukturwandel in der Berglandwirtschaft führt in vielen Regionen zu weniger Arbeitskräften, Rationalisierungsdruck und Anpassungen der traditionellen Bewirtschaftung (FLURY *et al.*, 2013). Entscheidungsträgern und Alpbewirtschaftern stellt sich deshalb die Frage, wie die Weideführung zukünftigen Herausforderungen angepasst werden muss, um die Bereitstellung von Ökosystemleistungen zu sichern. Um die Beziehungen zwischen der Beweidungsintensität und Ökosystemleistungen besser zu verstehen, müssen beide unabhängig von den Umweltbedingungen quantifiziert werden.

In unserer Studie untersuchten wir deshalb, (1) wie die Beweidungsintensität in heterogenem Gebirgsgelände quantifiziert werden kann, (2) welchen Einfluss Umwelt- und Bewirtschaftungsfaktoren auf die Beweidungsintensität haben und (3) wie Ökosystemleistungen durch die Beweidungsintensität beeinflusst werden.

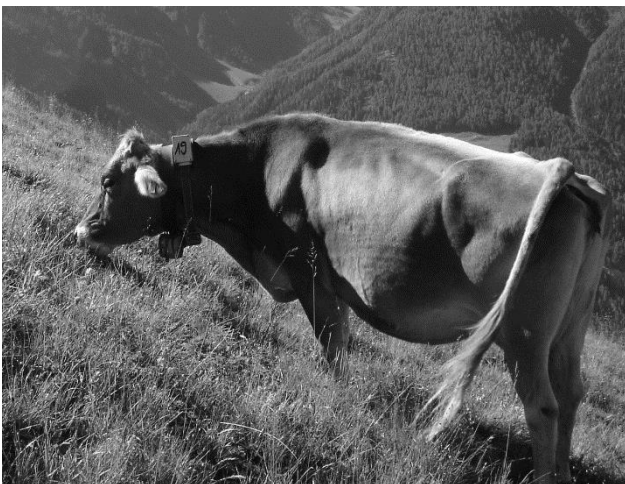


Abb. 1: Milchkuh mit GPS-Empfänger auf einer Alpweide im Unterengadin (links) und Weideausschlusskorb zur Bestimmung der Futterproduktion (rechts). Bilder: S. Hilfiker (links), H. Homburger (rechts).

Material und Methoden

Auf sechs Sömmerungsbetrieben in den Schweizer Alpen wurde die Beweidungsintensität mittels zeitlich hochaufgelöstem GPS-Tracking während der gesamten Weidedauer gemessen (HOMBURGER *et al.*, 2015). Die sechs Alpen lagen je hälftig in den zwei Regionen Obwalden und Unter-Engadin. Alle wurden mit Milchkühen bestossen, eine pro Region zusätzlich auch mit Mutterkühen. Im Sommer 2011 wurden drei bis vier Kühe pro Alp mit tragbaren GPS-Geräten ausgerüstet und ihre Positionen im 20 Sekunden Takt aufgezeichnet (Abb. 1). Zusätzlich wurden die Tiere mehrere Stunden beobachtet und ihre Aktivitäten protokolliert. Mit diesen Beobachtungen wurden verschiedene Algorithmen basierend auf Geschwindigkeit und Winkel zu den jeweils 15 vorausgehenden und nachfolgenden Positionen kalibriert, um alle gemessenen Positionen in die Aktivitäten Fressen, Gehen und Ruhen einzuteilen (HOMBURGER *et al.*, 2014). Wie die aus den Positionen ermittelten Aktivitätsmuster der Weidetiere von Umwelt- und Bewirtschaftungsfaktoren abhängen, wurde mit linearen Regressionsmodellen mit räumlichen Autokorrelations-Termen untersucht (HOMBURGER *et al.*, 2015).

Die vier Ökosystemleistungen Futterproduktion, Futterqualität, Artenvielfalt und C-Speicherung im Boden wurden an je elf Standorten pro Alp erhoben. Die Probeflächen wurden stratifiziert nach Geländeneigung und Entfernung zum Stallgebäude ausgewählt, zwei Variablen, die schon vor der Untersuchung verfügbar waren und von denen bekannt ist, dass sie die Beweidungsintensität beeinflussen (KAMPMANN *et al.*, 2008; PETER *et al.*, 2009). Die Biomasseproduktion wurde mit Weideausschlusskörben mit 1 m² Grundfläche erhoben, zweimal während der Vegetationsperiode (Abb. 1). Die Futterqualität wurde anhand der verdaulichen organischen Substanz gemäss TILEY und TERRY (1963) quantifiziert. Die pflanzliche Artenvielfalt wurde auf einer Fläche von 5x5 m² erhoben. Auf derselben Fläche wurde der Gehalt an organischem C im Boden anhand von 16 Einstichen für die C-Konzentration und vier Proben für die Lagerungsdichte bestimmt. Die Zusammenhänge zwischen Ökosystemleistungen, Umweltvariablen und Beweidungsintensität wurden durch die Partitionierung der Variation aus linearen Regressionen quantifiziert.

Ergebnisse und Diskussion

Die Untersuchungen zeigten, dass die Hauptaktivitäten weidender Milchkühe allein aus Positionsdaten recht gut abgeschätzt werden können (HOMBURGER *et al.*, 2014). So konnten unter Verwendung des Random Forest-Algorithmus mit balancierten Daten 77% der Positionen in unabhängigen Sequenzen korrekt den drei Aktivitäten Fressen, Gehen und Ruhen zugewiesen werden (Abb. 2). Mit bezüglich der Aktivitäten unbalancierten Kalibrierungsdaten konnte gar eine noch leicht höhere durchschnittliche Zuordnungsgenauigkeit erreicht werden, allerdings war diese nur für die häufigste Aktivität Fressen höher, für die Aktivitäten Gehen und Ruhen aber bedeutend niedriger. Der Einbezug von Bewegungsmassen über mehrere Zeitschritte (15 Positionen vor und zurück) trug wesentlich zum Zuordnungserfolg bei, vor allem zur Unterscheidung von Ruhen und Fressen. Letzteres ist durch ein stetiges leichtes Fortbewegen mit kurzen Unterbrüchen charakterisiert.

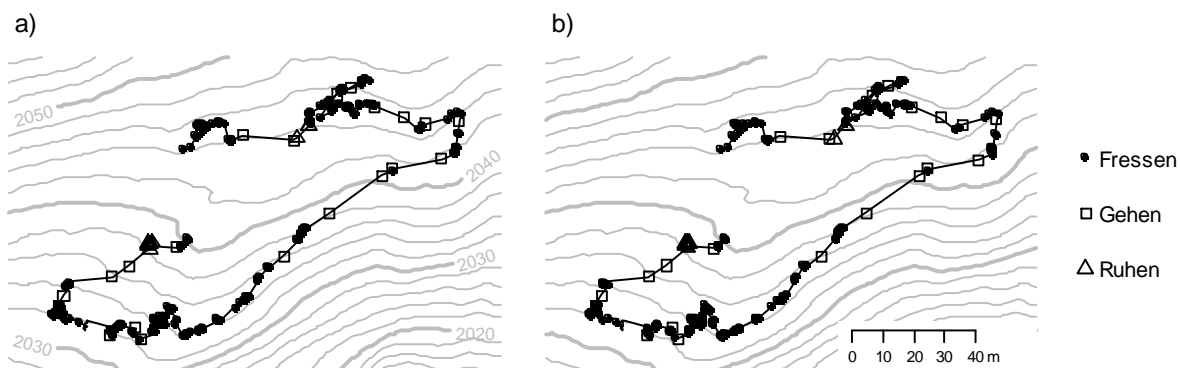


Abb. 2: Positionen einer Milchkuh auf einer subalpinen Weide im 20 Sekunden Takt: a) im Feld beobachtete Aktivitäten und b) mittels Random Forest aus balancierten unabhängigen Daten vorhergesagte Aktivitäten. Angepasst aus HOMBURGER *et al.* (2014).

Die räumliche Verteilung der Aktivitäten von Kühen auf subalpinen Weiden ändert sich weit kleiner als aufgrund der Koppelgrenzen zu erwarten wäre (HOMBURGER *et al.*, 2015). Die Verteilungen aller drei unterschiedenen Aktivitäten werden vor allem von Topographie und Vegetation bestimmt. Die Intensität der Aktivität Fressen reagierte auf der überwiegenden Mehrheit der untersuchten Sömmerungsbetriebe negativ auf Geländeneigung und verminderte Futterverfügbarkeit, aber positiv auf das Vorhandensein nährstoffreicher Vegetation (Abb. 3). Sonneneinstrahlung und die Entfernungen zu Stall und Wasserstellen hatten nur vereinzelt einen Einfluss auf die Beweidungsintensität. Die Besatzrate der Weideschläge beeinflusste die Beweidungsintensität in drei Betrieben, am stärksten in demjenigen, in welchem eine Portionenweide mit insgesamt 27 Weidekoppeln praktiziert wird. In Betrieben mit - wie im Alpengebiet allgemein üblich - wenigen, grossen Weideschlägen war kein Effekt der Weideführung sichtbar.

Es erwies sich als bedeutsam, die räumliche Autokorrelation in der Auswertung zu berücksichtigen. Zahlreiche Effekte, speziell von räumlich korrelierten Faktoren wie der Distanz, wurden ohne Raumbezug unterschiedlich bewertet als bei dessen Berücksichtigung (Abb. 3).

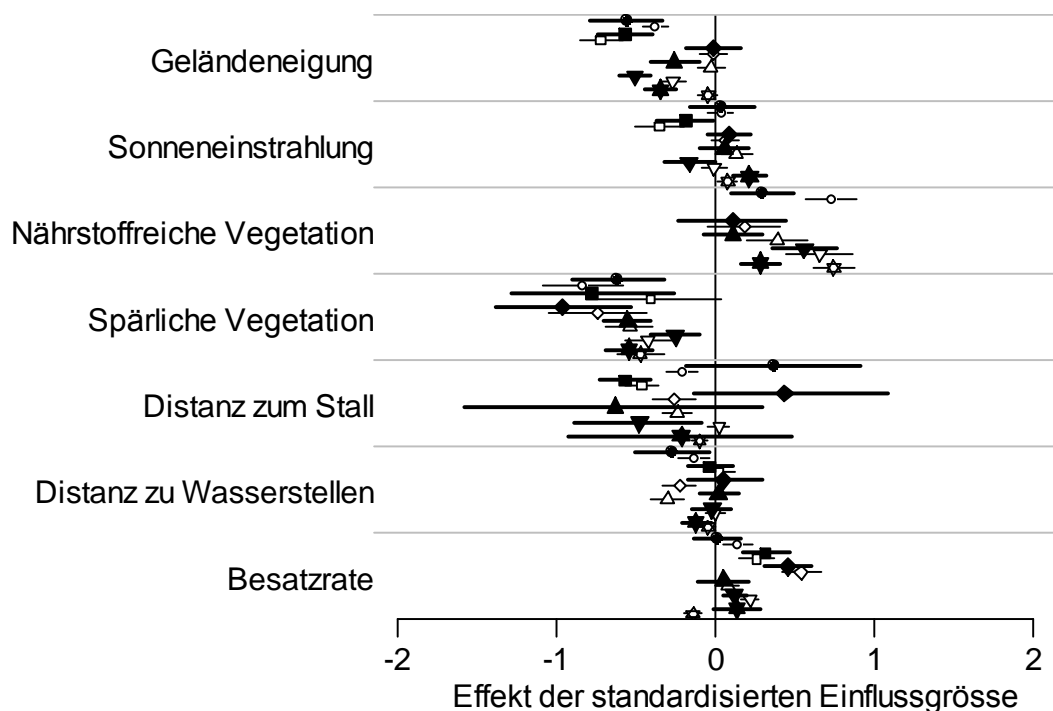


Abb. 3: Einfluss verschiedener Umwelt- und Bewirtschaftungsfaktoren auf die Intensität der Aktivität Fressen durch Milchkühe auf sechs Sömmerungsbetrieben in den Schweizer Alpen (unterschiedliche Symbole). Geschlossene Symbole zeigen die geschätzten Effekte aus einem linearen Regressionsmodell mit räumlicher Autokorrelation, offene aus einem Modell ohne räumliche Autokorrelation. Angepasst aus HOMBURGER *et al.* (2015).

Jede der vier untersuchten Ökosystemleistungen wurde von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Die Futterproduktion wurde von Geländeneigung, Entfernung zum Stall und Boden-pH negativ beeinflusst, war aber positiv mit der Beweidungsintensität korreliert. Insgesamt wurde der grösste Teil der Variation in der Futterproduktion durch die Beweidungsintensität erklärt. Die Futterqualität nahm mit der Steilheit des Geländes ab, war jedoch ebenfalls positiv mit der Beweidungsintensität korreliert. Die erklärable Variation war bei der Futterqualität kleiner als bei der Produktivität. Die pflanzliche Artenvielfalt wurde von der Entfernung zum Stall positiv, jedoch von Beweidungsintensität und dem Phosphorgehalt im Boden negativ beeinflusst. Der Effekt des Boden-pH folgte einer Optimumkurve. Insgesamt war die Artenvielfalt stark von Umweltbedingungen beeinflusst. Der C-Gehalt im Boden wurde von der Neigung negativ und vom Boden-pH positiv beeinflusst, während kein Effekt der Beweidungsintensität auf Boden-C gefunden wurde.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Beweidungsintensität einen wesentlichen Einfluss auf die Ausprägung der Ökosystemleistungen hat. Allerdings oft nicht allein, sondern in Wechselwirkung mit Umweltfaktoren. So bestätigen zum Beispiel MCSHERRY und RITCHIE (2013) in einem Literatur-

überblick, dass es keinen klaren Effekt der Beweidungsintensität auf die C-Speicherung im Boden gibt. Sie folgern, dass der Umweltkontext für die C-Sequestrierung unter Weide wichtig ist. Zahlreiche Autoren, zum Beispiel KAMPMANN *et al.* (2008) oder PETER *et al.* (2009) beschreiben eine starke Wirkung der Neigung auf die pflanzliche Artenvielfalt und mutmassen, dass diese mit einer verminderten Beweidungsintensität zusammenhängt. Diese Hypothese wird durch unsere Daten weitgehend bestätigt.

Schlussfolgerungen

In unserer Studie konnten wir erfolgreich die kleinräumige Aktivität von Weidetieren auf Sömmerungsweiden quantifizieren. Die erhobenen GPS-Positionen konnten den drei Hauptaktivitäten Fressen, Gehen und Ruhen mit einer Genauigkeit von nahezu 80% zugewiesen werden. Dies erlaubte die Analyse von Einflussfaktoren auf die räumliche Verteilung dieser drei Aktivitäten sowie ihr Einfluss auf Ökosystemleistungen.

Unsere Untersuchung demonstriert eindrücklich die Bedeutung der Beweidungsintensität für die Bereitstellung von Ökosystemleistungen subalpiner Weiden. So war die C-Speicherung im Boden als einzige der untersuchten Ökosystemleistungen nicht von der Beweidungsintensität beeinflusst. Allerdings bedeutet das nur bedingt, dass die anderen Ökosystemleistungen, wie Futterproduktion, Futterqualität und Artenvielfalt vom Bewirtschafter einfach durch die Beweidungsintensität gesteuert werden können. Der grösste Teil der Variation in diesen Leistungen werden nämlich von der Beweidungsintensität in Kombination mit Umweltfaktoren erklärt. So variieren die Aktivitäten der Weidetiere auf subalpinen Weiden auch innerhalb einzelner Weidekoppeln kleinräumig und hängen vor allem von Topographie und Vegetation ab.

Dennoch gibt es für die Ökosystemleistungen Futterproduktion, Futterqualität und pflanzliche Artenvielfalt einen von der Umwelt unabhängigen Einfluss der Beweidungsintensität. Um diese Leistungen durch die Beweidungsintensität zu beeinflussen, bedarf es allerdings einer strikten Weideführung durch den Bewirtschafter, wie unsere GPS-Messungen zeigen. Weil die Beweidungsintensität entgegengesetzt auf pflanzliche Artenvielfalt und Futterproduktion wirken, können beide Leistungen zusammen nur schwer auf einer Fläche erbracht werden. Anpassungen am Weideregime bedürfen deshalb einer flächenspezifischen Abwägung der Bewirtschaftungsziele und einer abgestuften Bewirtschaftungsintensität.

Literatur

- DIAZ, S., LAVOREL, S., DE BELLO, F., QUETIER, F., GRIGULIS, K. & ROBSON, M. (2007): Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, 20684–20689.
- FLURY, C., HUBER, R. & TASSER, E. (2013): Future of Mountain Agriculture in the Alps. In: Mann, S. (ed.): *The Future of Mountain Agriculture. Springer Geography*, Springer Berlin Heidelberg: 105–126.
- HOMBURGER, H., SCHNEIDER, M.K., HILFIKER, S. & LÜSCHER, A. (2014): Inferring behavioral states of grazing livestock from high-frequency position data alone. *PLoS ONE* 9, e114522.
- HOMBURGER, H., LÜSCHER, A., SCHERER-LORENZEN, M. & SCHNEIDER, M.K. (2015): Patterns of livestock activity on heterogeneous subalpine pastures reveal distinct responses to spatial autocorrelation, environment and management. *Movement Ecology* in press.
- KAMPMANN, D., HERZOG, F., JEANNERET, P., KONOLD, W., PETER, M., WALTER, T., WILDI, O. & LÜSCHER, A. (2008): Mountain grassland biodiversity: Impact of site conditions versus management type. *Journal for Nature Conservation* 16, 12–25.
- LAUBER, S., HERZOG, F., SEIDL, I., BÖNI, R., BÜRGI, M., GMÜR, P., HOFER, G., MANN, S., RAAFLAUB, M., SCHICK, M., SCHNEIDER, M. & WUNDERLI, R. (2013): Zukunft der Schweizer Alpwirtschaft. Fakten, Analysen und Denkanstösse aus dem Forschungsprogramm AlpFUTUR. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf.
- MCSHERRY, M.E. and RITCHIE, M.E. (2013): Effects of grazing on grassland soil carbon: a global review. *Global Change Biology* 19, 1347–1357.
- PETER, M., GIGON, A., EDWARDS, P. & LÜSCHER, A. (2009): Changes over three decades in the floristic composition of nutrient-poor grasslands in the Swiss Alps. *Biodiversity and Conservation* 18, 547–567.
- TILLEY, J.M.A. and TERRY, R.A. (1963): A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Science* 18, 104–111.

Entwicklung einer Beratungsmethode zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit von Milchproduktionsbetrieben im Französischen und Schweizer Jura

Grob, N.¹, Altermath, J.², Boillat, C.², Frutschi, V.², Guy, A.³, Roumet, J.P.³, Python, P.⁴
& Reidy, B.¹

¹ Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL,
Länggasse 85, 3052 Zollikofen (Schweiz)

² Fondation Rurale Interjurassienne (FRI), Courtemelon, 2852 Courtételle (Schweiz)

³ Chambre Interdépartementale d'Agriculture Doubs – Territoire de Belfort,
130 bis rue de Belfort, 25000 Besançon (Frankreich)

⁴ Agridea, Avenue des Jordils 1, 1001 Lausanne (Schweiz)
nathalie.grob@bfh.ch

Einleitung und Problemstellung

Die Veränderungen des agrarpolitischen Umfeldes und die Aufhebung der Milchquotenregelung seit 2009 stellen insbesondere Milchproduktionsbetriebe an ungünstigeren natürlichen Standorten in der Schweiz vor grosse Herausforderungen. Im Rahmen einer grenzüberschreitenden Zusammenarbeit in der Region des Französischen und Schweizer Juras wurde deshalb eine in Frankreich eingesetzte Beratungsmethode zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit von Milchproduktionsbetrieben (ROUMET und CASSEZ, 2011) auf die spezifischen schweizerischen Bedingungen angepasst. Die Methode erlaubt eine einfache Identifikation der für einen Betrieb an seinem Standort zentralen erfolgsbestimmenden produktionstechnischen Faktoren und resultiert in der Entwicklung eines Aktionsplans mit dem Ziel einer Verbesserung des Einkommens.

Zur Anpassung der Methode wurden auf 64 Milchproduktionsbetrieben des Schweizer Juras Daten zu den natürlichen Standortfaktoren, zur Produktionstechnik sowie zu den damit im Zusammenhang stehenden wirtschaftlichen Resultaten erhoben. Mittels multivariater statistischer Verfahren wurden die für das wirtschaftliche Ergebnis wichtigsten Faktoren identifiziert. Auf Basis der Auswertungen konnte ein Klassifizierungsschema entwickelt werden, mit dem zu beratende Betriebe in Abhängigkeit der Standortfaktoren, der Produktionstechnik sowie der wirtschaftlichen Leistung der entsprechenden Klasse zugeteilt werden können. Aufgrund der Zuordnung können gezielt Optimierungen empfohlen und die sich daraus ergebenden wirtschaftlichen Auswirkungen aufgezeigt werden.

Material und Methoden

Die Studie wurde im Kanton Jura und im französischsprachigen Teil des Kantons Bern (Berner Jura) in der Schweiz durchgeführt. Die Region ist charakterisiert durch zwei gegensätzliche pedoklimatische Zonen: Die Talzone mit mild-feuchtem Klima und hauptsächlich mittel- und tiefgründigen Böden mit eher frischen Bedingungen sowie die Bergzone mit kühl-feuchtem Klima und hauptsächlich flachgründigen Böden mit geringem Wasserspeichervermögen. Aufgrund des durchlässigen Untergrunds besteht im Jura in Trockenperioden ein erhöhtes Risiko für Ertragseinbussen (MOSIMANN *et al.*, 2005).

Als Grundlage für die Anpassung der Beratungsmethode wurden im Frühjahr 2014 auf 64 Milchproduktionsbetrieben im Untersuchungsgebiet (> 5% der Milchproduktionsbetriebe) Daten zu den natürlichen Standortfaktoren, zur Produktionstechnik sowie zu den damit im Zusammenhang stehenden wirtschaftlichen Resultaten (Buchhaltungsabschlüsse 2013) erhoben. Die untersuchten

Betriebe weisen einen Spezialisierungsgrad von 20 – 90% (Anteil Ertrag der Milchproduktion an den gesamten landwirtschaftlichen Erträgen, ohne Direktzahlungen) auf. Sie wurden gezielt anhand von Kriterien, welche aus Sicht der lokalen landwirtschaftlichen Beratung zu den typischen Charakteristiken von Milchproduktionsbetrieben in der Region beruhen, ausgewählt. Darauf basierend wurde ein Stichprobenraster mit folgenden Kriterien entworfen: Milchleistung (< 6'500 kg, 6'500 – 8'000 kg, > 8'000 kg), Bodengründigkeit (< 20 cm, 20 – 40 cm, > 20 cm) und Wärmezone (mild bis frische Zone oder sehr frische bis raue Zone gemäss LAUTENSCHLAGER (1975)). Für die Milchleistung und Fruchtbarkeit wurden Daten der Zuchtverbände verwendet. Die Daten zu den Buchhaltungsabschlüssen wurden direkt durch die Betriebe zugänglich gemacht.

Insgesamt wurden 38 Milchproduktionsbetriebe im Kanton Jura und 26 im Berner Jura befragt. Es wurden über 500 Variablen zu Standortfaktoren (z.B. geografische Lage, Wärmezone, Bodengründigkeit, Parzellierung) und Produktionstechnik (z.B. Herdengrösse, Milchleistung, Fütterung, Weide, Düngung, Mechanisierung, Gebäude, Arbeitskräfte, Kulturen) sowie zur Buchhaltung (verschiedene Kennzahlen aus der Bilanz und Erfolgsrechnung) erhoben und berechnet. Die in der Tabelle 1 vorgestellten Merkmale der Betriebe beschreiben die Betriebsstrukturen.

Tab. 1: Strukturindikatoren der Stichprobe (Mittelwerte)

	Dürrfutterbetriebe (n=26)	Silagebetriebe (n=38)
Landwirtschaftliche Nutzfläche (ha)	48,2	57,6
Anzahl Milchkühe (GVE)	34,0	42
Milchproduktion (kg)	236'907	319'420
Arbeitskrafteinheiten (AK)	2,42	2,54

Die erhobenen Daten wurden getrennt für Dürrfutter- und Silagebetriebe ausgewertet. Nach einer deskriptiven Analyse wurden auf Basis einer Hauptkomponentenanalyse (HKA) die natürlichen Standortfaktoren und produktionstechnischen Faktoren, welche die Betriebe aus der jeweiligen Stichprobe am besten beschreiben, identifiziert. Um den Zusammenhang zwischen den in der HKA identifizierten Faktoren und der Wirtschaftsleistung der Betriebe zu bestimmen, wurden in einem nächsten Schritt die identifizierten Faktoren einer multiplen linearen Regression unterzogen. Als abhängige Variable für die Wirtschaftsleistung wurden der Bruttobetriebsüberschuss pro Hektare landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) (landwirtschaftliches Einkommen + Abschreibungen + Zinsaufwand) verwendet. Anschliessend wurden die Betriebe empirisch schrittweise in Klassen mit vergleichbaren Standortfaktoren, Produktionstechniken und Bruttobetriebsüberschuss pro Hektare eingeteilt.

Ergebnisse und Diskussion

Die eingesetzte Krafftuttermenge (g Krafftutter/kg Milch), die Milchleistung (kg Milch/Kuh) sowie die Flächenleistung (kg ECM/ha HFF) konnten als wichtigste Faktoren für die Erklärung der Unterschiede für beide Fütterungssysteme identifiziert werden. Weitere wichtige Faktoren sind trockene pedoklimatische Bedingungen sowie der Anteil an Kunstwiesen an der gesamten Grünlandfläche (%). Die Remontierungsrate (%) und der Anteil der gesömmerten Grossvieheinheiten (% GVE) wurden in beiden Systemen als zusätzliche wichtige erklärende Faktoren identifiziert (Tab. 2).

Die Qualität der Projektionen der HKA, ausgedrückt durch die kumulierte Variabilität der Faktoren der HKA, liegt bei den Dürrfutterbetrieben bei 31% auf F1 bzw. 55% auf F1 und F2, sowie bei den Silagebetrieben bei 28 % auf F1 bzw. 51% auf F1 und F2. Für die Beziehung zwischen dem Bruttobetriebsüberschuss pro Hektare und den erklärenden Variablen aus der HKA wurde für die Dürrfutterbetriebe ein höchst signifikanter (R^2 0,630; $P < 0,001$) und bei den Silagebetrieben ein signifikanter (R^2 0,425; $P < 0,01$) Zusammenhang gefunden.

Tab.2: Hauptfaktoren aus der Hauptkomponentenanalyse mit deren Gewichtung

Hauptfaktoren	Gewichtung (%)			
	Dürrfutterbetriebe		Silagebetriebe	
	F1	F2	F1	F2
Produktionstechnische Faktoren				
Krafftutereinsatz (g Krafftutter/kg Milch)	16,41	13,80	0,75	38,90
Milchleistung (kg/Tier)	27,68	1,42	20,50	1,92
Anteil Kunstwiese an Grünlandfläche (%)	20,17	5,65	15,21	26,57
Remontierungsrate (%)	19,41	2,34	8,30	9,02
Standortfaktoren				
Flächenleistung ¹ (kg ECM/ha HFF)	0,14	46,18	35,61	8,27
Trockene pedoklimatische Bedingungen ² (%)	1,89	29,68	19,53	7,00
Anteil gesömmerte GVE (%)	14,31	0,93	0,11	8,33

¹Die Flächenleistung (kg ECM/ha HFF) entspricht der auf der Hauptfutterbaufläche (HFF) erzeugten Milch abzüglich der aus dem Krafftutter produzierten Milch gemäss WINCKLER *et al.* (2012). Zur Berechnung wurde die Sömmerung berücksichtigt.

² Anteil an flachgründigen Böden an der landwirtschaftlichen Nutzfläche

Erfolgserklärende Faktoren bei Dürrfutterbetrieben

Die Sömmerung von Tieren ausserhalb der LN und eine hohe Flächenleistung sind die beiden wichtigsten Faktoren, welche die Variabilität des Bruttobetriebsüberschusses von Dürrfutterbetrieben erklären (Tab. 3). Die Möglichkeit die Tiere mit Grundfutter ausserhalb der betriebseigenen LN zu füttern bzw. eine hohe Milchleistung aus dem Grundfutter zu erzielen erweisen sich als wichtige erfolgserklärende Faktoren. Auch der Anteil Kunstwiesen an der Grünlandfläche hat einen signifikanten positiven Einfluss auf den Betriebsüberschuss. Alle drei Faktoren weisen auf die zentrale Bedeutung einer hochstehenden Grundfutterproduktion für Dürrfutterbetriebe hin.

Tab.3: Regressionskoeffizienten und Signifikanzwert der identifizierten Faktoren zur Erklärung des Bruttobetriebsüberschusses bei Dürrfutterbetrieben

Faktoren	Koeffizient	P-Wert
Anteil gesömmerte GVE (%)	35,7	< 0,010
Flächenleistung (kg ECM/ha HFF)	0,24	< 0,010
Anteil Kunstwiese an der Grünlandfläche (%)	19,3	< 0,050
Trockene pedoklimatische Bedingungen (%)	11,4	< 0,050
Remontierungsrate (%)	-13,3	0,105
Konstante	1080,4	0,055

Erstaunlicherweise hat der Anteil Parzellen an der LN mit trockenen pedoklimatischen Bedingungen einen signifikant positiven Einfluss auf den Bruttobetriebsüberschuss. Dies hängt damit zusammenhängen, dass sich Betriebe mit trockenen pedoklimatischen Bedingungen hauptsächlich in der Bergzone befinden, wo aufgrund der eingeschränkten klimatischen Verhältnisse höhere Direktzahlungen ausbezahlt werden.

Erfolgserklärende Faktoren bei Silagebetrieben

Wie bei den Dürrfutterbetrieben sind auch für Silagebetriebe die Flächenleistung, der Anteil an gesömmerten Tieren sowie die pedoklimatischen Bedingungen wichtig für den Bruttobetriebsüberschuss (Tab. 4). Im Unterschied zu Dürrfutterbetrieben, wo kein Einfluss des Krafftutereinsatzes gefunden wurde, hat der Krafftutereinsatz auf Silagebetrieben einen signifikant positiven Einfluss auf den Bruttobetriebsüberschuss. Der signifikant negative Einfluss des Anteils Kunstwiesen an der Grünlandfläche kann damit erklärt werden, dass sich die ertragsärmeren Kunstwiesen mit dem Silomais gegenseitig um die vorhandenen Flächen in der Fruchtfolge konkurrenzieren.

Tab. 4: Regressionskoeffizienten und Signifikanzwert der identifizierten Faktoren zur Erklärung des Bruttobetriebsüberschusses bei Silagebetrieben

Faktoren	Koeffizient	P-Wert
Flächenleistung (kg ECM/ha HFF)	0,35	< 0,001
Krafffuttereinsatz (g Krafffutter/kg Milch)	7,3	< 0,010
Anteil Kunstwiese an Grünlandfläche (%)	-21,4	< 0,010
Frische pedoklimatische Bedingungen (%)	110,1	< 0,050
Anteil gesömmerte GVE (%)	27,9	< 0,050
Milchleistung (kg/Tier)	-0,20	0,072
Remontierungsrate (%)	-14,2	0,135
Konstante	2146,0	< 0,010

Erarbeitung von Beratungsinstrumenten

Als Grundlage für die Beratung wurde für beide Fütterungssysteme ein Schlüssel zur Einteilung der Betriebe in Klassen mit vergleichbaren standortspezifischen und produktionstechnischen Faktoren sowie einem vergleichbaren Bruttobetriebsüberschuss pro Hektare erarbeitet. Der zu analysierende Betrieb wird zuerst aufgrund seiner nur schwer beeinflussbaren Faktoren (pedoklimatischen Bedingungen, Flächenleistung und Anteil an gesömmerten GVE) sowie seines Bruttobetriebsüberschusses pro Hektare einer Klasse zugeteilt. Dann werden die vorhandenen produktionstechnischen Faktoren (Anteil Kunstweiden, Krafffuttereinsatz, Milchleistung und Remontierungsrate) auf einen Diagnoseradar eingetragen und mit den Zielwerten verglichen (Abb. 3). Die Definition der Zielwerte basiert zugleich auf den statistischen Analysen (Mittelwerte der vergleichbaren Betriebe) und auf den Erfahrungswerten aus der Praxis. Dank dem Radar ist umgehend ersichtlich, bezüglich welchen produktionstechnischen Faktoren für den zu beratenden Betrieb noch Optimierungspotenzial besteht, um den klassenspezifischen Bruttobetriebsüberschuss zu erreichen. Das Beispiel in Abbildung 3 zeigt einen Betrieb mit einem im Vergleich seiner Zielgruppe unterdurchschnittlichen Anteil an Kunstweiden an der Grünlandfläche und einem überdurchschnittlichen Krafffuttereinsatz. Wenn der Betrieb den Anteil Kunstweiden erhöht, kann der Krafffuttereinsatz dank hochwertigerem Grundfutter auf das Niveau des Zielwerts reduziert werden, was in einem höheren Bruttobetriebsüberschuss pro Hektare resultieren wird.

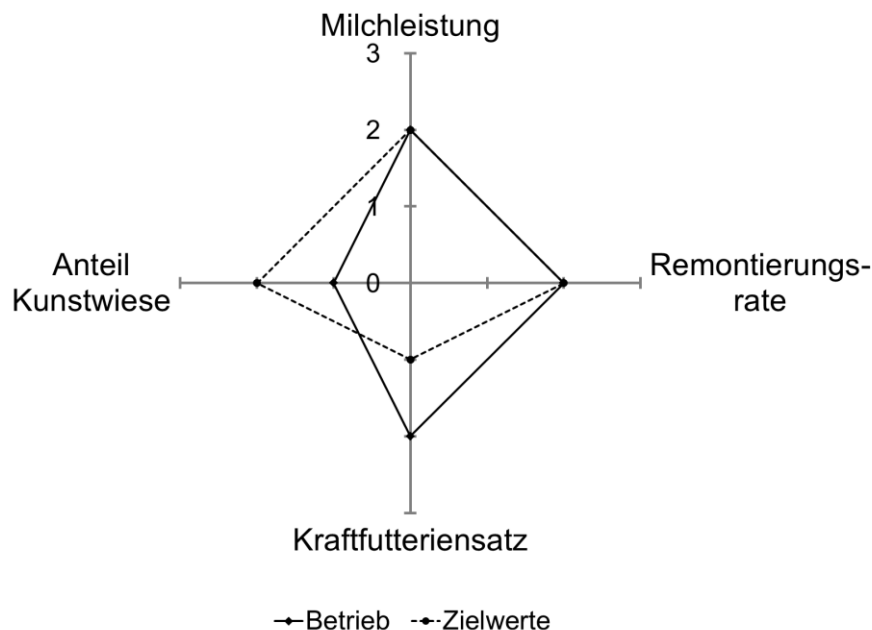


Abb. 3: Diagnoseradar als Bestandteil der Beratungsinstrumente

Schlussfolgerungen

Die Resultate zeigen, dass eine Adaption der in Frankreich entwickelten Beratungsmethode im Rahmen einer grenzüberschreitenden Zusammenarbeit auf die Gebiete des Schweizer Juras möglich ist. Trotz den vergleichbaren klimatischen Rahmenbedingungen unterscheiden sich die in der Schweiz identifizierten erfolgsbestimmenden Faktoren zum Teil wesentlich von denen im benachbarten Departement Doubs. Im Unterschied zur Schweiz trägt in Frankreich die Wiesendüngung mit mineralischem Stickstoff, der Anteil an Feldkulturen sowie die Remontierungsrate einen bedeutenden Teil zur Erklärung des Bruttobetriebsüberschusses bei (ROUMET und CASSEZ, 2011).

Die in der Schweiz deutlich intensivere Bewirtschaftung des Grünlandes mit den damit verbundenen höheren Flächenleistungen kann diese Unterschiede teilweise erklären. Gestützt auf eine Flächenleistungslimite von 4'600 kg Milch/ha LN im Rahmen des Pflichtenheft für den Comté AOC (Appellation d'Origine Contrôlée) begünstigen die weniger intensiven Milchproduktionssysteme der Franche-Comté zusätzliche Produktionszweige wie die Viehzucht oder Feldkulturen. Aufgrund der hohen Preise für Kraftfutter ist in der Schweiz ein eher haushälterischer Umgang mit dem Kraftfutter die Regel. Hohe Milchleistungen sind deshalb meist nur dank der Produktion von qualitativ hochwertigem Grundfutter mit einer entsprechend intensiven Bewirtschaftung des Grünlandes möglich.

Die grenzüberschreitende Zusammenarbeit ermöglichte den Wissensaustausch und gemeinsame Fortschritte. Die nächsten Schritte in der Weiterentwicklung der Beratungsmethode beinhalten die Erweiterung der Stichprobe im schweizerischen Untersuchungsgebiet zur gezielten Validierung des Klassifizierungsschemas, die Anwendung der Methode in zusätzlichen benachbarten Regionen, gezielte Untersuchungen zu den Unterschieden in der Grundfutterproduktion zwischen Frankreich und der Schweiz sowie die Schulung von Betriebsleitern und Entscheidungsträgern.

Literatur

- LAUTENSCHLAGER, S. (1975): Wärmegliederung der Schweiz aufgrund phänologischen Geländeaufnahmen in den Jahren 1969 bis 1973. *Service topographique fédéral*
- MOSIMANN, E., MEISSER, M., DELÉGLISE, C. & JEANGROS, B. (2012): Das Futterpotenzial der Juraweiden. *Agrarforschung Schweiz* 3 (11–12): 516–523.
- ROUMET, J.P. und CASSEZ, M. (2012): Facteurs de variation de l'efficience économique des exploitations lait AOC du Doubs et typologie des systèmes. *Rencontres Recherches Ruminant* 18, 27 - 30.
- WINCKLER L., CUTULLIC, E. & AEBY, P. (2012): Effizienz der Futterbauflächen für die Milchproduktion im Kanton Freiburg. *Agrarforschung Schweiz* 3 (2): 74-81.

Kalkdüngung zu Grünland - Versuchsergebnisse von zwei bayerischen Standorten

Diepolder, M. und Raschbacher, S.

Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

Michael.Diepolder@lfl.bayern.de

Einleitung und Problemstellung

Im Jahre 2000 wurden im Rahmen des VDLUFA-Standpunkts „Bestimmung des Kalkbedarfs von Acker- und Grünlandflächen“ Richtwerte für das Rahmenschema zur Kalkbedarfsermittlung in Deutschland veröffentlicht. Bis zum Jahre 2004 erfolgte in Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Sachsen und Thüringen für Grünland eine Anpassung dieser Richtwerte hin auf süddeutsche Verhältnisse. Ergebnis war und ist bis dato eine gemeinsame Kalkbedarfsempfehlung für Grünland in der Fachberatung dieser fünf Bundesländer, insbesondere was den Bereich optimaler pH-Werte und der hierbei veranschlagten Erhaltungskalkung für die einzelnen Bodenartengruppen betrifft. Begleitend dazu wurden in einigen der genannten Bundesländer von den Landesfachbehörden neue Kalkdüngungsversuche auf Grünland angelegt, welche als Langzeitversuche konzipiert sind. Im Beitrag werden die wichtigsten Versuchsergebnisse zur Wirkung von Kalkdüngung auf Grünland dargestellt, welche in einem Zeitraum von 10-11 Jahren auf zwei hinsichtlich der Bodenart (leicht bis mittelschwer) ähnlichen, jedoch ansonsten stark unterschiedlichen bayerischen Standorten (Allgäu und Vorderer Bayerischer Wald) gewonnen wurden. Anhand des Vergleichs der pH-Werte, Erträge, Pflanzenbestände, Futterqualitäten und des Mineralstoffmusters von Varianten mit unterschiedlichen Kalkdüngungsmaßnahmen (Kalkart, Kalkmenge, Kalkhäufigkeit) sollen Aussagen getroffen werden, ob und inwieweit bei intensiv genutztem Grünland mit hohen Anteilen an Deutschem Weidelgras bzw. Wiesenfuchsschwanz eine Kalkung notwendig bzw. sinnvoll ist. Dies vor allem, wenn die Bestände weitgehend regelmäßig mit Gülle gedüngt werden, was wohl für sehr viele süddeutsche Betriebe zutrifft.

Material und Methoden

Tabelle 1 gibt einen Überblick zu beiden Versuchsstandorten, in Tabelle 2 sind die Versuchsvarianten aufgeführt. Diese wurden randomisiert in vierfacher Wiederholung angelegt. Mit Ausnahme der Varianten 7 und 8 am Spitalhof mit rein mineralischer Düngung (N-Düngung als Ammonsulfatsalpeter in Höhe von $175\text{-}180\text{ kg N ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$, aufgeteilt auf 4 Einzelgaben; PK-Düngung als Superphosphat mit $120\text{ kg P}_2\text{O}_5\text{ ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$ plus Kornkali mit $300\text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}\text{ a}^{-1}$) ist beiden Versuchskonzepten gemeinsam, dass die Düngung aller übrigen Varianten überwiegend mit Gülle erfolgte, ergänzt durch KAS. Hierbei wurden am Spitalhof mit $3\times 20\text{ m}^3$ dünner Rindergülle (4,6% TS) und einer KAS-Gabe von $40\text{-}50\text{ kg N ha}^{-1}$ jährlich pro Hektar durchschnittlich $180\text{ kg N}_{\text{gesamt}}$, davon nach LFL (2012) $155\text{ kg N}_{\text{anrechenbar}}$ sowie $70\text{ kg P}_2\text{O}_5$ und $175\text{ kg K}_2\text{O}$ gedüngt. In Exlarn erfolgte die NPK-Düngung im ersten Versuchsjahr (2002) aufgrund der damals fehlenden Versuchsgüllentechnik ausschließlich mineralisch mit 4xKAS sowie Superphosphat und Kainit, dagegen in den Folgejahren 2003-2010 mit je $3\times 15\text{ m}^3$ Rindergülle (7,4% TS) u. einer KAS-Gabe mit 40 kg N ha^{-1} . Durchschnittlich wurden in Exlarn pro Hektar jährlich rund $180\text{ kg N}_{\text{gesamt}}$, davon $145\text{-}150\text{ kg N}_{\text{anrechenbar}}$ sowie $70\text{ kg P}_2\text{O}_5$ und $170\text{ kg K}_2\text{O}$ gedüngt. Auf beiden Standorten wurde die Höhe der Düngung im Vergleich zur veranschlagten N-Abfuhr bei vier- bis fünfmaliger Schnittnutzung (LFL 2012) knapp bemessen um ggf. ertragswirksame Kalkeffekte (Kleeanteil, Mineralisierung) nicht zu überdecken. In Tabelle 2 sind die im gesamten Untersuchungszeitraum gegebenen Kalkmengen (siehe rechte Spalte) stets als CaO-Äquivalente ausgewiesen, auch bei den Kalkformen Algenkalk (Exlarn, Spitalhof, Var. 5; Algenkalk granuliert mit 70% CaCO_3 und 6% MgCO_3) sowie kohlensaurem Magnesiumkalk (Exlarn, Var. 2, 60,5 % CaCO_3 und 31,6 % MgCO_3). Dabei wurde folgende Umrechnung zugrunde gelegt: $\text{CaCO}_3\times 0,65 = \text{CaO}$; $\text{MgCO}_3\times 0,48 = \text{MgO}$; $\text{MgO}\times 1,39 = \text{CaO}$.

Die statistische Verrechnung der Parameter erfolgte mit SAS und Anwendung des SNK-Tests ($\alpha = 0.05$). Auf statistisch signifikante Unterschiede wird aus Übersichtsgründen nicht in den Tabellen, sondern im Text hingewiesen.

Tab. 1: Charakterisierung der Versuchsstandorte Spitalhof und Exlarn

Standort Lkr. Erzeugungsgebiet	Spitalhof Kempten Allgäuer Alpenvorland	Exlarn Straubing-Bogen Westlicher Vorwald des Bayerischen Waldes
Höhenlage [m]	730	460
Jahresdurchschnittstemperatur [°C] ¹⁾	8,2	8,6
Mittlerer Jahresniederschlag [mm] ¹⁾	1.165	870
Geologische Formation	Würmeiszeitl. Moräne	Granitverwitterung
Sand/Schluff/Tonanteil _{0-20 cm} [%]	41 / 47 / 12	53 / 38 / 9
Bodenart _{0-20 cm}	Schluffig-lehmiger Sand (Slu)	Mittel lehmiger Sand (Sl3)
Bodentyp	Braun-/Parabraunerde	Ranker
Bodenuntersuchung ²⁾ [0-10 cm Tiefe]		
Humusgehalt _{0-10 cm} [%]; C/N	8,3; 10:1	4,1; 9:1
pH _{CaCl2}	~5,3	~5,3
P ₂ O ₅ _{CAL} [mg/100 g Boden]	13 (C)	5 (B)
K ₂ O _{CAL} [mg/100 g Boden]	19 (C)	8 (B)
Mg _{CaCl2} [mg/100 g Boden]	27 (D)	14 (C)
Grünlandbestand: Artenanteile ²⁾		
Gräser/Kräuter/Leguminiosen [% FM]	89 / 6 / 5	86 / 10 / 4
Hauptbestandsbildner	Dt. Weidelgras	Wiesenfuchsschwanz; Bastard-Weidelgras
Schnitte pro Jahr	5	4

1) Mittel im Versuchszeitraum: 2002-2012/2011

2) Zu Versuchsbeginn

Tab. 2: Versuchsvarianten am Spitalhof (2002-2012) und Exlarn (2002-2011)

Var.	Jährliche Basisdüngung	Kalkdüngung am Spitalhof im Versuchszeitraum	Σ CaO [dt/ha]
1	3 x Gülle + KAS ¹⁾	Ohne Kalk	0
2	3 x Gülle + KAS ¹⁾	Kohlensaurer Kalk; Ab 2005 8 x 2,5 dt CaO/ha	20
3	3 x Gülle + KAS ¹⁾	Kohlensaurer Kalk; 7 dt CaO/ha in 2002, 2006, 2010	21
4	3 x Gülle + KAS ¹⁾	Kohlensaurer Kalk, 10 dt CaO/ha in 2002, 2006, 2010	30
5	3 x Gülle + KAS ¹⁾	Algenkalk; jedes 2. Jahr; 6 x 2,6 dt CaO/ha ³⁾	15,5
6	3 x Gülle + KAS ¹⁾	Brantkalk, gekörnt, 10 dt CaO in 2002, 2006, 2010	30
7	ASS + PK ²⁾	Ohne Kalk	0
8	ASS + PK ²⁾	Kohlensaurer Kalk alle 3 Jahre; 4 x 10 dt CaO/ha	40

Var.	Jährliche Basisdüngung	Kalkdüngung in Exlarn im Versuchszeitraum	Σ CaO [dt/ha]
1	3 x Gülle + KAS ¹⁾	Ohne Kalk	0
2	3 x Gülle + KAS ¹⁾	Kohlensaurer Mg-Kalk ²⁾ ; In 2002 9,70 dt CaO/ha, ab 2006 7 x 4,05 dt CaO/ha	34
3	3 x Gülle + KAS ¹⁾	Kohlensaurer Kalk; Je 7 dt CaO/ha in 2002 und 2006	14
4	3 x Gülle + KAS ¹⁾	Kohlensaurer Kalk; Je 10 dt CaO/ha in 2002 und 2006	20
5	3 x Gülle + KAS ¹⁾	Algenkalk; jedes 2. Jahr; 5 x 2,6 dt CaO/ha ³⁾	13

Hinweis zu ^{1, 2, 3}: Siehe Text Material und Methoden

Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 3 sind die wichtigsten Versuchsergebnisse als jeweilige Mittel des elfjährigen (Spitalhof) bzw. zehnjährigen Versuchszeitraums (Exlarn) dargestellt. Rohprotein- und Mineralstoffgehalte sind dabei als gewichtete Mittel mit Berücksichtigung des Ertragsanteils der Schnitte angegeben.

Tab. 3: Ergebnisse Spitalhof (Mittel 2002-2012) und Steinach (Mittel 2002-2011)

Var.	Σ CaO [dt ha ⁻¹]	pH _{CaCl2}	Ø Futter- wertzahl	Ertrag		Rohprotein- und Mineralstoffgehalte				
				TM	XP	XP	Ca	Mg	K	P
				[dt ha ⁻¹]		[g kg ⁻¹ TM]				
Var.	Spitalhof									
1	0	5,2	7,34	103,8	18,7	181	8,5	3,3	21,4	4,3
2	20	5,5	7,22	104,1	18,5	178	10,1	3,0	20,9	4,3
3	21	5,6	7,25	103,9	18,4	177	8,5	3,1	23,1	4,5
4	30	5,8	7,25	101,0	17,8	177	9,0	3,1	22,9	4,6
5	15,5	5,5	7,27	104,2	18,5	178	8,6	3,2	22,0	4,4
6	30	5,6	7,34	103,5	18,4	178	8,9	3,1	22,3	4,5
7	0	5,0	7,51	123,0	21,9	179	6,5	2,8	30,5	4,9
8	40	5,4	7,51	123,9	22,3	180	7,6	2,8	29,1	4,8
Var.	Exlarn									
1	0	5,4	5,92	105,1	14,3	138	7,9	3,0	20,0	2,7
2	34	5,6	5,90	103,8	13,9	136	8,5	3,7	19,5	2,8
3	14	5,4	5,90	105,9	14,1	136	8,9	2,9	19,9	2,8
4	20	5,5	5,96	105,3	14,0	135	8,5	2,9	19,7	2,8
5	13	5,4	5,92	105,4	14,1	136	8,2	2,9	19,3	2,7

Hinweise zu Tabelle 3:

- Ertragsverteilung in % TM am Spitalhof: 19:22:23:22:15; in Exlarn: 31:29:25:15, später 1. Schnitt
- pH Spitalhof Mittel aus 16 Messungen, Exlarn: Mittel aus 11 Messungen
- FwZ: Spitalhof und Exlarn: Mittel aus 5 Aufnahmen, 1. Aufwuchs
- Ø Energiegehalte in MJ NEL/kg TM: Spitalhof Var. 1-6: 6,43-6,49; Var. 7,8 6,32-6,33; Exlarn: 6,17

pH-Werte: Am Spitalhof lag der mittlere pH-Wert der Kontrollvariante 1, d. h. ohne gezielte Kalkdüngung, mit pH 5,2 knapp unterhalb der Gehaltsklasse C, die nach Faustzahlen (LFL, 2012) für schluffig-lehmige Sande bei etwa pH 5,4-5,7 angesetzt wird. Dagegen bewegte sich in Exlarn ein mittlerer pH-Wert von pH 5,4 bei Variante 1 innerhalb des für mittel-lehmige Sande veranschlagten optimalen pH-Bereichs von etwa pH 5,3-5,6. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass auf beiden Standorten bei güllebasierter Düngung auch ohne gezielte Kalkgaben über die Jahre hinweg keine Abnahme, vielmehr eine leichte Zunahme der pH-Werte (Spitalhof: $\text{pH} = 5,2 + 0,005 \text{ a}^{-1}$, n.s.; Exlarn $\text{pH} = 5,4 + 0,011 \text{ a}^{-1}$, n.s.) beobachtet werden konnte. Übereinstimmend mit den Ergebnissen von KERSCHBERGER und SCHRÖTER (2015) kam es damit bei vorwiegend organischer Düngung zu keiner Bodenversauerung, obwohl nach Faustzahlen für den Untersuchungszeitraum eine Erhaltungskalkung von rund 12-17 kg CaO/ha zu veranschlagen gewesen wäre, zuzüglich rund 2,5 dt CaO bei Berücksichtigung von Kalkverlusten (LFL 2012) durch die KAS-Ergänzung. Kalkung führte am Spitalhof zwar zur signifikanten Anhebung des pH-Werts (Var. 2-6 vs. Var. 1 bzw. Var 8 vs. Var 7), allerdings ließen sich Effekte zwischen den Kalkvarianten 2-6 nur teilweise absichern (Var. 4 vs. Var 2, 5). Dies ist umso bemerkenswerter, da die im Untersuchungszeitraum ausgebrachten Kalkmengen (siehe Tab. 3, 2. Spalte) um den Faktor 1,5-1,9 differierten und die Kalkzufuhr bei den Varianten 4 und 6 weit über der empfohlenen Erhaltungskalkung lag. In Exlarn betrug die Differenzen zwischen den mittleren pH-Werten der Varianten maximal 0,2 pH-Einheiten, signifikante pH-Unterschiede bestanden dabei nur zwischen Variante 2 mit der höchsten Kalkgabe im Versuch gegenüber den Varianten 1, 3 und 5.

Sowohl am Spitalhof als auch in Exlarn ließ sich nur bei Variante 2 (8 Kalkgaben im Untersuchungszeitraum) ein linearer Anstieg des pH-Werts (Spitalhof: $\text{pH} = 5,2 + 0,058 a^{-1}$; $r^2 = 0,47$; Exl. $\text{pH} = 5,4 + 0,050 a^{-1}$; $r^2 = 0,38$) signifikant abgesichern. Insgesamt beeinflusste Kalkung den pH-Wert in Exlarn weit weniger als am Spitalhof, obwohl in Exlarn der Standort etwas leichter und deutlich niederschlagsärmer war. So lag in Exlarn die durchschnittliche Kalkwirkung nur bei +0,04 (max. 0,07) pH-Einheiten pro im Untersuchungszeitraum gegebener Tonne CaO, dagegen am Spitalhof bei +0,16 (max. ca. 0,2) pH-Einheiten pro Tonne CaO.

Pflanzenbestand, Ertrag: Im Gegensatz zum pH-Wert konnten auf beiden Standorten durch Kalkdüngung unterschiedlichster Art und Höhe weder die Erträge noch der botanische Futterwert angehoben werden. Unverändert (hier nicht eigens dargestellt) blieb der Anteil an Gräsern, Klee und Kräutern. Auffallend ist ferner, dass am Spitalhof die Variante 4 mit einer Kalkdüngung weit über der Empfehlung (LFL 2012) zwar höchsten pH-Wert, jedoch tendenziell den niedrigsten TM-Ertrag und den signifikant niedrigsten XP-Ertrag aufwies. Am Spitalhof erzielten die beiden mineralisch gedüngten Varianten 7 und 8 (bei insgesamt höherer Düngung) den höchsten Ertrag und lagen auch in der Futterwertzahl etwas über den Güllevarianten. Dabei ist bemerkenswert, dass auch bei der gezielt sauer gedüngten Variante 7 der Ertrag und die Futterwertzahl trotz des sehr niedrigen pH-Wertes von 5,0 sehr hoch lagen und auch hier Kalk (Var. 8) bisher keine weitere Verbesserung brachte. Das gleiche Resultat zeigte auch ein weiterer Versuch am Spitalhof (DIEPOLDER *et al.*, 2006). Demgegenüber traten bei einem über 50jährig mineralisch gedüngtem Grünlanddauerversuch in Rotthalmünster eindeutig negative Effekte durch eine langjährig saure Düngung hinsichtlich pH-Wert, Humusqualität, Pflanzenbestand und Ertrag und damit positive Kalkeffekte auf (SCHNELLHAMMER und SIRCH, 2015; 2006, zit. bei DIEPOLDER *et al.*, 2006).

Rohprotein und Mineralstoffgehalte: Auf beiden Standorten bewirkte die Kalkdüngung keine Steigerung der Rohproteingehalte im Futter sowie nur teilweise Veränderungen im Mineralstoffmuster. Signifikante Unterschiede zwischen den Varianten beschränkten sich dabei am Spitalhof meist auf die Art der NPK-Düngung (Spitalhof: Var. 2 vs. 7 bei Ca; Var 1-6 vs. Var 7, 8 bei Mg und K, Var 7 vs. 1, 2, 5 bei P). In Exlarn lagen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten beim Ca (Var. 3 vs. 1, 5) vor. Variante 2 mit der höchsten Mg-Düngung hatte in Exlarn auch den höchsten Mg-Gehalt, während der Grund für die generell recht niedrigen P-Gehalte vermutlich der späte erste Schnitt sowie die niedrige P-Versorgung des Bodens (siehe auch Tab 1) sind.

Schlussfolgerungen

Bei zwei hinsichtlich der Bodenart (leicht bis mittelschwer) ähnlichen, jedoch ansonsten stark unterschiedlichen Standorten (Allgäu und Bayerischer Wald) mit 5 bzw. 4 Schnitten pro Jahr zeigten sich durch unterschiedliche Kalkungsstrategien (Kalk-Menge, Art, Verteilung) in Ergänzung zur Gülle-/ KAS-Düngung zwar teilweise Auswirkungen auf den pH-Wert, jedoch waren positive Effekte auf Pflanzenbestand, Futterwertzahl und Ertrag nicht nachweisbar. Hinsichtlich künftiger länderübergreifender Kalkdüngungsempfehlungen für Grünland ergeben sich daraus erste Anhaltspunkte, zumindest für leicht bis mittlere Bodenartgruppen die empfohlenen optimalen pH-Bereiche und die zu veranschlagende Erhaltungskalkung keinesfalls zu erhöhen, vielmehr neu zu diskutieren, insbesondere wenn die Düngung auf Grünland vorwiegend organisch erfolgt.

Literatur

- DIEPOLDER, M., JAKOB, B. & RASCHBACHER, S. (2006): Dauerversuch zur Wirkung saurer und alkalischer Düngung im Grünland. Tagungsband der 50. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau (AGGF). Hsg: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Schriftenreihe 17/2006, 166-169
- KERSCHBERGER und M, SCHRÖTER, H. (2015): Von wegen sauer! DLG-Mitteilungen 3/2015, 26-29
- LFL, BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (2012): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland – Gelbes Heft; 10. unveränderte Auflage 2012 (mit aktualisiertem Anhang), LfL-Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan
- SCHNELLHAMMER, R und SIRCH, J. (2015): Grünlandversuche – statischer Dauerdüngungsversuch mit physiologische alkalisch und physiologisch sauer wirkenden Düngern, Versuchsanlage 1961. In: Versuchsbericht der Höheren Landbauschule Rotthalmünster, 210-213

Luzerneetablierung auf leichten Sandstandorten ?

Herrmann, A.¹, Pils, M.¹, Wiermann, C.², Hinrichsen, H.C.², Ingwersen, B.³ & Taube, F.¹

¹ Grünland und Futterbau/Ökologischer Landbau, CAU Kiel, 24118 Kiel

² Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, 24768 Rendsburg

³ Norddeutsche Pflanzenzucht, Hans Georg Lembke KG, 24363 Holtsee

aherrmann@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Der Ackerfutterbau mit Leguminosen in Rein- oder Mischbeständen gewinnt im Hinblick auf die EU-Agrarreform an Interesse. Die betrifft sowohl den Aspekt der Anbaudiversifizierung als auch die Anrechnung ökologischer Vorrangflächen, wobei Rotklee und Luzerne die für den Ackerfutterbau relevantesten Kulturen aus dem Portfolio der stickstoffbindenden Pflanzen sind. Im nordwestdeutschen Raum stellt Rotklee einen Hauptbestandteil von Kleeegrasmischungen dar. Auch Luzerne, charakterisiert durch hohe Rohproteingehalte, kann zum Ersatz von Eiweißkonzentratfuttermitteln beitragen und die hohe Strukturwirkung wirkt sich insbesondere in stärkereichen Rationen positiv auf die tierische Leistung aus (BULANG *et al.*, 2011; ETTLE *et al.*, 2011). In Nordwestdeutschland kommt dem Anbau von Luzerne jedoch keine große Bedeutung zu, hauptsächlich aufgrund ihrer Ansprüche an den pH-Wert des Bodens (MAHONEY *et al.*, 1981). Geringe pH-Werte führen u.a. zu einer reduzierten N-Fixierung, die Nodulierung kann jedoch durch Kalkgaben signifikant gesteigert werden, wie Untersuchungen aus Australien und Amerika belegen (HOYT *et al.*, 1987; RICHARDSON *et al.*, 1988).

Ziel eines in Kooperation mit der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein und der Norddeutschen Pflanzenzucht durchgeführten Projektes war es daher, den Effekt einer Kalkung (ohne, Kopfkalkung, Kalkeinarbeitung) auf den Erfolg der Luzerneetablierung auf einem leichten Sandstandort zu analysieren. In der vorliegenden Studie werden Leistungsparameter des Ansaatjahres präsentiert.

Material und Methoden

Die Studie basiert auf einem Feldversuch, der Ende März 2014 in Form einer dreifaktoriellen Blockanlage mit vier Wiederholungen (Parzellengröße 3 m x 8 m) am Standort Schuby (Podsol, pH 4.97), Geest, angelegt wurde. Als Versuchsfaktoren wurden der Bestandestyp (Luzerneineinsaat, Luzerne/Rohrschwengel-Gemenge), die Kalkversorgung (ohne, Kopfkalk, Kalk eingearbeitet) und die Beimpfung von Luzerne mit Rhizobien (mit/ohne) geprüft, siehe Tab. 1. Die Grundnährstoffversorgung erfolgte nach guter fachlicher Praxis (240 kg K₂O ha⁻¹, 83 kg P₂O₅ ha⁻¹, 86 kg MgO ha⁻¹, 70 kg S ha⁻¹, eine N-Düngung in Höhe von 200 kg N ha⁻¹ (100-60-40) wurde lediglich zur Referenz Dt. Weidelgras (Twymax; Kalk eingearbeitet) appliziert, welche im Versuch mitgeführt wurde. Aufgrund stärkerer Verunkrautung erfolgte ein Schröpfungsschnitt am 17.6.2014 und geringe Niederschläge erforderten eine einmalige Bewässerungsgabe von 20 mm im ersten Aufwuchs. Im Etablierungsjahr wurden die Ertragsleistung und Futterqualität in drei Schnitten erfasst (21.7.2014, 3.9.2014, 15.10.2014), sowie im ersten Aufwuchs der Feldaufgang, pH-Wert des Bodens und die Bodenbedeckung (Digitalfotos und Bildanalyse-Software) ermittelt. In ausgewählten Varianten wurde darüber hinaus die Wurzelmasse mittels der ingrowth-core Methode (STEINGROBE *et al.*, 2000) quantifiziert, wobei die Wurzelsäckchen am 16.5. in den Boden eingebracht und zum ersten Schnitt entnommen wurden. Im ausgewaschenen Wurzelmaterial wurde der Rhizobienbesatz durch Auszählung erfasst.

Die statistische Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgte mittels SAS 9.2 unter Verwendung gemischter Modelle, wobei die geprüften Faktoren und Interaktionen als fix und der Block als zufällig angenommen wurden. Multiple Mittelwertvergleiche wurden mittels Tukey-Test bzw. t-Test mit Bonferroni-Holm-Adjustierung vorgenommen. Für die Analyse des Effektes der Kalk-Zufuhr auf die Anzahl Wurzelknöllchen wurde aufgrund der Datenstruktur (Nichtnormalverteilung, Varianzinhomogenität) ein Kruskal-Wallis-Test mit anschließenden multiplizitätsadjustierten paarweisen Vergleichen

chen nach KONIETSCHKE *et al.* (2012) mittels des Paketes nparcomp (KONIETSCHKE, 2012) in R (2014) durchgeführt.

Tab. 1: Geprüfte Faktoren und Faktorstufen

Faktor	Faktorstufe
1. Bestandestyp	1.1 Luzernereinbestand (Sorte Daphne (früh), 20 kg ha ⁻¹)
	1.2 Luzerne/Rohrschwengel-Gemenge (15 kg ha ⁻¹ Daphne, 20 kg ha ⁻¹ Tower (spät))
2. Kalkversorgung	2.1 ohne
	2.2 Kopfkalkung (15 dt ha ⁻¹ Coccolithenkalk (85% CaCO ₃ , > 90% Reaktivität))
	2.3 Kalk eingearbeitet (15 dt ha ⁻¹ Coccolithenkalk)
3. Rhizobieninokulation	3.1 ohne
	3.2 mit

Ergebnisse und Diskussion

Der pH-Wert des Bodens wurde erwartungsgemäß signifikant von der Kalkzufuhr beeinflusst. Die Varianten mit eingearbeiteter Kalkdüngung wiesen einen Monat nach der Kalkgabe im Mittel über die Bestandestypen und Impfvarianten einen um 0.3 Einheiten höheren pH-Wert auf als die Kontrollvarianten (pH 4.97). Bei den Prüfgliedern, welche eine Kopfkalkung erhielten, wurde der pH-Wert nach Bodentiefen (0-5 cm, 5-20 cm) differenziert. In der obersten Bodenschicht wurde der pH-Wert durch Kopfkalkung auf einen Wert von 5.74 angehoben und war damit signifikant erhöht gegenüber der darunter liegenden Schicht (pH 5.14). Ein Effekt der Rhizobieninokulation war ebenfalls gesichert, mit einem geringeren pH (5.35) in den beimpften im Vergleich zu den nicht beimpften Varianten (pH 5.54). Dies ist vermutlich auf den verbesserten Aufgang der Luzerne nach Kopfkalkung zurückzuführen (Abb. 1) und die durch den höheren Luzerneanteil im Bestand gesteigerte Ausscheidung von Protonen in den Wurzelraum (HINSINGER *et al.*, 2003). Die Varianten Kalkeinarbeitung und Kontrolle wiesen keine Differenzen hinsichtlich des Aufgangs auf

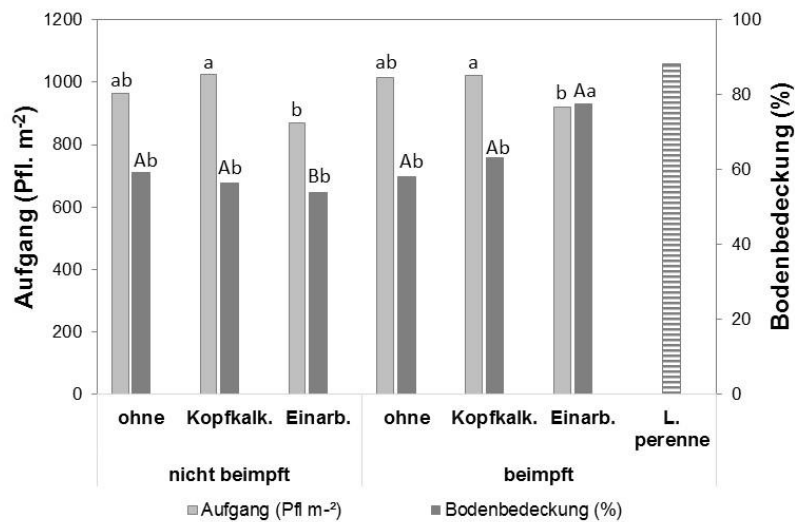


Abb. 1: Einfluss von Rhizobieninokulation und Kalkversorgung auf Aufgang (Pflanzen m⁻²), erhoben vier Wochen nach Saat, und Bodenbedeckung (%) ermittelt am 11.6.2014. Kleinbuchstaben kennzeichnen Mittelwertunterschiede zwischen Kalkvarianten innerhalb einer Impfvariante, Großbuchstaben Mittelwertdifferenzen zwischen Impfvarianten innerhalb einer Kalkbehandlung. Die Bodenbedeckung von Dt. Weidelgras (Referenz) wurde nicht in die statistische Auswertung einbezogen.

Der verbesserte Aufgang nach Kopfkalkung resultierte jedoch nicht in einer erhöhten Bodenbedeckung, welche drei Wochen später ermittelt wurde. Vielmehr wies die Varianzanalyse eine signifikante Interaktion Impfung × Kalkzufuhr aus. Während bei nicht erfolgter Rhizobieninokulation die Art der Kalkzufuhr keinen Effekt auf die Höhe der Bodenbedeckung aufwies, zeigte nach Inokulation die Variante Kalkeinarbeitung eine signifikant höhere Bodenbedeckung als die Kontrolle und

Kopfkalkung. Dies ist vermutlich auf die höhere Abundanz von Rhizobienbakterien in dieser Variante zurückzuführen (Tab. 2). Geringe pH-Werte führen zu einer Störung der Signaltransduktion von Rhizobien und Wirtspflanzen. Eine eingeschränkte Sekretion pflanzlicher Flavonoide verhindert auf Seiten der Rhizobien die Expression von Nodulations-Genen zur Produktion des Nodulationsfaktors (Lipo-Chitooligosaccharide) und resultiert damit in einer Unterbrechung nachgeschalteter Prozesse (FERGUSON *et al.*, 2013). Weiterhin kann die Einwirkung phytotoxischer AI-Formen nicht ausgeschlossen werden, wie die tendenziell reduzierte Wurzelmasse der Varianten ohne Kalk und Kopfkalk andeutet.

Tab. 3: Einfluss der Kalkversorgung auf die Wurzelrockenmasse (dt ha⁻¹) und den Besatz mit Wurzelknöllchen (in 1000 m² u. 30 cm Bodentiefe). Kleinbuchstaben kennzeichnen Mittelwertunterschiede zwischen Kalkvarianten.

	Wurzelmasse (dt ha ⁻¹)	Wurzelknöllchen (Tsd m ² und 30 cm Bodentiefe)
ohne Kalk	6.78 ^a	0 ^b
Kopfkalk	9.82 ^a	37.99 ^a
Kalk eingearbeitet	11.99 ^a	52.81 ^a

Tab. 4: Einfluss von Rhizobieninokulation und Kalkversorgung auf TM-Ertrag (dt ha⁻¹), N-Ertrag (kg N ha⁻¹), Energieertrag (GJ NEL ha⁻¹) und den Anteil nicht angesäeter Arten (%) im ersten Aufwuchs (Mittel über Bestandestyp). Kleinbuchstaben kennzeichnen Mittelwertunterschiede zwischen Kalkvarianten innerhalb einer Impfvariante, Großbuchstaben Mittelwertdifferenzen zwischen Impfvarianten innerhalb einer Kalkbehandlung. Dt. Weidelgras wurde nicht in die statistische Auswertung einbezogen.

	TM-Ertrag (dt ha ⁻¹)	N-Ertrag (kg N ha ⁻¹)	Energieertrag (GJ NEL ha ⁻¹)	Anteil nicht angesäeter Arten
nicht beimpft				
ohne Kalk	6.33 ^{Ab}	11.1 ^{Ab}	3.83 ^{Ab}	0.86 ^{Ab}
Kopfkalk	4.90 ^{Ab}	8.9 ^{Ab}	2.95 ^{Ab}	0.86 ^{Ab}
Kalk eingearb.	6.67 ^{Bb}	12.9 ^{Bb}	4.06 ^{Bb}	0.87 ^{Bb}
beimpft				
ohne Kalk	5.92 ^{Ab}	10.7 ^{Ab}	3.56 ^{Ab}	0.78 ^{Ab}
Kopfkalk	7.59 ^{Ab}	16.7 ^{Ab}	4.78 ^{Ab}	0.70 ^{Ab}
Kalk eingearb.	13.65 ^{Aa}	44.2 ^{Aa}	8.69 ^{Aa}	0.26 ^{Aa}
Dt. Weidelgras	15.42	33.3	10.02	0.57

Der Bestandestyp hatte aufgrund der langsamen Jugendentwicklung des Rohrschwingels (EASTON *et al.*, 1994) keinen Effekt auf die Bodenbedeckung. Folglich war auch kein Effekt des Bestandestyps auf den TM-Ertrag, den N-Ertrag, den Energieertrag und den Anteil nicht angesäeter Arten abzusichern, sondern es zeigte sich stets eine signifikante Interaktion von Impfung × Kalkzufuhr. Die Kombination von Rhizobieninokulation und Einarbeitung förderte, wie bereits dargestellt, das Wachstum der Luzerne und führte zu einer Unterdrückung nicht angesäeter Arten (Tab. 4). Folglich erzielte diese Variante den höchsten TM-Ertrag. Auch der N-Gehalt war signifikant erhöht, was in einem höheren N-Ertrag resultierte. Ähnliche Effekte wurden von GREWAL (2010) berichtet. Die Energiedichte lag im Mittel bei 6.23 MJ NEL (kg TM)⁻¹ und wurde nicht durch die Prüffaktoren beeinflusst, so dass der Energieertrag die im TM-Ertrag beobachteten Effekte reflektiert. Der Unkrautdruck war relativ stark, was eventuell durch die vorhergehende mehrjährige Nutzung der Fläche als Maisselbstfolge bedingt ist. Insbesondere *Spergula arvensis* und *Chenopodium album*, die sich durch hohe Toleranz gegenüber geringen pH-Werten auszeichnen, wiesen eine hohe Abundanz auf. Rohrschwengel erreichte nur relative geringe Ertragsanteile in den Gemengen von 3-7%.

Auch im Jahres-TM-Ertrag zeigte sich eine signifikante Interaktion von Impfung × Kalkzufuhr, während der Bestandestyp wiederum keinen Effekt hatte. Nur in den beimpften Varianten war eine klare Abstufung (Kalk eingearbeitet > Kopfkalkung > ohne Kalk) erkennbar. Über die Kombination von Beimpfung und Kalkeinwirkung konnte eine ähnliche Ertragsleistung erzielt werden wie mit der im Versuch mitgeführten Dt. Weidelgras-Referenz.

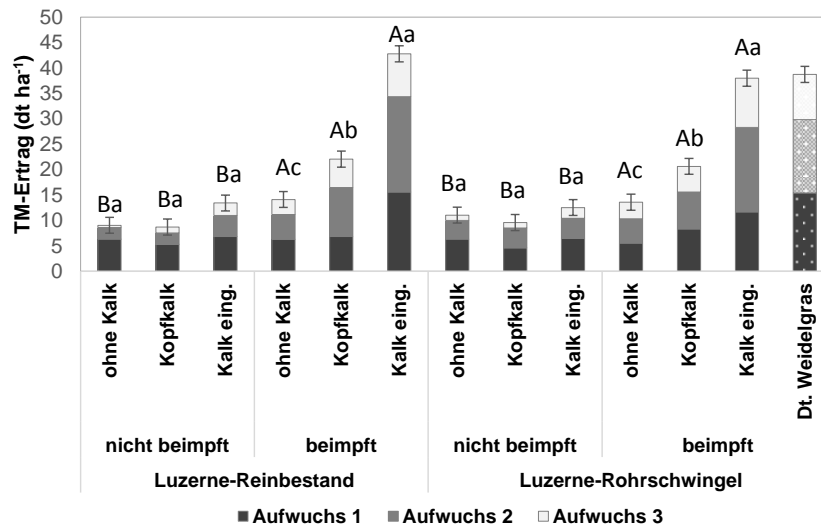


Abb. 2: Einfluss von Bestandestyp, Rhizobieninokulation und Kalkversorgung auf den Jahres-TM-Ertrag (dt ha⁻¹). Kleinbuchstaben kennzeichnen Mittelwertunterschiede zwischen Kalkvarianten innerhalb Impfvariante × Bestandestyp, Großbuchstaben Mittelwertdifferenzen zwischen Impfvarianten innerhalb Kalkbehandlung × Bestandestyp. Dt. Weidelgras wurde nicht in die statistische Auswertung einbezogen.

Schlussfolgerungen

Durch die Kombination von Beimpfung und Kalkeinbringung kann eine sichere Etablierung von Luzerne auch auf leichten Geeststandorten erreicht werden. Die Untersuchungen, insbesondere im Hinblick auf die Durchwurzelungsintensität, werden im ersten Hauptnutzungsjahr weitergeführt.

Literatur

- BULANG, M., KLUTH, H., ENGELHARD, T., SPILKE, J. & RODEHUTSCORD, M. (2006): Studies on the use of lucerne silage as a forage source for high-yielding dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 90, 89-201.
- EASTON, H.S., LEE, C.K. & FITZGERALD, R.D. (1994): Tall fescue in Australia and New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 37, 405-417.
- ETTLER, T., OBERMAIER, A., WEINFURTNER, S. & SPIEKERS, H. (2011): Luzernesilage im Austausch gegen Grassilage bei der Milchkuh. http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/24972_luzernesilage_im_austausch_gg_grassilage.pdf.
- FERGUSON, B.J., LIN, M.-H. & GRESSHOFF, P.M. (2013): Regulation of legume nodulation by acidic growth conditions. *Plant Signaling & Behaviour* 8, e23426.
- GREWAL, H.S. (2010): Alfalfa responses to combined use of lime and limiting nutrients on an acidic soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 41, 2247-2263.
- HINSINGER, P., PLASSARD, C., TANG, C. & JAILLARD, B. (2003): Origins of root-mediated pH changes in the rhizosphere and their responses to environmental constraints: A review. *Plant and Soil* 248, 43-59.
- HOYT, P.B. and NYBORG, M. (1987): Field calibration of liming responses of four crops using soil pH, Al and Mn. *Plant and Soil* 102, 21-25.
- KONIETSCHKE, R. (2012): Package 'nparcomp'. <http://cran.r-project.org/web/packages/nparcomp/nparcomp.pdf>.
- KONIETSCHKE, R., HOTHORN, L.A. & BRUNNER, E. (2012): Rank-based multiple test procedures and simultaneous confidence intervals. *Electronic Journal of Statistics* 6, 738-759.
- MAHONEY, G.P., JONES, M.R. & HUNTER, J.M. (1981): Effect of lime on lucerne in relation to soil acidity factors. In *Proceedings of the 14th International Grasslands Congress*, 299-302, Lexington, Ky.
- RICHARDSON, A.E., HENDERSON, A.P., JAMES, G.S. & SIMPSON, J.R. (1988): Consequences of soil acidity and the effect of lime on the nodulation of *Trifolium subterraneum* L. growing in an acid soil. *Soil Biology & Biochemistry* 20, 439-445.
- STEINGROBE, B., SCHMID, H. & CLAASEN, N. (2000): The use of the ingrowth core method for measuring root production of arable crops – influence of soil conditions inside the ingrowth core on root growth. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 163, 617-622.

Insights into forage quality of grass-legume mixtures and monocultures as affected by nitrogen fertilization

Salama, H. and Nawar, A.

Crop Science Department – Faculty of Agriculture – Alexandria University

Aflaton Street, El-Shatby 21545 - Alexandria, Egypt

heba1942001@yahoo.com

Introduction

Nitrogen (N) is a major plant nutrient and plays an important role in the plant growth and development. N fertilization is a very important input in the Egyptian agricultural system. The quality of the produced forage in monocultures or binary mixtures is to a large extent affected by the rate of applied N. In grass-legume mixtures, the requirements of plants for N often cannot be fully satisfied through nitrogen fixation, therefore, this deficiency has to be compensated by mineral fertilizers. Main aim of the current study, therefore, was to analyze the variations in dry matter content and some forage quality parameters, namely; crude protein, carbohydrates, fiber fractions, cellulose and hemicellulose, under different levels of N fertilizer applications. Data set comprised two winter annual forage crops, namely; Egyptian clover (*Trifolium alexandrinum* L.) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) grown in monocultures and binary mixtures with different mixing rates. In this paper results of the linear and quadratic regression analysis for the tested N levels and quality parameters, as well as simple correlation analysis for the investigated parameters, for the first cut, will be presented and discussed.

Materials and Methods

Field experiments were conducted during the winter seasons of two successive years (2012-2013) at the experimental farm of the Faculty of Agriculture, Alexandria University in Alexandria, Egypt. Data set comprised two winter annual forage crops, namely; Egyptian clover (*Trifolium alexandrinum* L.) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) grown in monocultures and binary mixtures with three different mixing rates, and tested under three levels of N fertilizer applications (72, 107 and 143 kg N ha⁻¹) in three replicates. A split plot experimental design was used, where the main plots were assigned to the three N levels, while the forage monocultures and binary mixtures were tested in the sub plots. After determination of the dry matter (DM) content, forage quality was investigated in terms of neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) which were determined sequentially using the semiautomatic ANKOM apparatus (VAN SOEST *et al.*, 1991). The nitrogen content was traditionally analyzed by the Kjeldahl procedure (AOAC, 1990), and crude protein (CP) content was calculated from the N content (CP = N x 6.25). Carbohydrate content was determined using the phenol-sulfuric acid method as described by DUBOIS *et al.* (1956). Hemicellulose was then calculated by subtracting the ADF from the NDF, and cellulose was calculated by subtracting the lignin from the ADF. Linear and quadratic regression analyses for the tested N levels and quality parameters were investigated and curves were fitted using the CurveExpert 1.4, while multiple correlation analysis for the investigated parameters was done using the SPSS 18.

Results and Discussion

Table 1 revealed highly significant correlation among all the investigated parameters. Positive correlation was observed in case of correlations between DM content, carbohydrates, NDF, ADF, cellulose and hemicellulose contents. On the contrary negative correlations were recorded between the previously mentioned parameters and CP and ADL contents. Levels of structural and non structural carbohydrates increase with increasing plant maturity, this is usually associated with in-

crease in the DM content of the forage material. This could explain the positive correlation between the DM content and the carbohydrate parameters. On the other hand, protein content reached its highest levels in the young forage plants & decreases as the plants matures. Furthermore, the regression analysis presented in Figure 1, reveals that N levels did not affect, or slightly increased, DM, ADF, ADL, cellulose and hemicellulose contents of forage plants, either in pure stands or in mixtures. However crude protein was linearly increased with increasing N level, with minor effect of quadratic response. Both carbohydrate content and NDF content were significantly influenced by increasing N level with a decreasing rate of increase at higher levels of N application.

Conclusion

Significant correlation, either in the positive or negative directions, was observed among all the investigated parameters. The applied N applications exerted a significant positive effect on the protein content of the tested forages. On the other hand, no or slight effect of the N levels was observed in case of the carbohydrate and fiber components.

References

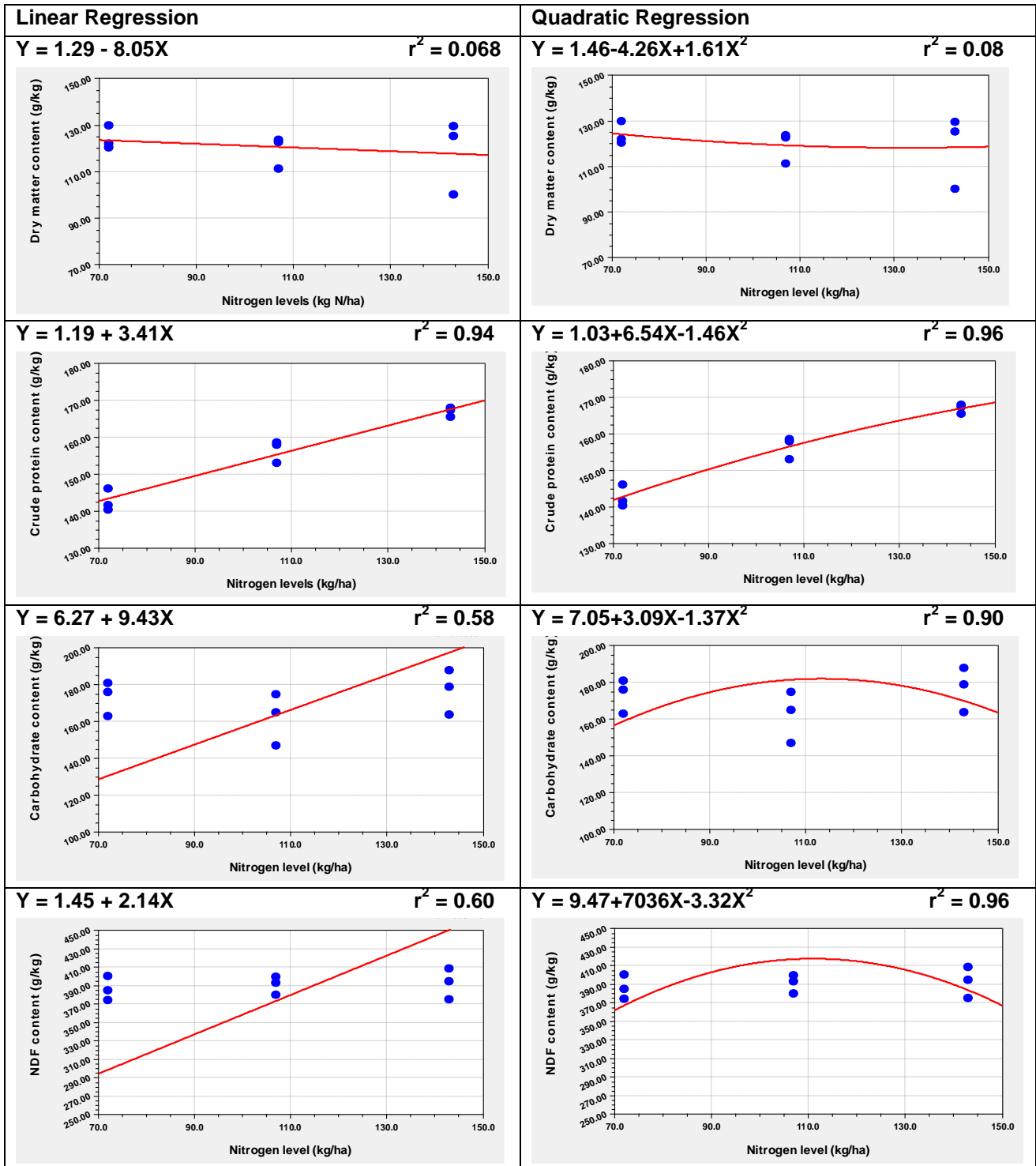
- AOAC. (1990): Official Methods of Analysis (15th Ed.) *Association of Official Analytical Chemists*. Arlington, VA.
- DUBOIS, M., GILLES, K., HAMILTON, J., REBERS, P. & SMITH, F. (1956): Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28, 350-356.
- STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES. SPSS Inc. Released 2009. PASW Statistics for Windows, Version 18.0. Chicago: SPSS Inc.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B. & LEWIS, B.A. (1991): Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.

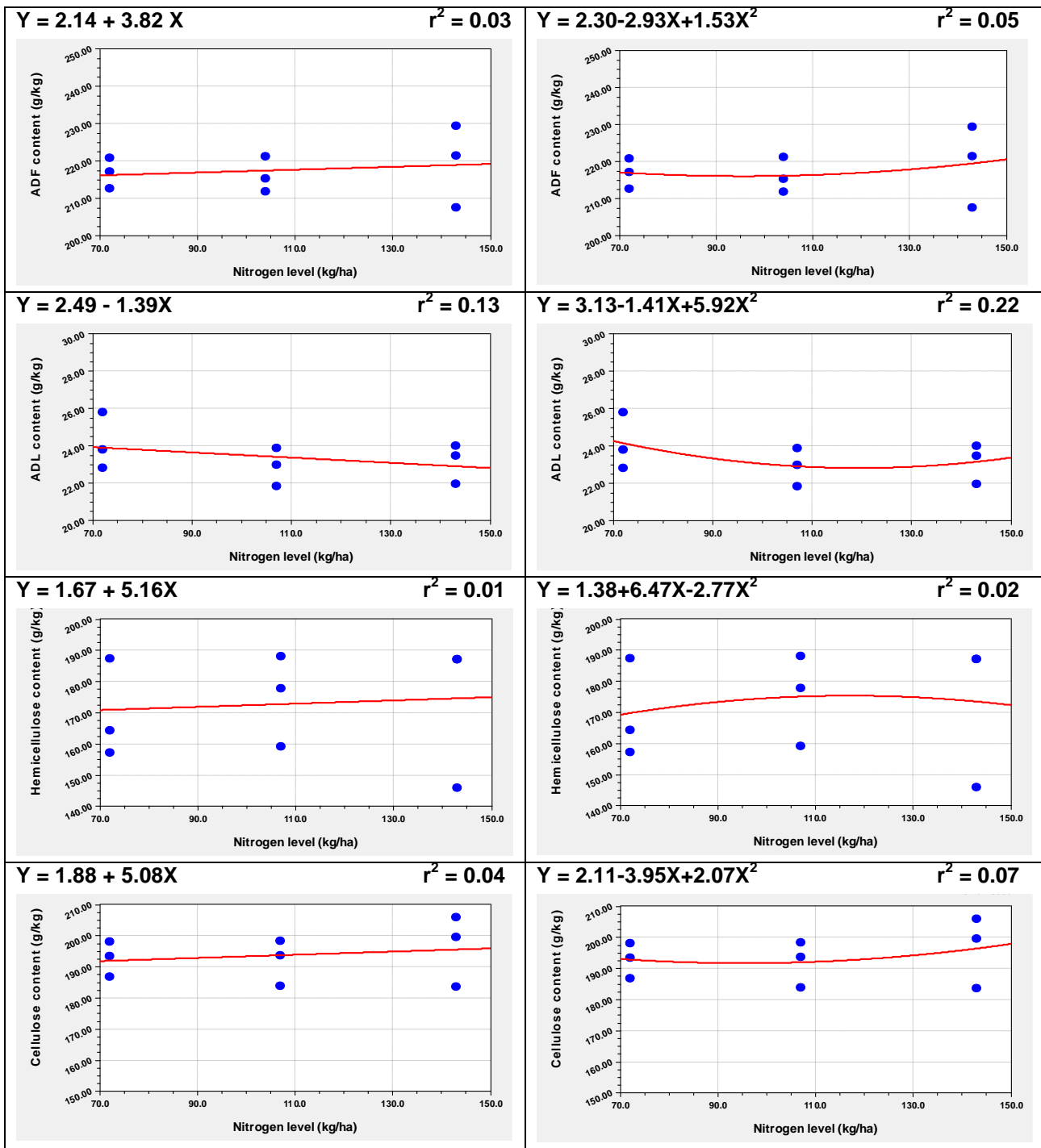
Tab. 1: Correlation matrix for the investigated parameters (g kg⁻¹).

Parameter	DM	CP	Carbohydrates	NDF	ADF	ADL	Cellulose	Hemicellulose
DM	1	-0.759**	0.769**	0.744**	0.794**	-0.764**	0.596**	0.821**
CP	-0.759**	1	-0.510**	-0.641**	-0.549**	0.588**	-0.585**	-0.576**
Carbohydrates	0.769**	-0.510**	1	0.861**	0.792**	-0.699**	0.757**	0.812**
NDF	0.744**	-0.641**	0.861**	1	0.791**	-0.614**	0.947**	0.801**
ADF	0.794**	-0.549**	0.792**	0.791**	1	-0.629**	0.551**	0.996**
ADL	-0.764**	0.588**	-0.699**	-0.614**	-0.629**	1	-0.505**	-0.698**
Cellulose	0.596**	-0.585**	0.757**	0.947**	0.551**	-0.505**	1	0.568**
Hemicellulose	0.821**	-0.576**	0.812**	0.801**	0.996**	-0.698**	0.568**	1

** Correlation is highly significant at 0.01 level of probability

Fig. 1: Linear and quadratic regression analyses for the tested N levels and quality parameters.





Variation für das Merkmal Trockentoleranz in Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.)

Westermeier, P.¹, Wosnitza, A.¹, Willner, E.², Feuerstein, U.³, Luesink, W.⁴, Schulze, S.⁵,
Schum, A.⁶ & Hartmann, S.¹

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Am Gereuth 4, 85354 Freising; ² IPK Gatersleben, Inselstr. 9, 23999 Malchow/Poel; ³ Deutsche Saatveredelung AG, Steimker Weg 7, 27330 Asendorf; ⁴ Norddeutsche Pflanzenzucht H.-G. Lembke KG, Inselstr. 15, 23999 Malchow/Poel; ⁵ Saatzucht Steinach GmbH & Co KG, Station Bornhof, Klockower Straße 11, 17219 Bocksee; ⁶ JKI – Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz, Rudolf-Schick-Platz 4, 18190 Groß Lüsewitz
peter.westermeier@LfL.bayern.de

Einleitung und Problemstellung

Die Auswirkungen des globalen Klimawandels und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die pflanzliche Produktion sind gegenwärtig und zukünftig eine der großen Herausforderungen der Agrarforschung. Es wird erwartet, dass global betrachtet die Durchschnittstemperaturen zwischen 2 und 3°C steigen werden und es damit einhergehend zu Änderungen in der zeitlichen und örtlichen Niederschlagsverteilung kommt, mit örtlichen Rückgängen zwischen 20 und 40% (IPCC, 2007). Auf Bayern bezogen wird prognostiziert, dass die Niederschlagsmenge im Sommerhalbjahr um ca. 10% zurückgehen wird, mit einer deutlichen Zunahme der Trockentage im Sommerhalbjahr (LFU, 2012). Gerade die bedeutendste Gräserart Mitteleuropas, das Deutsche Weidelgras (*Lolium perenne* L.) zeigt sich im Anbau wenig trocken tolerant, was bereits heute in trockenen Gebieten den Anbau von Weidelgras einschränkt. Im Zuge der prognostizierten klimatischen Verschiebungen dürften sich diese Probleme noch verstärken und flächenmäßig ausweiten. Da technische Maßnahmen, wie eine künstliche Bewässerung gerade in Grünland oft nicht möglich und wirtschaftlich erscheinen, besteht eine mögliche Lösung darin, Sorten mit verbesserter Trockentoleranz zu entwickeln. Da das Deutsche Weidelgras ein weites geographisches Verbreitungsgebiet von Nordeuropa bis hin zum Nahen Osten besitzt, kann angenommen werden, dass für das Merkmal Trockentoleranz natürliche Variation existiert.

Der Mechanismus der Stressvermeidung ist einer von mehreren Möglichkeiten, wie Pflanzen mit Trockenstress umgehen. Stressvermeidung scheint besonders dazu geeignet, die prognostizierten, zeitlich begrenzten Trockenphasen mit möglichst wenig Beeinträchtigung des Ertragspotentials zu überstehen. Zugleich ist für diese Mechanismen häufig natürliche genetische Variation innerhalb der Arten zu finden. Daher erscheint eine dahingehende züchterische Optimierung besonders erfolgversprechend. Zu nennen sind hier u.a. die Verringerung der Transpirationsrate durch gezieltes Schließen der Stomata oder die Forcierung des Wurzelwachstums, um tieferliegende Wasserreservoirs im Boden zu erschließen. Bei perennierenden Pflanzenarten, wie dem Deutschen Weidelgras kommt dazu noch das Wiederaustriebsvermögen nach einer Trockenphase, d.h. nach einer Trockendormanzphase möglichst rasch wieder zu ergrünen und neue Biomasse aufzubauen (KEMP and CULVENOR 1994; LELIÈVRE and VOLAIRE, 2009).

Material und Methoden

In einem zweijährigen Rain-out Shelterversuch (2013 und 2014) wurden 56 vorgeprüfte Akzessionen unter semi-kontrollierten Bedingungen in Foliengewächshäusern auf ihre Trockentoleranz hin untersucht. Die Prüfungen wurden an zwei Orten (Kaltenhof und Pulling) in jeweils zwei Wiederholungen (RCB-Design) durchgeführt. Das geprüfte Sortiment umfasste 45 Akzessionen von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.; 17 Wildsammlungen aus Nord-, Mittel- und Osteuropa, so-

wie historischen Sorten aus der Sammlung des IPK Gatersleben; 28 aktuelle Sorten und Sortenkandidaten), ergänzt durch je 2 Vertreter der trockenoleranteren Arten Wiesenschwingel [*Festuca pratensis* HUDS.], Rohrschwingel [*Festuca arundinacea* SCHREB.], sowie 7 *Festulolium spec.*). Die Parzellen setzten sich aus je 20 Einzelpflanzen zusammen. Dazu wurden pro Akzession 40 Individuen verklont, so dass an beiden Standorten die identischen Genotypen geprüft werden konnten. In beiden Jahren wurden zwei Trockenstressphasen im Frühjahr und im Frühsommer simuliert. Vor jedem Schnitttermin wurde die Menge des Biomasseaufwuchses visuell auf einer Skala von 1-9 bonitiert, mit 9 für einen maximalen Aufwuchs (MBVSC). Bei Auftreten von Trockenstress wurde die Trockenstressreaktion der Pflanzen (Welke, Blattrollen, Verbräunen) auf einer Skala von 1-9 visuell bonitiert mit der Note 9 für die maximale Ausprägung von Trockenstresssymptomen (DURESD). Die visuellen Merkmale wurden auf Einzelpflanzenbasis erfasst, die Ertragsparameter (Frischmasse, Trockensubstanzgehalt, Trockenmasse) basieren auf der gemeinsamen Ernte von jeweils 20 Pflanzen in einer Wiederholung.

Ergebnisse und Diskussion

Die in den Rain-out Shelters in Kleinparzellen á 20 Pflanzen durchgeführten visuellen Erhebungen konnten aufgrund des besonderen Versuchsdesigns auf Einzelpflanzenbasis erhoben werden. Durch die Behandlung mit zwei Trockenstressphasen pro Jahr kam es hier zu einer starken Differenzierung des Materials, die neben der visuellen Trockenstressantwort und dem Massenaufwuchs auch in der Anzahl überlebender Pflanzen (AZ) erfasst werden konnte. Tab. 1 zeigt die für die Merkmale DURESD, MBVSC und AZ in beiden Versuchsjahren festgestellten Wiederholbarkeiten, bzw. Heritabilitäten.

Tab. 1: Wiederholbarkeiten in den Einzelortauswertungen und Heritabilitäten von ausgewählten Merkmalen in den Rain-out Shelterversuchen in den Jahren 2013 und 2014.

Merkmal	PUL		KAL		PUL + KAL	
	rep 2013	rep 2014	rep 2013	rep 2014	h ² 2013	h ² 2014
MBVSC1	33,5	74,3	35,1	82,3	63,4	91,1
MBVSC2	53,6		29,2	81,4	55,2	
MBVSC3	73,1	70,5	47,0	82,6	72,1	79,9
MBVSC4	79,9	67,4	71,8	78,7	68,0	80,8
MBVSC5	66,2	66,2	73,0	83,4	77,6	81,4
MBVSC6	82,2		70,0	81,8	79,5	
AZ1	20,9	78,9	33,5	43,6	72,6	76,2
AZ2	22,7	66,0	29,7	66,5	78,9	75,1
AZ3	55,0	61,9	23,1	77,6	71,9	75,7
AZ4	67,0	53,9	27,7	82,9	64,8	78,4
AZ5	76,8	58,6	35,0	82,0	59,9	79,2
AZ6	78,1		40,8	81,3	69,2	
DURESD1	0,0		24,9	20,3	-	
DURESD2	84,7	71,0	39,4	42,6	30,9	0,0

Merkmale: MBVSC, – Massenbildung vor Schnitttermin 1 - 6; AZ – Anzahl überlebender Pflanzen zu den Schnittterminen 1 – 6; DURESD – visuelle Trockenstressbonitur in Trockenstressphase 1 bzw. 2

PUL: Standort Pulling / Freising; KAL: Standort Kaltenhof; rep: Wiederholbarkeit [%]; h²: Heritabilität [%]

Die zunehmende Differenzierung der Akzessionen zeigte sich u.a. bei der Betrachtung der Anzahl überlebender Pflanzen im zeitlichen Verlauf der beiden Versuchsjahre (Abb. 1). Besonders deutlich war die Differenzierung in der Gruppe der diploiden Weidelgräser zu sehen, wobei die fünf Extrema mit der höchsten und niedrigsten Überlebensrate klar zwei Gruppen bildeten. In der tetraploiden Materialgruppe war der Abstand zwischen höchster niedrigster Überlebensrate deutlich

geringer. Ein Grund dafür könnte sein, dass in der diploiden Gruppe alle Genbank-Akzessionen zu finden waren, die neben historischem Sortenmaterial auch unselektiertes Material aus Wildsammungen verschiedenster Habitats enthielt, vermutlich darunter auch aus gut wasserversorgten Gebieten mit ausgesprochen geringer Trockentoleranz. Die tetraploide Gruppe umfasste im Gegensatz dazu ausschließlich selektiertes Sortenmaterial und Sortenkandidaten, die neben Biomasseertrag u.a. auch auf allgemeine Ausdauerfähigkeit selektiert wurden. Gleichwohl gibt es in der Literatur Hinweise, dass tetraploides Material *per se* eine größere Toleranz gegenüber abiotischen Stressfaktoren besitzt (Liu *et al.* 2011), so dass auch dieser Effekt hier eine Rolle spielen kann. Betrachtet man die visuelle Bonitur des Biomasseaufwuchses, fällt auch hier im Zeitverlauf eine zunehmende Differenzierung auf (Abb. 2). Deutlich erkennbar sind hier die Rückgänge in der Massenbildung zu den Trockenstressterminen. Während sich die toleranten Akzessionen nach der Wiederbewässerung rasch erholen konnten und zügig wieder mit dem Biomasseaufbau begonnen, konnten sich anfällige Akzessionen nur zögerlich erholen und erreichten nicht mehr die Biomasseproduktion vor der Stressbehandlung. Hervorzuheben ist, dass die Zahl der Pflanzen bei den Schwingelarten über die Versuchsdauer weitgehend konstant blieb, jedoch im zweiten Jahr die beiden Wiesenschwingelarten in der Biomassebildung zurückfielen, während die Rohrschwingelarten sich nach wie vor auf dem Niveau des ersten Versuchsjahres bewegten. Ebenso konnte bei den *Festulolii* im zweiten Versuchsjahr eine starke Differenzierung beobachtet werden. Hexaploide *Festulolii* (11, 16 und 17) mit phänotypischer Ähnlichkeit zu Rohrschwingel zeigten dabei die besten Werte, analog zu den reinen Rohrschwingeln. Tetraploides *Festulolium* (13; Kreuzung Deutsches Weidelgras x Rohrschwingel) zeigte in der Biomassebildung ein ähnliches Verhalten wie diploides Weidelgras und *Festulolium* 18 (Kreuzung Welsches Weidelgras x Rohrschwingel; phänotypisch ähnlich zu Welschem Weidelgras) gehörte zu den anfälligsten in dieser Gruppe mit sehr verhaltenem Wiederaustrieb. Die beiden diploiden *Festulolii* 201 und 202 (F₁-Hybriden aus der Kreuzung Deutsches Weidelgras x Wiesenschwingel) verhielten sich bezüglich des Wiederaustriebs ähnlich den Rohrschwingeltypen-*Festulolii*.

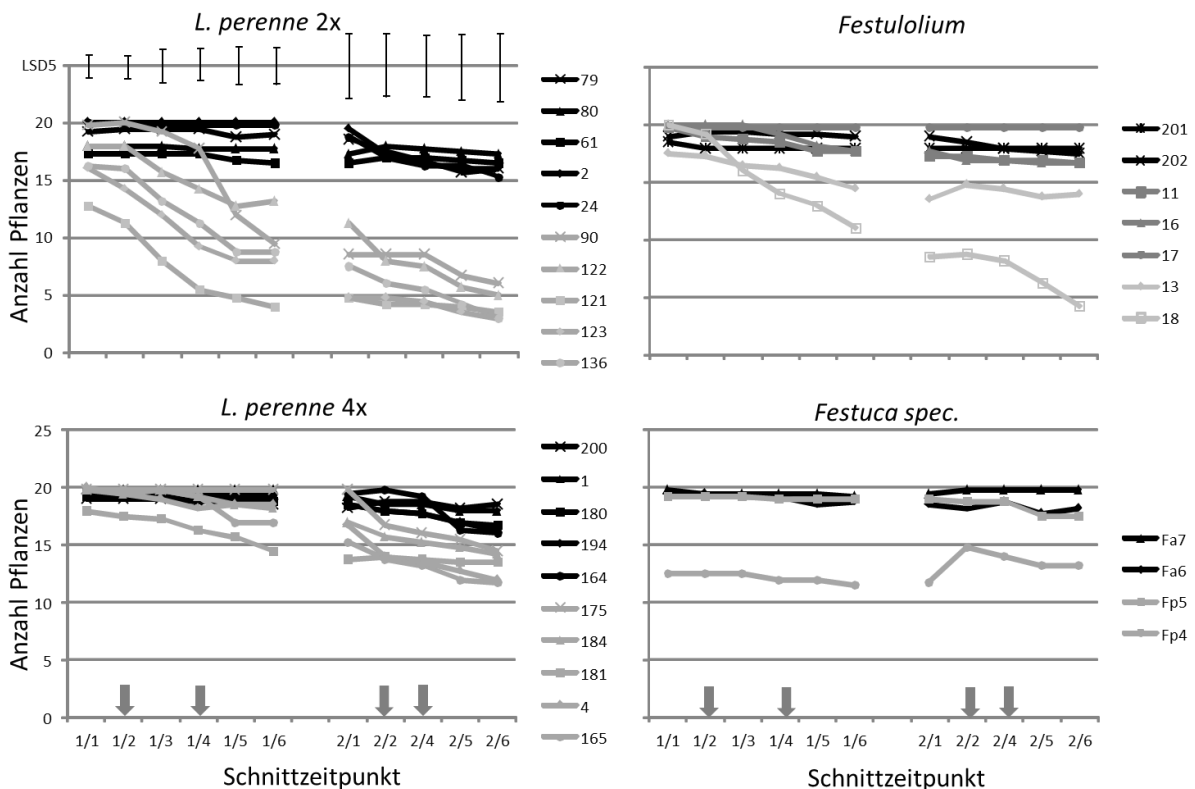


Abb. 1: Anzahl überlebender Pflanzen im Rain-out Shelterversuch im Verlauf der Versuchsjahre 2013 (Schnitttermine 1/1 bis 1/6) und 2014 (Schnitttermine 2/1 bis 2/6) in verschiedenen Materialgruppen, adjustierte Mittelwerte aus den Versuchsstandorten Freising und Kaltenhof. Für die diploiden (*L. perenne* 2x) und tetraploiden (*L. perenne* 4x) Weidelgrasakzessionen sind jeweils die fünf Extrema dargestellt. Die Pfeile kennzeichnen die Trockenstressphasen.

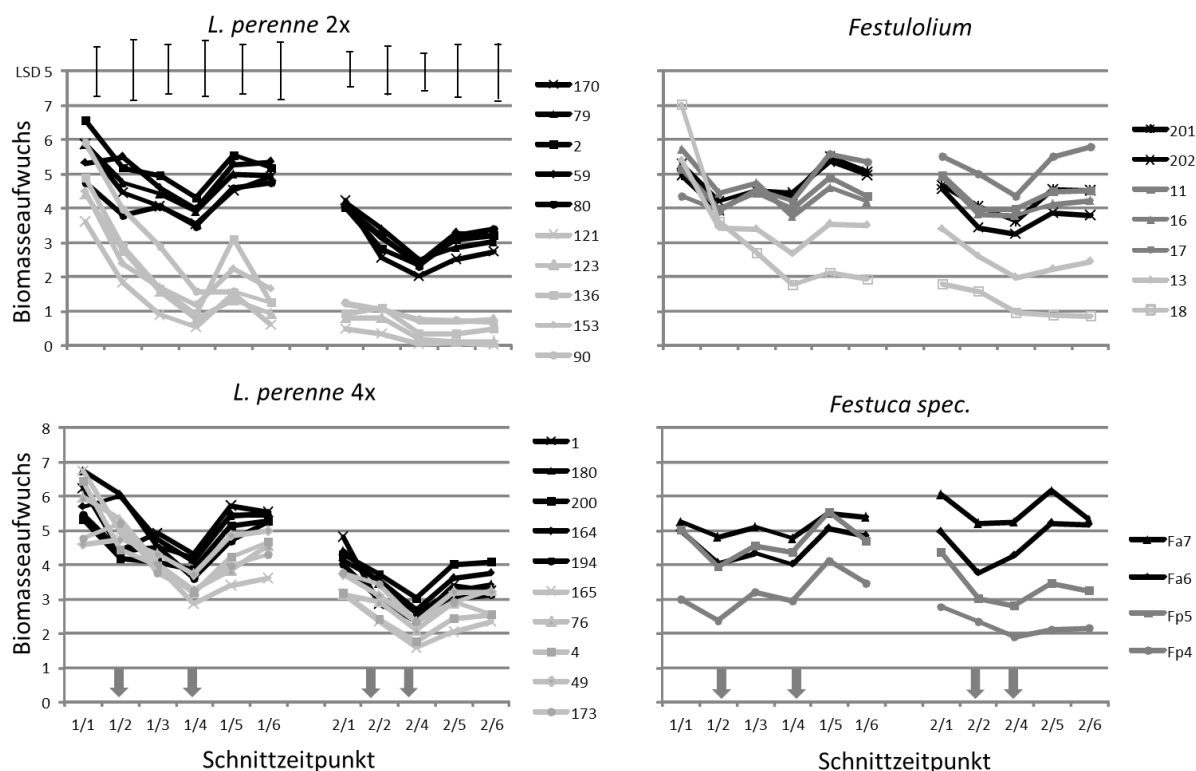


Abb. 2: Visuelle Bonitur des Massenaufwuchses im Verlauf der Versuchsjahre 2013 (Schnitttermine 1/1 bis 1/6) und 2014 (Schnitttermine 2/1 bis 2/6) in verschiedenen Materialgruppen, adjustierte Mittelwerte aus den Versuchsstandorten Freising und Kaltenhof. Für die diploiden (*L. perenne* 2x) und tetraploiden (*L. perenne* 4x) Weidelgrasakzessionen sind jeweils die fünf Extrema dargestellt. Die Pfeile kennzeichnen die Trockenstressphasen.

Schlussfolgerungen

Eine große Variation für die Merkmale Trockenstressreaktion, Biomasseaufwuchs und Anzahl überlebender Pflanzen konnte sowohl innerhalb, als auch zwischen den untersuchten Akzessionen festgestellt werden. Die Selektion auf Genotypen mit einer guten Regenerationsfähigkeit nach einer zeitlich begrenzten Trockenphase scheint eine der zielführendsten Strategien zu sein, den prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels zu begegnen. Im Rahmen der Rain-out Shelterversuche konnten Einzelklone mit divergierender Trockenstressantwort selektiert werden, die dazu genutzt werden sollen, für dieses Merkmal spaltende Kreuzungspopulationen aufzubauen. Diese sollen in Folgeprojekten dazu genutzt werden, die morphologischen und physiologischen Hintergründe der Trockentoleranz aufzuklären und darüber hinaus in Verbindung mit molekularen DNA-Markern zukünftig eine Marker-gestützte Selektion ermöglichen.

Literatur

- IPCC (2007): Climate Change 2007 – Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge/NY.
- KEMP D.R. and CULVENOR R.A. (1994): Improving the grazing and drought tolerance of temperate perennial grasses. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 37, 365-378.
- LELIÈVRE F. and VOLAIRE F. (2009): Current and potential development of perennial grasses in rainfed mediterranean farming systems. *Crop Science* 49, 2371-2378.
- LFU (2012): Der Klimawandel in Bayern – Auswertung regionaler Klimaprojektionen - Klimabericht Bayern. Hrsg. Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) Augsburg 07/2012.
- LIU S., CHEN S., CHEN Y., GUAN Z., YIN D. & CHEN F. (2011:) In vitro induced tetraploid of *Dendrothema nankingense* (Nakai) Tzvel. shows an improved level of abiotic stress tolerance. *Scientia Horticulturae* 127, 411-419.

Was leisten „alternative“ Kulturen im Vergleich zu Energiemais?

Wurth, W.¹, Jilg, A.¹, Messner, J.¹, Löffler, C.¹, Elsässer, M.¹ & Zürcher, A.²

¹ Landwirtschaftliches Zentrum (LAZBW), Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf

² Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), 76227 Karlsruhe

Joerg.messner@lazbw.bwl.de

Einleitung

Silomais ist die flächenmäßig bedeutsamste Kulturart bei der Substratbereitstellung für die Erzeugung von Biogas. Sein Anbau ist trotz seiner hervorragenden pflanzenbaulichen Eigenschaften jedoch nicht unumstritten. Eine Möglichkeit zur Erweiterung der Artenvielfalt in Agrarlandschaften ist der Anbau mehrjähriger Kulturarten und Dauerkulturen zur Biogasnutzung. Damit verbunden ist ein Beitrag zur Förderung der Biodiversität, insbesondere des Nahrungsangebots für Bienen und wildlebende Insekten, eine Verbesserung des Erosions- und Wasserschutzes, ein verstärkter Humusaufbau, der Schutz von Wildtieren und eine Bereicherung des Landschaftsbildes („Farbe ins Feld“). In den Fokus sind u.a. Kulturen gerückt, wie die Durchwachsende Silphie (*Silphium perfoliatum* L.), die bereits vor vielen Jahren für die Futternutzung geprüft wurden, aber sich für die Tierernährung nicht etablieren konnten (ELSÄßER *et al.*, 1989). Mehrjährige Blümmischungen sollen sich ebenfalls für die Biogasnutzung (VOLLRATH *et al.*, 2012) eignen und einen besonders reichhaltigen Blühaspekt bieten.

Material und Methoden

Zur Überprüfung der benannten Anforderungen legten das LTZ und das LAZBW mit Unterstützung durch die Landkreise Hohenlohe, Sigmaringen und Schwarzwald-Baar im Jahr 2011 eine Versuchsserie in Baden-Württemberg zum Anbau von mehrjährigen Kulturen als Alternativen zu Mais an (ZÜRCHER *et al.*, 2013). An den Standorten Aulendorf, Döggingen, Krauchenwies, Öhringen und Rheinstetten-Forchheim wurden folgende Kulturen geprüft: Durchwachsende Silphie, Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) (Grünschnittnutzung), Virginiamalve (*Sida hermaphrodita* L.) und verschiedene mehrjährige Wildpflanzenartenmischungen (WPM 1 Mischung der Fa. Rieger-Hofmann + WPM 2 „Biogas mehrjährig“ der Fa. Saaten Zeller). An den Standorten Aulendorf und Forchheim wurden zusätzlich die Kulturen Mais und Winter-Triticale zur Silonutzung in einer Silomais – Winter-Triticale-GPS / Phacelia-Fruchtfolge zum Vergleich geprüft. Die Wildpflanzenmischungen setzen sich aus bis zu 25 verschiedenen ein-, zwei- und mehrjährigen Kultur- und Wildpflanzenarten zusammen und sollen bis zu 5 Jahre im Ertrag stehen. Der Versuch wurde als Blockanlage mit dreifacher Wiederholung angelegt. Der Anbau erfolgte ortsüblich nach den Grundsätzen der „guten fachlichen Praxis“. Die mehrjährigen Kulturen wurden in Rheinstetten-Forchheim an drei und an allen weiteren Standorten an zwei Terminen geerntet. Diese Termine richteten sich nach der TM-Entwicklung und dem Blühverlauf der einzelnen Kulturen. Zielgröße war ein TM-Gehalt über 28% zum Zeitpunkt der Ernte.

An allen Standorten wurden die Biomasseerträge und die TM-Gehalte erfasst. An den Standorten Aulendorf und Rheinstetten-Forchheim wurden die Aufwüchse zusätzlich variantenweise einsiliert und auf Silierbarkeit sowie im Hohenheimer Biogasertragstest (HBT) auf die spezifische Methanbildung (Biogausausbeute) untersucht. Im Beitrag sind nur die Ergebnisse der beiden Versuchstandorte Aulendorf (Oberschwaben, AZ 53, sL, 620 m ü. NN, im Mittel 902 mm Niederschlag und mittlere Temperatur 8,4°C) und Rheinstetten-Forchheim (Rheinebene, AZ 24-32, IS, 117m ü.NN, im Mittel 742 mm Niederschlag und mittlere Temperatur 10,1 °C) dargestellt.

Ergebnisse und Diskussion

Biomasseerträge

Mais lieferte im Mittel der drei Versuchsjahre an beiden Standorten (Tab. 1) den höchsten TM-Ertrag (21,1 bzw. 20,2 t/ha). Silphie erzielte am Standort Aulendorf mit 17,7 t/ha (früh geerntet) den zweithöchsten TM-Ertrag. Der spätere Erntetermin fiel mit 16,4 t/ha etwas ab. Ähnliches berichten auch MAST *et al.* (2013). Von vergleichbaren TM-Erträgen bei Silphie (15 – 20 t /ha) berichten

CONRAD *et al.* (2009), STOCKMANN und FRITZ (2013) auch von Erträgen über 20 t/ha. Silphie erreicht damit ein Ertragsniveau, das knapp unter dem Niveau des Silomais liegt. Als nächstes folgt die einjährige Kultur Triticale-GPS mit 15,2 t/ha. Trockenmasseerträge bei Topinambur von 11,5 t/ha (früh) bzw. 13,3 (spät) wird auch in etwa bei WÜNSCH *et al.* erreicht. Die geringsten TM-Erträge wurden bei der Virginiamalve (spät) und der WPM 1 (früh) mit je 9,9 t/ha sowie Virginiamalve (früh) mit 9,1 t/ha und WPM 1 (spät) mit 8,4 t/ha erzielt. Die Ergebnisse bei der Virginiamalve lagen in etwa auf ähnlichem Niveau, wie bei REICHARDT (2011). Die Erträge der Wildpflanzenmischungen pendeln sich bei VOLLRATH *et al.* (2012) ab dem 2. Standjahr bei um die 10 t/ha ein und lagen damit auf einem ähnlichen Ertragsniveau.

In Rheinstetten-Forchheim waren die Unterschiede zwischen Maisertrag und Silphie größer. Silphie (früh) erzielte 11,6 t/ha, Silphie (mittel) und Triticale-GPS jeweils 11,1 t/ha. Auf 11 t/ha kam die WPM 2 (spät) gefolgt von der WPM 2 (früh) mit 10,5 t/ha. Die niedrigsten TM-Erträge wurden bei den Erntezeitvarianten der Virginiamalve und WPM 1 festgestellt (6,6 - 7,8 t/ha).

Tab. 1: Trockenmasseertrag (t/ha*a) und spezifische Methanausbeute (NI/kg oTM) im dreijährigen Mittel (2012 – 2014)

	Rheinstetten-Forchheim		Aulendorf	
	TM-Ertrag (t/ha*a)	Spezifische Methanausbeute (NI/kg oTM)	TM-Ertrag (t/ha*a)	Spezifische Methanausbeute (NI/kg oTM)
Silphie früh	11,6 a	290 c	17,7 b	281 cd
Silphie mittel	11,1 ab	251 ef		
Silphie spät	9,2 bcd	275 d	16,4 bc	270 e
Topinambur früh	8,8 cd	298 *	11,5 e	288 c
Topinambur mittel	8,2 cde	286 *		
Topinambur spät	9,4 abc	294 *	13,3 d	276 de
Virginiamalve früh	7,5 de	253 e	9,1 fg	253 f
Virginiamalve mittel	7,8 de	235 g		
Virginiamalve spät	6,6 e	237 g	9,9 efg	244 g
WPM 1 früh	7,6 de	245 f	9,9 efg	259 f
WPM 1 mittel	7,6 de	214 i		
WPM 1 spät	7,4 de	233 g	8,4 g	234 f
WPM 2 früh	11,0 **	236 g	10,8 ef	
WPM 2 spät	10,5 **	221 h		223 i
Mais	20,2 **	363 a	21,1 a	369 a
Triticale-GPS	11,1 ab	321 b	15,2 c	337 b
LSD 5%	2,1	6,4	1,7	8,4

*Am Standort Forchheim nur 2-jähriges Mittel, statistisch nicht auswertbar

** statistisch nicht auswertbar

Die Artenzusammensetzung der Wildpflanzenmischungen änderte sich von Jahr zu Jahr stark. Im Ansaatjahr 2011 dominierten noch die einjährigen Arten Malve, Sonnenblume und Amarant. Im zweiten Anbaujahr blühten die Mischungen am vielfältigsten auf, es dominierten Arten wie Steinklee, Natternkopf, Rainfarn und Beifuß. Im weiteren Verlauf der Jahre verengte sich das Blütenangebot immer mehr in Richtung Beifuß. Ab 2014 setzte vor allem in der WPM 1 eine stärkere „Vergrasung“ ein: Gemeine Risppe, Lieschgras und Knautgras breiteten sich aus. Dadurch ging der TM-Ertrag deutlich zurück.

Aber auch bei der Virginiamalve konnte ab 2014 das Nachlassen der Konkurrenzkräft beobachtet werden. Besonders bei früher Ernte machten sich standorttypische Gräser breit.

In Rheinstetten-Forchheim gingen 2014 die Krauterträge von Topinambur stark zurück. In Aulendorf wies Topinambur in allen Jahren ab Anfang Juli teils massives Lager auf. Dadurch wurden die Erntearbeiten erheblich behindert.

Silierbarkeit

Der Erhalt des Energiewertes und der Masse des Ausgangsmaterials ist das Ziel der Konservierung. Neben den unvermeidbaren Verlusten sind daher solche über Sickersaft und Fehlgärungen zu vermeiden. Die Silierbarkeit wird über den Zucker/Pufferkapazität-Quotienten (Z/PK), den Vergrärbarkoeffizienten (VK) und die Trockenmasse (TM) beurteilt. Der VK fasst mit dem Z/PK die

Gäreignung und den TM-Gehalt in einer Kennzahl zusammen. Ausgangsmaterial mit einem VK > 45 gilt als gut silierbar. Der Z/PK-Quotient gibt mit dem Verhältnis zwischen Zucker und Pufferkapazität an, um welchen Faktor die Zuckermenge im Siliergut größer ist als die zum Ansäuern auf pH 4,0 erforderliche Milchsäuremenge. Material mit einem Z/PK < 2,0 ist schwer vergärbbar, optimal ist ein Wert > 3,0. Bezüglich des TM-Gehaltes ist bei Werten unter 28-30% mit Verlusten über Sickersaft zu rechnen.

Zur Beurteilung der Silierbarkeit wurden die Substrate des Standortes Aulendorf der Jahre 2012 – 2014 ausgewertet (Tabelle 2). Bei der Durchwachsenen Silphie und Topinambur war in jedem Jahr aufgrund der geringen TM-Gehalte mit erheblichen Verlusten über Sickersaft zu rechnen. Im Mittel erzielten nur die Triticale-GPS, die Maissilage und die WPM 1 (spät) eine gute Vergärbbarkeit. Nur im Jahr 2014 lag der VK bei Topinambur, Virginiamalve (spät) und WPM 1 (früh und spät) ebenfalls über 45. Hier war der höhere Trockenmassegehalt des Ausgangsmaterials, eventuell aufgrund der veränderten Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, ausschlaggebend. Bei Topinambur machte sich zusätzlich der hohe Zuckergehalt positiv bemerkbar. Die Durchwachsene Silphie wies die schlechteste Silierbarkeit auf, diese Silagen enthielten ebenfalls die höchsten Buttersäuregehalte. Die durchgängig hohen ADF-Gehalte der mehrjährigen Kulturen erschweren zudem die Verdichtbarkeit.

Tab. 2: Siliereignung der untersuchten Kulturen am Standort Aulendorf im dreijährigen Mittel (2012 – 2014)

	TM (%)	ADF (%)	VK	Z/PK
Silphie früh	21,0 g	46,1 d	30 h	1,2 e
Silphie spät	24,5 f	50,3 b	30 h	0,7 g
Topinambur früh	21,3 g	41,8 f	37 g	1,9 d
Topinambur spät	24,4 f	43,1 e	44 d	2,4 c
Virginiamalve früh	34,1 c	47,0 cd	40 ef	0,8 g
Virginiamalve spät	35,4 b	47,1 c	43 de	0,9 fg
WPM 1 früh	30,8 e	50,1 b	41 ef	1,3 e
WPM 1 spät	37,0 a	52,8 a	47 c	1,3 e
WPM 2 spät	31,2 e	52,6 a	40 f	1,1 ef
Mais	32,2 d	20,7 *	57 b	3,0 b
Triticale-GPS	34,4 c	27,9 g	84 a	6,2 a
LSD 5%	0,9	0,92	2,3	0,3

* nur 2-jähriges Mittel, statistisch nicht auswertbar

Spezifische Methanausbeute und Methanerträge

Die spezifische Methanausbeute gibt an, wie viel Normliter (NI) Methan aus einem kg organischer Trockenmasse (oTM) erzeugt wurden. Die spezifischen Methanausbeuten sind in Tabelle 1 dargestellt.

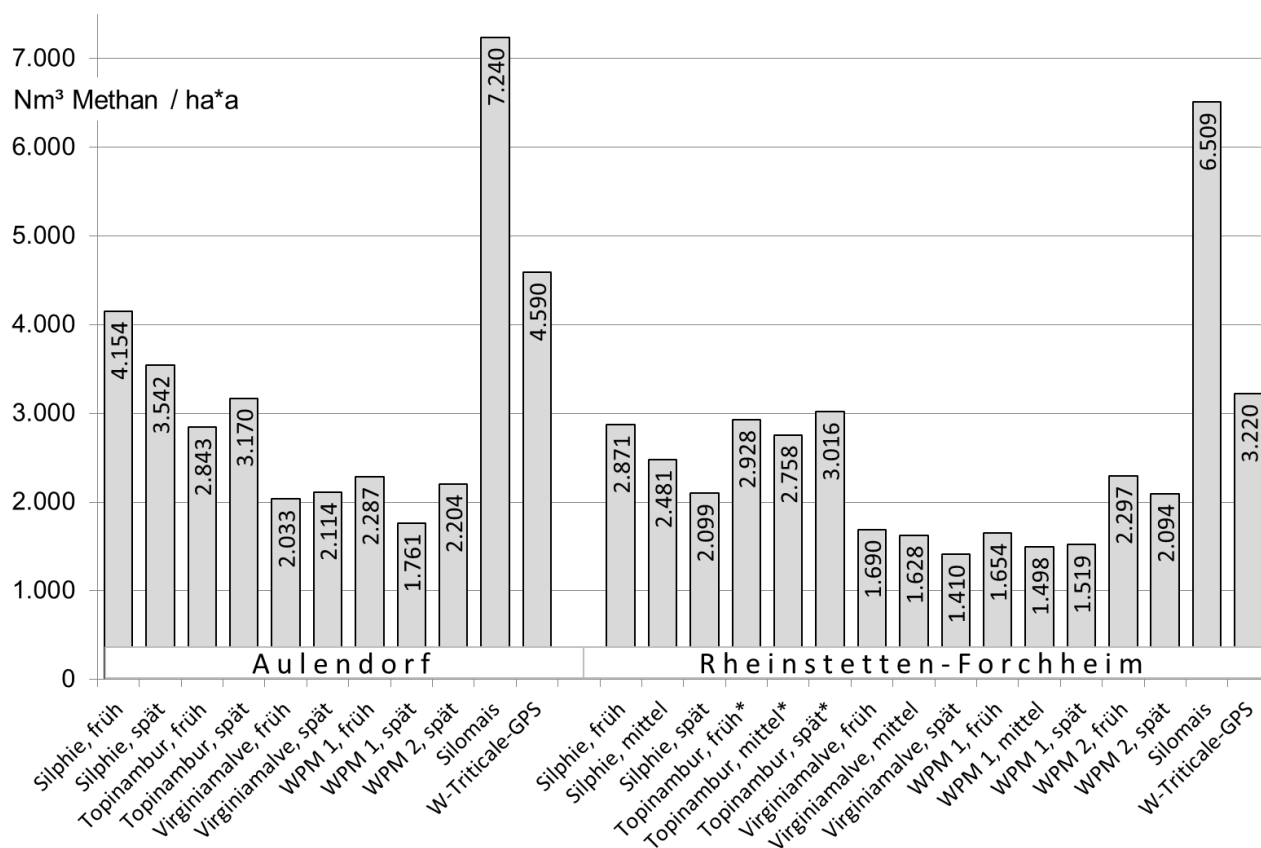
Am Standort Aulendorf war die spezifische Methanausbeute von Silomais mit durchschnittlich 369 NI/kg oTM über den gesamten Zeitraum hinweg am höchsten, gefolgt von Triticale-GPS mit 337 NI/kg oTS. Die spezifische Methanausbeute der weiteren Kulturen hingegen betrug im Mittel durchweg unter 300 NI/kg oTM und war damit mindestens 20%, teilweise auch über 30% unter dem Wert von Silomais. Dabei lagen die Durchwachsene Silphie mit dem frühen Erntetermin und Topinambur nur knapp, die Werte der Virginiamalve und der Wildpflanzenmischungen hingegen deutlich darunter.

Am Standort Rheinstetten-Forchheim zeigte sich das gleiche Bild wie in Aulendorf. Silomais wies mit 363 NI die höchste spezifische Methanbildung auf, gefolgt von der Triticale GPS mit 321 NI/kg oTM. Silphie und Topinambur lagen häufig bei 300 NI/kg oTM oder knapp darunter, die weiteren Kulturen lagen zumeist deutlich niedriger.

Es zeigte sich zudem, dass die spezifische Methanausbeute bei den späteren Ernteterminen tendenziell abnahm. Daher ist der Erntetermin so zu wählen, dass einerseits ein hoher Masseertrag erzielt wird, aber andererseits für eine verlustarme Silierung ein optimaler TS-Gehalt und ein hoher Vergärbarkeitskoeffizient erreicht werden und zudem der Verholungsgrad noch nicht zu weit fortgeschritten ist.

In Abb. 1 sind die Methanerträge je ha im 3-jährigen Mittel dargestellt. Am Standort Aulendorf kam Silomais auf 7.240 m³ Methanertrag je Hektar und Jahr (Nm³/ha*a). Die Triticale-GPS lag mit 4.590 m³/ha*a bei rund zwei Drittel des Silomaisertrages. Die Durchwachsene Silphie erreichte bei früher Ernte mit 4.154 m³/ha*a Methanertrag rund 60%, die anderen Kulturen lagen bei rund 30 – 40% des Methanertrags im Vergleich zum Silomais. Damit liegen die mittleren Methanerträge je ha am Standort Aulendorf auf einem ähnlichen Niveau wie bei VOLLRATH *et al.* (2012) für die Wildpflanzenmischungen (2.000 – 2.500m³/ha*a oder bei MAST *et al.* (2013) für die Silphie (4.000 – 4.500 m³/ha*a). Allerdings muss erwähnt werden, dass bei den bisher in der Literatur aufzufindenden Untersuchungen zumeist die Methanerträge aus dem Erntegut direkt bestimmt wurden und nicht wie bei der vorliegenden Untersuchung aus den gewonnenen Silagen unter Berücksichtigung der Silierverluste.

Am Standort Rheinstetten-Forchheim zeigte sich ein ähnliches Bild. Hier lagen die durchschnittlichen Methanerträge je ha von Silphie (frühe Ernte) Topinambur und Triticale-GPS mit rund 3.000 m³/ha*a bei 45 - 50% im Vergleich zum Silomais (6.509m³/ha*a). Die weiteren Kulturen lagen mit rund 2.000 m³/ha*a oder weniger in einer Bandbreite von 25 – 35% des Methanertrages je ha von Silomais. Bei Topinambur konnte hier nur das zweijährige Mittel dargestellt werden, da aufgrund von starkem Gräserbesatz in 2014 der Ertrag massiv eingebrochen war und deshalb keine Konservierung und Gasertragsbestimmung durchgeführt wurden.



* bei Topinambur am Standort Rheinstetten-Forchheim nur 2-jähriges Mittel (2012-13)

Abb. 1: Methanerträge (Nm³ / ha*a) im dreijährigen Mittel (2012 – 2014)

Fazit

In der Konsequenz zeigt das Ergebnis, dass im Vergleich zum Silomais bei den untersuchten mehrjährigen Kulturen die 1,5 – 4-fache Ackerfläche notwendig wäre, um den gleichen Methanertrag zu erreichen. In flächenknappen Regionen würde dies in der Folge die Pachtpreise noch weiter unter Druck setzen. Zudem war die Siliereignung bei den meisten der untersuchten mehrjährigen Kulturen ungünstig, so dass die Gefahr von Fehlgärungen hoch ist. Die Kulturen sollten möglichst mit anderen, leicht vergärbaren Pflanzen wie Mais, Getreide-GPS oder Gras einsiliert werden. Die Alternativkulturen sollten somit gegenwärtig weniger aus ertraglicher Sicht als viel mehr

aus ökologischer Sicht diskutiert werden. Unter diesen Aspekten bieten sich vor allem Grenzertragsstandorte, ungünstige Schlagformen und Randstreifen entlang von Wegen und Gewässer für deren Anbau nicht nur zur Verbesserung der Biodiversität an.

Literatur

- CONRAD, M., BIERTÜMPFEL, A. & VETTER, A. (2009): Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum* L.) – von der Futterpflanze zum Koferment. 2. Symp. Energiepfl. 2009, Berlin, Gülz. Fachgespräche Band 34
- ELSÄSSER, M., RÜCKERT, D. UND STEINGASS, H. (1989): Siliereignung und Futterwert von Resele-Gemenge und Durchwachsener Silphie (*Silphium perfoliatum*) zur Verwendung als Maisersatzpflanzen. Das wirtschaftseigene Futter, 29, 3, 238-264
- MAST, B., GRAEFF-HÖNNINGER, S., REINHARDT-HANISCH, A., LEMMER, A., OECHSNER, H. & CLAUPEIN, W. (2013): Mehrjährige Biogaskulturen – Einfluss des Erntezeitpunktes auf Ertrag, TS-Gehalt und Methan- ausbeute. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 25. S. 148–149
- REICHARDT, I. (2011): Anbauvergleich in Sachsen-Anhalt. Joule 3.2011. S. 70
- STOCKMANN, F. und FRITZ, M. (2013): Einfluss von Standort und Herkunft auf das Ertragspotenzial der Durchwachsenen Silphie (*Silphium perfoliatum* L.) unter bayerischen Anbaubedingungen. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 25. S. 146–147
- VOLLRATH, B., WERNER, A., DEGENBECK, M., ILLIES, I., ZELLER, J. & MARZINI, K. (2012): Energetische Verwertung von kräuterreichen Ansaaten in der Agrarlandschaft und im Siedlungsbereich – eine ökologische und wirtschaftliche Alternative bei der Biogasproduktion. Schlussbericht zum Forschungsvorhaben Nr. 22005308 (08NR053)
- WÜNSCH, K. GRUBER, S. & CLAUPEIN, W. (2012): Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) als Energiepflanze. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 21, 211-212
- ZÜRCHER, A., STOLZENBURG, K., MESSNER, J., WURTH, W. & LÖFFLER, C. (2013): Was leisten alternative Kulturen im Vergleich zum Energiemais? Landinfo 5/2013, 45 - 50

Chancen für die biologische Bekämpfung des Ampfers mit einem einheimischen Glasflügler

Hahn, M.^{1,2}, Häfliger, P.³, Schaffner, U.³ & Lüscher, A.¹

¹ Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH

Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich, Schweiz

andreas.luescher@agroscope.admin.ch

² University of British Columbia, Department of Botany

6270 University Blvd, Vancouver, BC, V6T 1Z4, Canada

³ CABI, Rue des Grillons 1, 2800 Delémont, Schweiz

Einleitung und Problemstellung

Der Stumpfblättrige Ampfer (*Rumex obtusifolius* L.) gehört in Europa zu den bedeutendsten Unkräutern im Grünland (OSWALD und HAGGAR, 1983). Ampfer stellt ein Hauptgrund für den Herbizideinsatz im Grünland im integrierten Landbau dar und ist eines der größten Hemmnisse für die Umstellung auf biologischen Anbau. Für Biobetriebe sind verfügbare Bekämpfungsmethoden, wie das manuelle Ausstechen etablierter Pflanzen, sehr zeitaufwendig und übersteigen meist die Kapazitäten der Betriebe. Alle bisher in Europa getesteten biologischen Kontrollmöglichkeiten waren ineffizient (HATCHER *et al.*, 2008). Die Entwicklung einer wirksamen biologischen Kontrolle des Ampfers wäre daher für den biologischen und integrierten Landbau von großer Bedeutung.

In den vergangenen Jahrzehnten wurde viel Forschung betrieben, um biologische Bekämpfungsmethoden gegen Ampfer zu entwickeln (GROSSRIEDER und KEARY, 2004; ZALLER, 2004). Dabei wurden verschiedene Herbivore und Pathogene untersucht, vor allem der Ampferblattkäfer (*Gastrophysa viridula*) (De Geer, 1775) und der Rostpilz (*Uromyces rumicis* Schumach.) (MARTINKOVA und HONEK, 2004; ZALLER, 2004). Obwohl eine gewisse Wirkung auf den Spross des Ampfers nachgewiesen werden konnte (INMAN, 1970; BENTLEY *et al.*, 1980), wurde das Wachstum des Ampfers wegen seines großen Potentials zum Wiederaustrieb aus der kräftigen Pfahlwurzel (NIGGLI *et al.*, 1993; LÜSCHER *et al.*, 2001) langfristig kaum beeinträchtigt (CAVERS und HARPER, 1964). Bekämpfungsverfahren, die gezielt die Pfahlwurzel schädigen, könnten deshalb größere Erfolgsaussichten haben (HATCHER *et al.*, 2008). In der Tat war ein solcher Ansatz zur Kontrolle invasiver Ampferarten in Australien erfolgreich. Das in Südeuropa heimische, wurzelbohrende Insekt *Pyropteron doryliforme* (Ochsenheimer, 1808) wurde erfolgreich in Australien eingeführt und war dort in der Lage die Ampferpopulationen signifikant zu reduzieren (FISHER *et al.*, 1994; FOGLIANI und STRICKLAND, 2000; STRICKLAND *et al.*, 2012).

Aufgrund seiner natürlichen Verbreitung in Westeuropa, inklusive Schweiz, Deutschland, Frankreich und Südengland (SPATENKA *et al.*, 1999), wurde der wurzelbohrende rote Ampfer-Glasflügler (*Pyropteron chrysidiforme*) (Esper, 1782) zur Entwicklung von biologischen Bekämpfungsstrategien gegen den Stumpfblättrigen Ampfer in Europa diskutiert (GROSSRIEDER und KEARY, 2004; HATCHER *et al.*, 2008). In diesem Beitrag fassen wir erste Erfahrungen zum versuchsmäßigen Einsatz des roten Ampfer-Glasflüglers unter Freilandbedingungen zusammen. Das Endziel dieser interdisziplinären Forschung in Zusammenarbeit mit der Industrie ist es, ein Verfahren zu entwickeln, um den Ampfer mit Hilfe von gezielten Massenfreisetzungen dieses einheimischen Insektes zu bekämpfen.

Material und Methoden

Das Experiment wurde an vier Standorten auf Landwirtschaftsbetrieben in der Schweiz durchgeführt (Vufflens-1 46°34'N, 6°31'O, Mähwiese; Vufflens-2 46°34'N, 6°32'O, Pferdeweide; Tänikon 47°28'N, 8°54'O, Rindviehweide; Seebach 47°25'N, 8°32'O, Rindviehweide). Die vier Standorte wurden durch die jeweiligen Landwirte praxisüblich bewirtschaftet. Die einzige Einschränkung war, dass drei Wochen nach dem Ausbringen der Insekten keine Nutzung stattfinden durfte. Im Juni

2012 wurden auf jedem Standort 40 etablierte *R. obtusifolius* Pflanzen ausgewählt und zusätzlich gleich viele im Gewächshaus angezogene *R. obtusifolius* Pflanzen ins Feld gepflanzt (total 320 Pflanzen). Diese Gruppe von Gewächshauspflanzen wurde verwendet um den Einfluss der Standorteinflüsse zu prüfen, die nicht mit der unterschiedlichen Vergangenheit der Pflanzen in Zusammenhang standen. Jeweils 10 Pflanzen pro Standort und Pflanzengruppe (10 Wiederholungen) dienten als unbehandelte Kontrolle oder wurden mit einem von drei Ausbringungsverfahren behandelt. Diese drei Ausbringungsverfahren hatten zum Ziel, unterschiedliche Entwicklungsstadien und unterschiedlichen Schutz des ausgebrachten Insektes zu prüfen. Folgende Ausbringungstechniken wurden angewandt: a) 30 Eier auf einen Zahnstocher geklebt, der in das Zentrum der Rosette der Pflanze gesteckt wurde; b) sechs ungeschützte Larven, die mit einem Pinsel auf die Pflanze ausgebracht wurden; und c) sechs Larven im Schutz von jeweils einer Kanüle, die ins Zentrum der Rosette der Pflanze gesteckt wurden. In den Monaten September und Oktober 2012 wurden die *R. obtusifolius* Pflanzen ausgegraben; ihre Wurzeln wurden sorgfältig seziiert und die Anzahl an *P. chrysidiforme* Larven erhoben. Die Unterschiede der Infektionsraten zwischen Verfahren und Standorte wurde mit Generalized Linear Mixed Effects Models analysiert (R Version 3.1.0; R CORE TEAM, 2014).

Ergebnisse und Diskussion

Durchschnittlich waren 54% der Wurzeln der behandelten *R. obtusifolius* Pflanzen mit mindestens einer Larve von *P. chrysidiforme* befallen (Abb. 1). Dies zeigt, dass mit den geprüften Ausbringungsverfahren grundsätzlich ein Befall der *R. obtusifolius* Wurzeln erreicht werden kann.

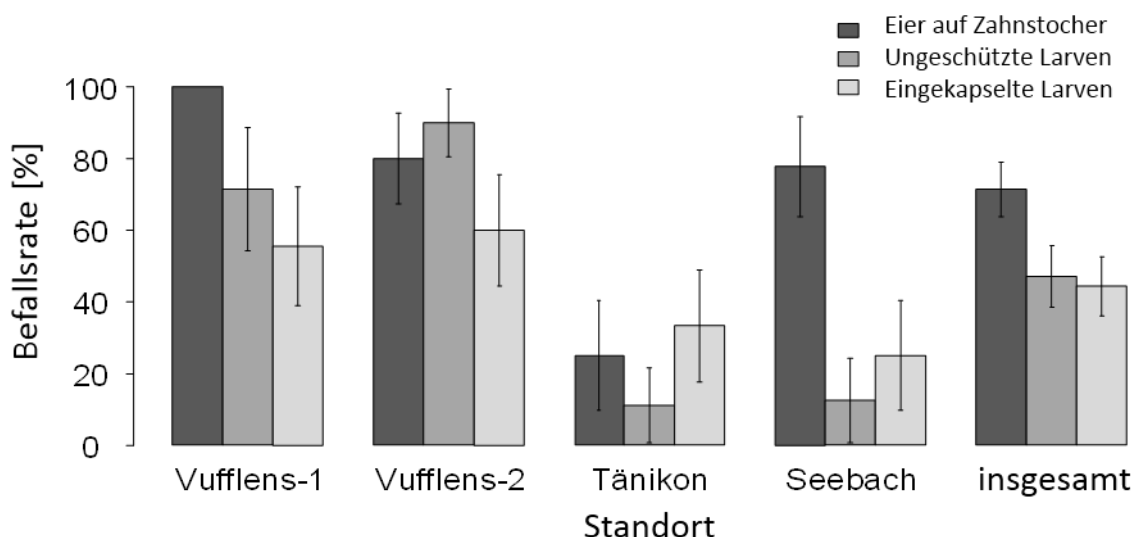


Abb. 1: Befallsrate von *Rumex obtusifolius* L. Wurzeln durch *Pyropteron chrysidiforme* (Esper, 1782) Larven an den einzelnen Versuchsstandorten und über alle vier Standorte gemittelt (Mittelwert und Standardfehler) nach der Ausbringung von ungeschützten Eiern auf Zahnstochern, ungeschützten Larven oder geschützten, eingekapselten Larven (20 untersuchte Pflanzen pro Standort und Ausbringungstechnik).

Die Ausbringungstechniken hatten einen signifikanten Einfluss auf die Befallsrate (Abb. 1). Entgegen unseren Erwartungen war das Ausbringen von ungeschützten Eiern auf Zahnstochern mit 71% befallenen Pflanzen die erfolgreichste Methode. Die beiden Methoden mit dem Ausbringen von Larven unterschieden sich in ihrer Befallsrate nicht wesentlich (ungeschützt 47%, geschützt 44%). Ein Faktor, der die tieferen Befallsraten beim Ausbringen von Larven erklären könnte, sind räuberische Ameisen. So wurde beobachtet, dass einige der ungeschützt ausgebrachten Larven, die sich im Larvenstadium L2 befanden und schon relativ groß waren, von Ameisen weggetragen wurden. Dies könnte bei frisch geschlüpften und noch sehr kleinen Larven ein geringeres Problem darstellen (PEDROTTA, unpublizierte Resultate; HAHN, unpublizierte Resultate).

Wir fanden große Unterschiede bezüglich der Befallsrate an unterschiedlichen Standorten (Abb. 1). Neben verschiedenen biotischen Einflüssen (z.B. räuberische Ameisen) könnten auch die unterschiedlichen Standortbedingungen einen wesentlichen Einfluss ausgeübt haben. Besonders die Umweltbedingungen zum Zeitpunkt des Ausbringens respektive des Schlüpfens der Larven könnten einen wesentlichen Einfluss auf die Überlebens- und Befallsrate der Larven ausgeübt haben. So scheinen trockene und heiße Bedingungen sich ungünstig auf das Überleben der Larven auszuwirken. Auch darin könnte ein Grund für die höhere Erfolgsrate bei der Ausbringung von Eiern im Vergleich zu Larven liegen: Schlüpfen die Larven über einen längeren Zeitraum aus den ausgebrachten Eiern, könnte dies zu einer Risikoverteilung führen, indem nicht alle Larven bei gleichen Bedingungen schlüpfen und sich in die Wurzel bohren. Die großen Unterschiede bei den Befallsraten zwischen den Standorten zeigen auch, dass im Moment die Anwendung noch nicht praxisreif ist. Weitere Untersuchungen sind notwendig. Speziell müssen die Faktoren bestimmt werden, die zu einer großen Befallsrate führen, um einen beständigeren Erfolg dieser Methode gewährleisten zu können.

Im Gegensatz zur Befallsrate der Pflanzen gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Verfahren bezüglich der Anzahl Larven pro befallener Wurzel, weder zwischen den Ausbringungstechniken noch zwischen den Standorten (Resultate nicht gezeigt). Im Durchschnitt wurden in einer befallenen Wurzel 1.89 Larven von *P. chrysidiforme* gefunden.

Diese Untersuchungen bedingen, dass die Pflanzenwurzeln zur Bestimmung der Befallsrate ausgegraben und seziiert werden müssen, bevor das Insekt seinen Lebenszyklus im darauffolgenden Frühling abschließen und ausfliegen kann. Dadurch ist es unmöglich, an den gleichen Pflanzen auch die langfristige Wirksamkeit des Befalles durch *P. chrysidiforme* auf das Wachstum und die Überlebensrate von *R. obtusifolius* zu erforschen. Die zum Teil hohen Befallsraten lassen es jedoch als sinnvoll erscheinen, den Schwerpunkt der weiteren Forschung auf Studien zur Wirksamkeit in der Bekämpfung von *R. obtusifolius* zu legen.

Schlussfolgerungen

Die Resultate zeigen, dass ein erfolgreicher Befall von Wurzeln des Stumpfblättrigen Ampfers (*Rumex obtusifolius*) mit Larven des roten Ampfer-Glasflüglers (*Pyropteron chrysidiforme*) mit unterschiedlichen Ausbringungstechniken und unter verschiedenen Standortbedingungen erzielt werden kann. Dies ist ein vielversprechender erster Erfolg für die Entwicklung einer biologischen Bekämpfung des Stumpfblättrigen Ampfers mit Hilfe einer gezielten Massenfreisetzung des einheimischen roten Ampfer-Glasflüglers. Bis zur Praxisreife einer solchen Bekämpfungsmethode müssen aber noch einige Hürden überwunden werden. Als nächsten Schritt gilt es, die Wirksamkeit des Befalles auf das Wachstum der Ampferpflanzen zu erheben und die Ausbringungstechnik in ihrer Wirksamkeit und Zuverlässigkeit weiter zu verbessern.

Danksagung

Wir danken C. Stutz, Agroscope; R. Gago, AGFF; H. Müller-Schärer, Universität Freiburg (CH) und der Firma Andermatt Biocontrol AG für ihre Unterstützung des Projektes. Diese Studie wurde finanziell ermöglicht durch die Kommission für Technologie und Innovation (KTI) der Schweizerischen Eidgenossenschaft und die Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues (AGFF).

Literatur

- BENTLEY, S., WHITTAKER, J.B. & MALLOCH, A.J.C. (1980): Field experiments on the effects of grazing by a chrysomelid beetle (*Gastrophysa viridula*) on seed production and quality in *Rumex obtusifolius* and *Rumex crispus*. *Journal of Ecology* 68, 671-674.
- CAVERS, P. und HARPER, J. (1964): *Rumex obtusifolius* L. and *R. crispus* L. *Journal of Ecology* 52, 737-766.
- FISHER, K.T., FOGLIANI, R.G. & STRICKLAND, G.R. (1994): Biological control of dock: field augmentation. Meat Reserach Corporation, Australia.
- FOGLIANI, R.G. und STRICKLAND, G.R. (2000): Biological control of dock: enhanced distribution of the dock moth. Meat Reserach Corporation, Australia.
- GROSSRIEDER, M. und KEARY, I.P. (2004): The potential for the biological control of *Rumex obtusifolius* and *Rumex crispus* using insects in organic farming, with particular reference to Switzerland. *Biocontrol News and Information* 25, 65N-79N.

- HATCHER, P.E., BRANDSAETER, L.O., DAVIES, G. ET AL. (2008): Biological control of *Rumex* species in Europe: opportunities and constraints. *Proceedings of the 12th international symposium on Biological Control of Weeds* 470-475.
- INMAN, R. (1970): Observations on biology of *Rumex* rust *Uromyces rumicis* (Schum.) Wint. *Botanical Gazette* 131, 234-241.
- LÜSCHER, A., NÖSBERGER, J., JEANGROS, B. & NIGGLI, U. (2001): Jugendentwicklung und Konkurrenzverhalten von *Rumex obtusifolius* L. 45. Jahrestagung Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Wissenschaftlicher Fachverlag, Giessen 45-46.
- MARTINKOVA, Z. and HONEK, A. (2004): *Gastrophysa viridula* (Coleoptera : Chrysomelidae) and biocontrol of *Rumex* - a review. *Plant Soil and Environment* 50, 1-9.
- NIGGLI, U., NÖSBERGER, J. & LEHMANN, J. (1993): Effects of nitrogen fertilization and cutting frequency on the competitive ability and the regrowth capacity of *Rumex obtusifolius* L. in several grass swards. *Weed Research* 33, 131-137.
- OSWALD, A.K. and HAGGAR, R.J. (1983): The effects of *Rumex obtusifolius* on the seasonal yield of two mainly perennial ryegrass swards. *Grass and Forage Science* 187-191.
- R CORE TEAM (2014): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <http://www.R-project.org>.
- SPATENKA, K.O., GORBUNOV, Z., LASTUVKA, Z., TOSEVSKI, I. & ARITA, Y. (1999): Handbook of Palearctic Macrolepidoptera Volume 1: Sesiidae - Clearwing moths. Gem Publishing Company, Wallingford.
- STRICKLAND, G.R., FOGLIANI, R. & SCOTT, J.K. (2012): *Rumex* spp. - docks. M. Julien, R. McFadyen, & J. Cullen [eds.], CSIRO Publishing, Melbourne.
- ZALLER, J.G. (2004): Ecology and non-chemical control of *Rumex crispus* and *R. obtusifolius* (Polygonaceae): a review. *Weed Research* 44, 414-432.

Wirkung der Kalkdüngung auf mit Hahnenfuss verunkrauteten Wiesen

Huguenin-Elie, O.¹, Stutz, C.J.¹, Gago, R.² & Lüscher, A.¹

¹ Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH, CH-8046 Zürich

² Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues AGFF, CH-8046 Zürich

olivier.huguenin@agroscope.admin.ch

Einleitung und Problemstellung

Der Fries' Scharfe Hahnenfuss (*Ranunculus acris* L. ssp. *friesianus* (Jord.) Syme) ist im Futterbau eine unerwünschte Pflanzenart, weil er frisch für die Nutztiere leicht toxisch ist und auf der Weide verschmäht wird (DIETL und JORQUERA, 2004). Bei der Heubereitung verliert er seine Giftigkeit, bleibt aber von geringem Futterwert (SCHUBIGER und SACHSE, 1992). Der Kriechende Hahnenfuss (*Ranunculus repens* L.) ist kaum giftig, jedoch wegen seines geringen futterbaulichen Wertes in hohen Anteilen futterbaulich auch unerwünscht. Beide Arten kommen vor allem auf nährstoffreichen, sauren bis schwach alkalischen Böden vor (LANDOLT *et al.*, 2010; Einstufung der Bodenreaktion nach FLISCH *et al.*, 2009) und können in hohen Bestandesanteilen im Dauergrünland vorkommen.

Böden unter Grünlandbewirtschaftung neigen zu einer langsam fortschreitenden Versauerung. Eine gezielte Kalkdüngung ist deshalb eine wichtige Erhaltungsmassnahme (z.B. WENDLAND *et al.*, 2012). Neben dem pH-Wert und dem Calciumgehalt des Bodens beeinflusst die Kalkdüngung verschiedene chemische und biologische Prozesse im Boden, wie z.B. die Mineralisierung und die Pflanzenverfügbarkeit anderer Nährstoffe (z.B. ANDERSSON *et al.*, 2015). Die Konkurrenzverhältnisse zwischen den Pflanzenarten der Wiesengesellschaft werden beeinflusst, was zu Veränderungen in der botanischen Zusammensetzung des Grünlandes führen kann. Eine Kalkdüngung verändert so die botanische Zusammensetzung von an saure Böden angepasste Wiesengesellschaften wie Borstgrasrasen deutlich (HEGG *et al.*, 1992; SCHECHTNER, 1993; TENZ *et al.*, 2010). Auf schwach sauren oder neutralen Böden ist die Wirkung der Kalkdüngung auf die botanische Zusammensetzung dagegen oft undeutlich (z.B. SCHECHTNER, 1993). Die Kalkdüngung wird aber in der Landwirtschaft oft als Hilfsmittel gegen ein starkes Auftreten von Hahnenfussgewächsen angepriesen. Deshalb wurde ein mehrjähriger Versuch zur Abklärung der Wirkung verschiedener Kalkdünger auf die Bestandesanteile von Fries' Scharfem Hahnenfuss und Kriechendem Hahnenfuss in intensiv bewirtschafteten Wiesen durchgeführt.

Material und Methoden

Der Versuch wurde im Frühjahr 2007 auf intensiv bewirtschafteten Mähwiesen von zwei landwirtschaftlichen Betrieben der Alpennordflanke (Ricken SG, 800 m ü. M. und Herisau AR, 860 m ü. M.) und einem Betrieb des Schweizer Mittellandes (Wagen SG, 450 m ü. M.) angelegt. Ein paar Angaben über den Zustand der Wiesen zu Beginn des Versuches sind in der Tabelle 1 ersichtlich. Die zwei Grasarten mit dem höchsten Ertragsanteil im ersten Aufwuchs waren *Lolium perenne* L. und *Anthoxanthum odoratum* L. in Herisau, *Alopecurus pratensis* L. und *Lolium perenne* in Ricken und *Lolium perenne* und *Poa trivialis* L. in Wagen. In Ricken und Wagen wurden drei Kalkdüngertypen, drei Kalkdüngungsniveaus (inklusive nicht gekalkte Kontrolle, Ca0) und zwei Stickstoffdüngungsniveaus in vier Wiederholungen getestet. In Herisau waren es vier Kalkdüngertypen und drei Kalkdüngungsniveaus. Zwischen den getesteten Kalkdüngern (Kohlensaurer Kalk, kohlensaurer Magnesiumkalk, Industriekalk aus der Zuckerherstellung, Algenkalk + Dolomit) wurde kein Unterschied hinsichtlich Ertrag und Pflanzenbestand beobachtet, sodass die Ergebnisse in der vorliegenden Zusammenfassung nicht weiter nach Kalkdüngertyp differenziert werden. Für die Verfahren mit der niedrigeren Kalkdüngung (Ca1), wurde die ausgebrachte Kalkmenge anhand der Kationenaustauschkapazität und der Basensättigung des Bodens gemäss den Empfehlungen von FLISCH *et al.* (2009) für jeden Standort berechnet (zwischen 1 und 1,5 t CaO/ha). Die Verfahren mit der höheren Kalkdüngung (Ca2) bekamen doppelt so viel Kalkdünger. Die erste Kalkdüngung erfolgte im Jahr 2007 und eine zweite Kalkdüngung gleicher Menge wurde im Jahr 2010 verabreicht. In Ricken und Wagen wurden eine beziehungsweise zwei Stickstoffgaben pro Jahr in den Verfah-

ren mit einer reduzierten Stickstoffdüngung ausgelassen. Die weiteren Stickstoffgaben wurden durch den Betriebsleiter mit Gülle ausgebracht, sodass die Verfahren mit der reduzierten Stickstoffdüngung (N1) ungefähr zwei Drittel der üblichen Stickstoffdüngung (N2) bekamen.

Tab. 1: $pH_{(H_2O)}$ -Wert des Bodens, botanische Zusammensetzung und Jahresertrag am Anfang des Versuches in den drei untersuchten Wiesen.

	pH-Wert des Bodens	Jahresertrag (t TM/ha)	Ertragsanteil (%)			
			Hahnenfuss	Gräser	Kleearten	Andere Kräuter
Herisau	5,2	8,5	16	65	4	15
Ricken	4,9	9,9	19	67	6	8
Wagen	6,0	12,2	8	52	15	25

Ergebnisse und Diskussion

Auf allen drei Standorten hat die Kalkdüngung eine deutliche Erhöhung des pH-Wertes und der Calciumaustauschkapazität des Bodens bewirkt, mit einem signifikanten Unterschied zwischen Ca1 und Ca2 in Herisau und Ricken (Tab. 2). Der Gehalt an verfügbarem Phosphor im Boden, geschätzt durch die Extraktion mit CO_2 -gesättigtem Wasser (DIRKS und SCHEFFER, 1930), war mit dem pH-Wert des Bodens positiv korreliert. Dieser Zusammenhang wurde aber durch die Kalkdüngung verschoben, sodass die Phosphorverfügbarkeit in Ca2 nicht höher als war in Ca1 (Abb. 1).

Tab. 2: $pH_{(H_2O)}$ -Wert (Mittelwert 2007-2012) und Calciumaustauschkapazität (KAK_Ca, Jahr 2009) des Bodens der drei Kalkdüngungsniveaus (Ca0, Ca1, Ca2) an den drei Standorten.

	Herisau	Ricken	Wagen
pH-Wert des Bodens			
Ca0	5,6 ^a	5,3 ^a	6,1 ^a
Ca1	6,1 ^b	5,8 ^b	6,5 ^b
Ca2	6,3 ^c	6,2 ^c	6,7 ^b
KAK_Ca			
Ca0	8,9 ^a	6,4 ^a	7,3 ^a
Ca1	11,0 ^b	8,2 ^b	8,7 ^b
Ca2	12,3 ^c	9,9 ^c	9,7 ^b

Innerhalb einer Kolonne, Mittelwerte mit gleichem Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (ANOVA, $p < 5\%$, für pH-Werte: wiederholte Messungen Herbst 2007-2012).

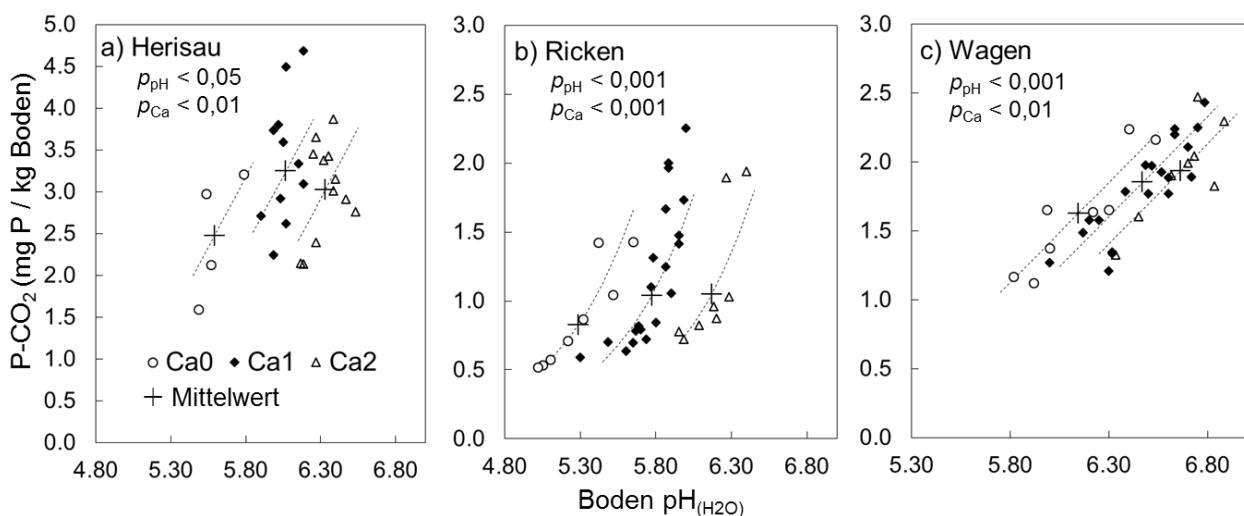


Abb. 1: Gehalt an verfügbarem Phosphor im Boden ($P-CO_2$) in Abhängigkeit des pH-Wertes des Bodens an den drei Standorten und in den drei Kalkdüngungsniveaus (Ca0, Ca1 und Ca2). Der Gehalt an verfügbarem Phosphor im Boden ($P-CO_2$) wurde nach Extraktion mit CO_2 -gesättigtem Wasser geschätzt. p_{pH} , p_{Ca} und Trendlinie aus ANCOVA, +: geschätzter mittlerer $P-CO_2$ bei durchschnittlichem Boden pH-Wert.

Tab. 3: Gesamt Futterertrag der Wiesen und Ertragsanteile von Hahnenfuss (Fries' Scharfer Hahnenfuss und Kriechender Hahnenfuss), Gräsern, Kleearten, sowie anderen Kräutern in Herisau in den drei Kalkdüngungsniveaus und in Ricken und Wagen in den drei Kalk- und den zwei Stickstoffdüngungsniveaus. Die angegebenen Werte sind die Mittelwerte der Jahre 2009 bis 2013. *SFM* = Standardfehler des Mittelwertes; *p* aus ANOVA; *n.s.* = nicht signifikant.

Standort	Verfahren	Jahresertrag (t TM/ha)	Ertragsanteil (%)			
			Hahnenfuss	Gräser	Kleearten	Andere Kräuter
Herisau	Ca0	8,06	22	50	4	24
	Ca1	7,76	19	51	5	25
	Ca2	7,51	19	50	4	27
	<i>SFM</i>	0,15	0,9	1,1	0,3	1,5
	<i>p</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
Ricken	Ca0N1	9,41 ^{ab}	10	65	11	14
	Ca1N1	9,38 ^a	13	65	9	14
	Ca0N2	9,78 ^{ab}	11	66	11	13
	Ca1N2	9,82 ^b	12	67	9	13
	Ca2N2	9,84 ^b	12	65	9	15
	<i>SFM</i>	0,11	1,0	1,3	0,7	1,1
	<i>p</i>	<0,05	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
Wagen	Ca0N1	10,57 ^a	14	56	11	19
	Ca1N1	11,09 ^{ab}	14	56	10	20
	Ca0N2	11,71 ^b	11	60	12	18
	Ca1N2	11,65 ^b	11	58	12	19
	Ca2N2	11,61 ^b	14	56	11	19
	<i>SFM</i>	0,21	2,2	1,8	1,0	1,6
	<i>p</i>	<0,01	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

In Herisau hat die Kalkung zu keinem statistisch signifikanten Ertragsunterschied gegenüber dem Kontrollverfahren (Ca0) geführt (Tab. 3), auch nach der zweiten Kalkdüngung im Jahr 2010 und sieben Versuchsjahren. Auch in Ricken und in Wagen zeigte die Kalkdüngung keinen Effekt auf den Futterertrag. Auf diesen zwei Standorten konnte eine Ertragsreduktion von ungefähr 6% in den Verfahren mit reduzierter Stickstoffdüngung beobachtet werden.

Bis zum Schluss des Versuches im Jahr 2013 unterschied sich die botanische Zusammensetzung der verschiedenen Verfahren nicht signifikant. Der Fries' Scharfe Hahnenfuss und der Kriechende Hahnenfuss wurden durch die Kalkdüngung auf keinem der drei Standorte zurückgedrängt (Tab. 3). Auch der Kleeanteil blieb durch die Kalkdüngung unbeeinflusst.

Für diesen Versuch wurden bewusst keine Grenzstandorte mit stark saurem Boden ausgewählt, jedoch Vertreter von Standorten mit schwach saurem bis saurem Boden entsprechend der Einstufung der Bodenreaktion nach FLISCH *et al.* (2009), wo sowohl intensiver Futterbau als auch der Scharfe Hahnenfuss häufig vorkommt. Am Anfang des Versuches war somit die Bodenreaktion in Ricken tiefer als der optimale Bereich für Futtergräser, in Herisau war sie nur leicht tiefer und in Wagen lag sie innerhalb des optimalen Bereiches (RIEDER, 1983). Die drei Wiesen hatten aber einen hohen Anteil an Fries' Scharfem Hahnenfuss und/oder Kriechendem Hahnenfuss (Tab. 1). Die Effekte der niedrigeren Kalkdüngung (Ca1) auf den Boden waren deutlich und haben die Bodeneigenschaften (pH-Wert, Gehalt an verfügbarem Phosphor) für die Futtergräser günstig beeinflusst. Es ist interessant zu erkennen, dass die höhere Kalkdüngung (Ca2) die Phosphorverfügbarkeit gegenüber Ca1 nicht weiter verbesserte, obwohl die Bodenreaktion in Ca2 höher war als in Ca1 (Herisau und Ricken). Dies illustriert die Komplexität der Wirkung von Kalkapplikationen auf die Phosphorverfügbarkeit.

Dieser Versuch bestätigt die breite ökologische Nische von Fries' Scharfem Hahnenfuss und Kriechendem Hahnenfuss bezüglich Bodenreaktion (LAUBER *et al.*, 2012; LANDOLT *et al.*, 2010) und zeigt, dass eine schnelle Reduktion der Bestandesanteile dieser Hahnenfussarten durch eine Verschiebung der Bodenreaktion nicht zu erreichen ist. Selbst über die lange Versuchsdauer (sieben Jahre) wurden sowohl der Fries' Scharfe Hahnenfuss als auch der Kriechende Hahnenfuss durch die Kalkdüngung nicht zurückgedrängt. Dies wurde an allen drei Standorten beobachtet obwohl die Kalkeffekte auf den Boden deutlich waren und hohe Kalkmengen bei den Ca2-Verfahren ausge-

bracht wurden. Weil eine Kalkdüngung die Mineralisierung im Boden stärken kann (z.B. WHEELER *et al.*, 1997) und der Fries' Scharfe Hahnenfuss durch eine hohe Stickstoffverfügbarkeit gefördert werden kann (DIETL und LEHMANN, 2004), wurde bei zwei Standorten die Stickstoffdüngung in gewissen Verfahren reduziert. Aber auch mit einer reduzierten Stickstoffdüngung konnte keine Wirkung der Kalkung auf den Ertragsanteil des Hahnenfusses beobachtet werden.

Schlussfolgerungen

Wir schliessen aus diesem mehrjährigen Versuch an drei Standorten, dass die Kalkdüngung, trotz einer deutlichen Erhöhung des pH-Wertes des Bodens, keine wirksame Massnahme zur Regulierung von Fries' Scharfem Hahnenfuss und Kriechendem Hahnenfuss in intensiv bewirtschafteten Wiesen auf schwach sauren bis sauren Böden ist. Zu einer ähnlichen Schlussfolgerung kam auch KOBLET (1946) nach Feldversuchen und Erhebungen auf landwirtschaftlichen Betrieben.

Literatur

- ANDERSSON, K.O., TIGHE, M.K., GUPPY, C.N., MILHAM, P.J. & MCLAREN, T.I. (2015): Incremental acidification reveals phosphorus release dynamics in alkaline vertic soils. *Geoderma* 259-260, 35-44.
- DIETL, W. und JORQUERA, M. (2004): Wiesen- und Alpenpflanzen. 2. Auflage. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf.
- DIETL, W. und LEHMANN, J. (2004): Ökologischer Wiesenbau. Nachhaltige Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf.
- DIRKS, B. und SCHEFFER, H. (1930): Der Kohlensäure-Bikarbonatauszug und der Wasserauszug als Grundlage zur Ermittlung der Phosphorsäurebedürftigkeit der Böden. *Landwirtschaftl. Jahrbücher* 71, 73-99.
- FLISCH, R., SINAJ, S., CHARLES, R. & RICHNER, W. (2009): GRUDAF 2009. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. *Agrarforschung* 16 (2), 1-97.
- HEGG, O., FELLER, U., DAHLER, W. & SCHERRER, C. (1992): Long-term influence of fertilization in a *Nardetum*; Phytosociology of the pasture and nutrient contents in leaves. *Vegetation* 103, 151-158.
- KOBLET, R. (1946): Über das Auftreten und die Bekämpfung des scharfen Hahnenfusses in ostschweizerischen Dauerwiesen. *Eidgenössische landwirtschaftliche Versuchsanstalt*.
- LANDOLT, E., BÄUMLER, B., ERHARDT, A., HEGG, O., KLÖTZLI, F., LÄMMLER, W., NOBIS, M., RUDMANN-MAURER, K., SCHWEINGRUBER, F.H., THEURILLAT, J.-P., URMI, E., VUST, M. & WOHLGEMUTH, T. (2010): Flora indicativa; Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt Verlag, Bern.
- LAUBER, K., WAGNER, G. & GYGAX, A. (2012): Flora Helvetica. 5. Auflage, Haupt Verlag, Bern.
- RIEDER, J. (1983): Dauergrünland. BLV-Verlagsgesellschaft mgH, München.
- SCHECHTNER, G. (1993): Wirksamkeit der Kalkdüngung auf Grünland. *Die Bodenkultur* 44, 135-152.
- SCHUBIGER, F.X. und SACHSE, J. (1992): Bewertung des Kriechenden und des Scharfen Hahnenfusses als Futterpflanze. *Landwirtschaft Schweiz* 5 (11/12): 589-592
- TENZ, R., ELMER, R., HUGUENIN-ELIE, O. & LÜSCHER, A. (2010). Auswirkungen der Düngung auf einen Borstgrasrasen. *Agrarforschung Schweiz* 1 (5), 176-183.
- WENDLAND, F., DIEPOLDER, M. & CAPRIEL, P. (2012): Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland. 10. Auflage. Lfi-Information, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL).
- WHEELER, D.M., EDMEADES, D.C. & MORTON, J.D. (1997): Effect of lime on yield, N fixation, and plant N uptake from the soil by pasture on 3 contrasting trials in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 40, 397-408.

Nitratauswaschung und Nährstoffeffizienz bei Gülledüngung im Grünland bei erhöhten N-Gaben aus Gülle

Wolf, M. und Laser, H.

Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft,

Lübecker Ring 2, 59494 Soest, wolf.marcjoerg@fh-swf.de

Einleitung und Problemstellung

Die in mehreren deutschen Bundesländern praktizierte Derogationsregelung erlaubte es bis zum 31.12.2013 intensiv wirtschaftenden Grünlandbetriebe auf Antrag N-Mengen aus Gülle von bis zu $230 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ anstelle der üblichen $170 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ auszubringen. Mit dem hier vorgestellten Versuch sollten Daten für einen jährlichen Bericht der Bundesregierung an die EU erhoben werden, um eventuelle Folgen dieser Ausnahmeregelung bewerten zu können. Eine Verlängerung der Derogationsregelung ist derzeit ungewiss, obwohl sich das Gesamtaufkommen der betrieblichen Wirtschaftsdünger nicht reduziert hat. Dauergrünland nutzt die gesamte Wachstumsperiode. Dies begünstigt, im Vergleich zu Ackerkulturen, die Nährstoffnutzungseffizienz. Dennoch ist nicht auszuschließen, dass es auch unter Grünland saisonal zu Nitratbelastungen des Sickerwassers kommen kann. Seit 2008 untersucht die Fachhochschule Südwestfalen die Nitratwerte im Zusammenhang einer verstärkten Gülledüngung an zwei Mittelgebirgsstandorten. Über eine Vakuumanlage wird in 60 cm Tiefe Sickerwasser bildendes Bodenwasser gesammelt. Die Stickstoffaufnahme der vierfach genutzten Aufwüchse wurde mittels NIRS analysiert. Die zentrale Frage ist dabei, ob die Erhöhung der Güllegaben von 170 auf $230 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ langfristig Effekte auf die Stickstoffnutzung und Nitratgehalte des Bodenwassers zeigt.

Tab. 1: Übersicht der Stickstoffgaben in den Düngungsvarianten über organischen (N_{org}) oder mineralischen Stickstoff (N_{min}) in Form von Biogasgülle und Kalkammonsalpeter (KAS), sowie die Jahressummen mit den absoluten N-Gaben und dem Anteil des anrechenbaren Stickstoffs.

Varianten	Gaben ($\text{kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$)								Σ
	1. Schnitt		2. Schnitt		3. Schnitt		4. Schnitt		
	Gülle	KAS	Gülle	KAS	Gülle	KAS	Gülle	KAS	
0 N									0
240 N_{min}		80		70		50		40	240
170 N_{org}	70	30	50	35	50	15	-	40	290/240
230 N_{org}	90	20	70	20	70	-	-	40	310/240

Material und Methoden

Die Höhe des Standortes Meschede-Remblinghausen (ME) über NN beträgt 390 m, die Hangexposition ist nach Norden. Die Bodenart ist tonig-schluffig, der Bodentyp eine Braunerde aus Schieferverwitterung. Die nutzbare Feldkapazität des verdichteten Bodens beträgt etwa 19 vol. %. Von 1981 bis 2010 fielen im nahe gelegenen Eslohe laut Deutschem Wetterdienst 1.184 mm im Jahr. Der Standort Medebach-Referinghausen (MB) befindet sich in circa 500 m Höhe über NN auf einem Südhang. Die dortige Braunerde ist mit der in Meschede dominierenden Erde in Gründigkeit und physikalischen Eigenschaften fast identisch, weist aber eine höhere nutzbare Feldkapazität auf. Allerdings weist der Standort in allen Bodenhorizonten einen hohen Skelettanteil auf, so dass der Boden deutlich durchlässiger ist als am Standort ME. Der Standort MB liegt im Lee des Astengebirges. Im Mittel betragen hier die Jahresniederschläge 820 mm im Jahr.

Auf den Versuchsstandorten ME und MB wurden jeweils identische Versuchsanlagen mit zwei Wiederholungen angelegt. Die Parzellengröße beträgt 25 m^2 . Die Nutzungshäufigkeit betrug vier Schnitte. Zu jedem Aufwuchs wird eine den Varianten entsprechende Düngermenge ausgebracht (Tab. 1). Die Bodennährstoffgehalte (P_2O_5 , K_2O , MgO) und der pH-Wert je Variante werden im Herbst bestimmt. Je nach den Ergebnissen erfolgte im zeitigen Frühjahr eine Grunddüngung.

Zur Gewinnung des Bodenwassers werden stationäre, vakuumgeregelte Saugkerzenanlagen (EcoTech, Bonn, BRD) verwendet. Je Parzelle wurden sechs P80-Keramikköpfe in einer Tiefe von 60 cm installiert. An den Saugkerzen wirken etwa -130 hPa . Dies entwässert Grobporen bis etwa

35-40 µm Durchmesser. Hierbei handelt es sich um langsam bewegliches Sickerwasser (AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN, 2005). Nach Möglichkeit wurde jede Woche aus den Sammelflaschen eine Mischprobe des Bodenwassers je Wiederholung genommen. Die chromatographische Analyse der NO₃-Konzentrationen führte die LUFA NRW durch. Proben der gewogen Aufwüchse wurden bei 60°C getrocknet und mittels NIRS analysiert. Zur Bestimmung der N-Nutzungsrate wurde der Stickstoff im Aufwuchs der nicht gedüngten Kontrolle von dem der Düngungsvarianten abgezogen, und in Relation zur N-Gabe gesetzt (VARVEL und PETERSON, 1990).

Ergebnisse und Diskussion

Über die Versuchsjahre variieren die TM-Erträge erheblich (Abb.1). Insgesamt erzielt die mineralische Kontrolle meist die höchsten Erträge. Dennoch schneiden die Varianten mit Gülledüngung je nach Witterung mitunter ähnlich gut oder besser ab. Entsprechend sind in den langjährigen Mittelwerten kaum Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten zu erkennen.

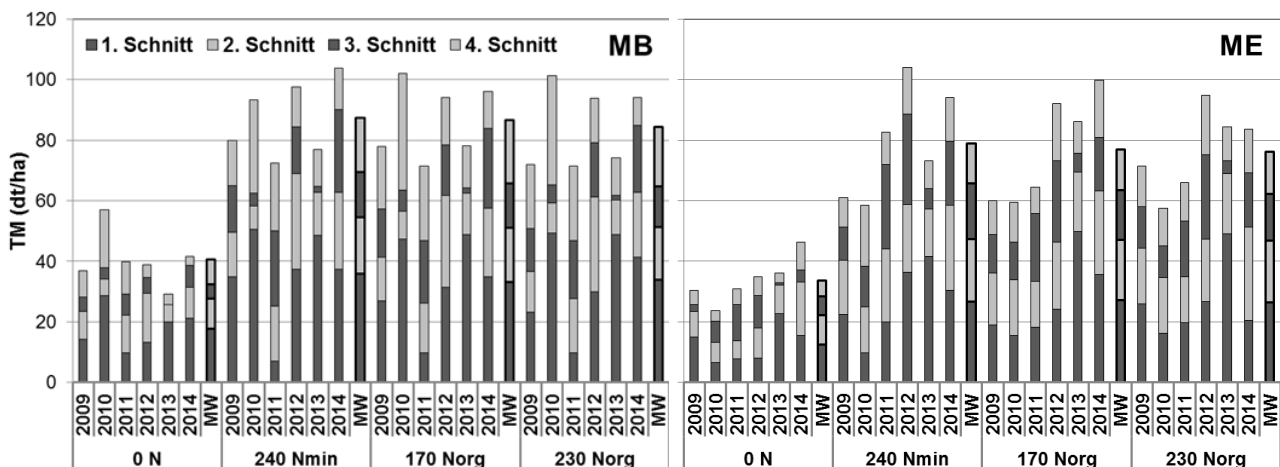


Abb. 1: Durchschnittliche Trockenmasseerträge der Einzelschnitte im Versuchszeitraum in der mineralischen Kontrolle (N_{min}) und den Düngungsvarianten mit überwiegender Gülledüngung (N_{org}) an den Standorten Medebach-Referinghausen (MB) und Meschede-Remblinghausen (ME), sowie die langjährigen Mittelwerte jeder Variante (MW).

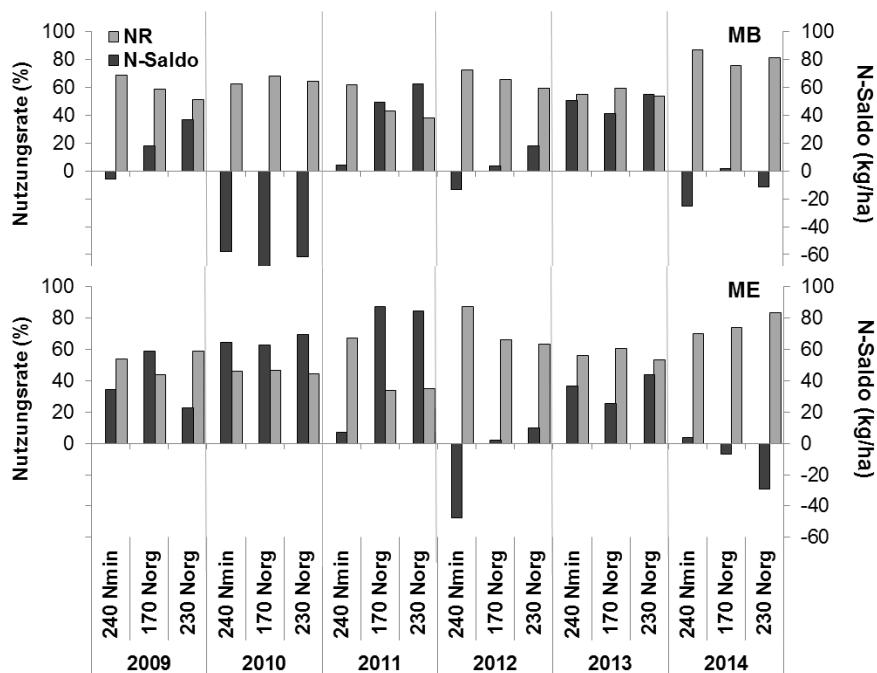


Abb. 2: Stickstoffsalden und Nutzungsraten (NR) in der mineralischen Kontrolle (N_{min}) und den Düngungsvarianten mit überwiegender Gülledüngung (N_{org}) an den Standorten Medebach-Referinghausen (MB) und Meschede-Remblinghausen (ME).

Die Stickstoffnutzungsraten zeigen weniger nach Düngungsvarianten, sondern je nach Versuchsjahr unterschiedliche Relationen (Abb. 2). Erreichen die mineralischen Kontrollen auf beiden Standorten auch oft die höchsten Nutzungsraten, liegen die N-Salden bei den Güllevarianten öfter im positiven Bereich. Ob dies eventuell auf einen Aufbau von N-Reserven im Boden, oder auf noch nicht quantifizierten Verlusten zurückzuführen ist, müsste in der verbleibenden Laufzeit des Versuches untersucht werden. In 2014 erreichen die Güllevarianten in ME erstmals höhere Nutzungsraten als die KAS-Düngung.

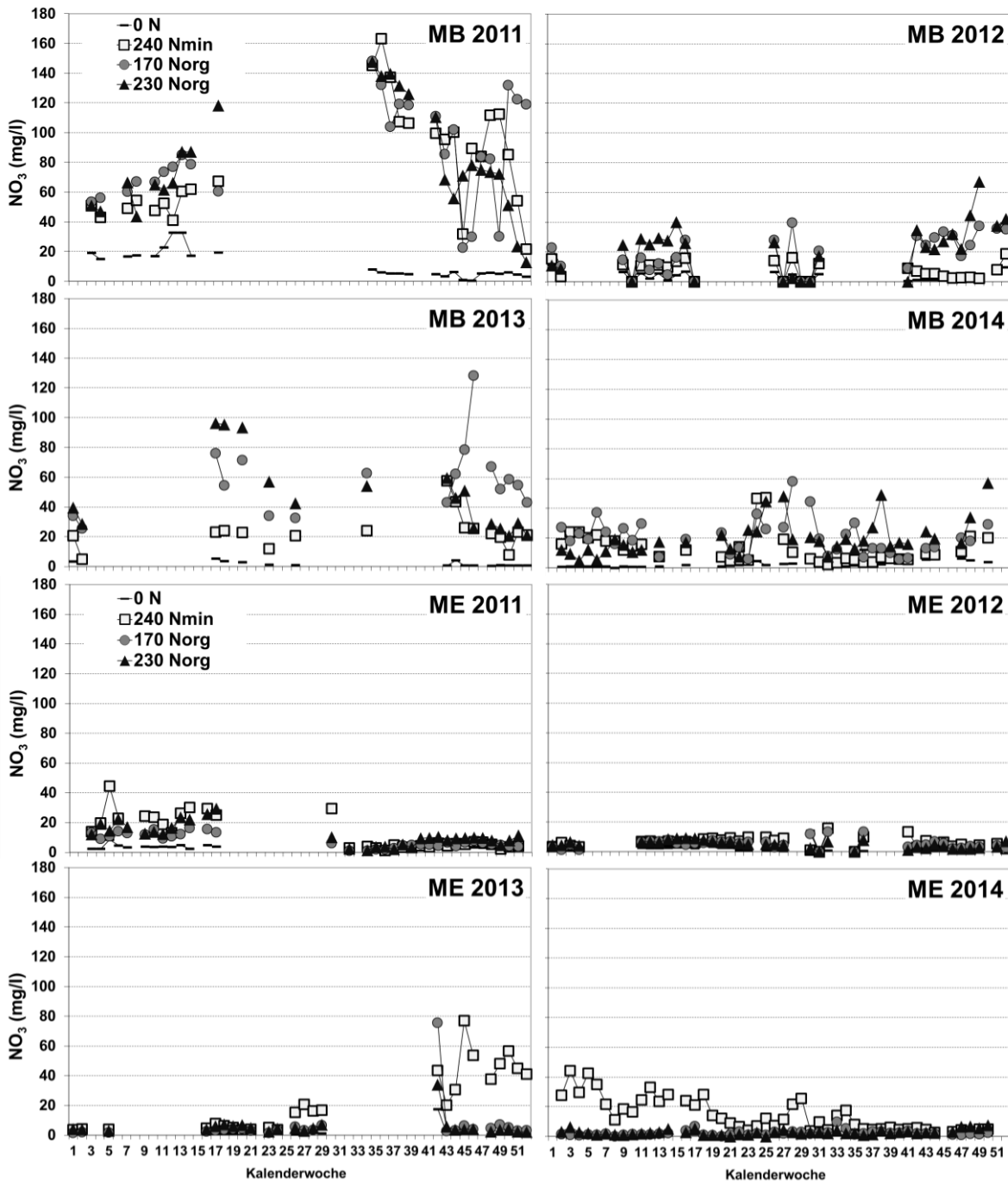


Abb. 3: Mittelwerte der Nitratkonzentrationen ($n=2$) im gesammelten Bodenwasser in der mineralischen Kontrolle (N_{\min}) und den Düngungsvarianten mit überwiegender Gülledüngung (N_{org}) über die Kalenderwochen der Jahre 2011 bis 2014 an den Standorten Medebach-Referinghausen (MB) und Meschede-Remblinghausen (ME).

Am Standort MB kommt es im Vergleich zu ME häufiger zu einer Überschreitung des gesetzlichen Grenzwerts für Trinkwasser von $50 \text{ mg NO}_3 \text{ l}^{-1}$ Grundwasser als in ME. Die Überschreitung des Grenzwertes ist jedoch bei allen Düngevarianten meist nur zu wenigen Messterminen relevant. Dabei zeigt die Variante $230 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ aus Gülle (einschließlich mineralischer Ergänzung) an keinem Standort ein höheres Nitratauswaschungspotential, weder im Vergleich zur rein mineralisch gedüngten Variante, noch im Vergleich zum geringeren Gülleanteil. Die Peaks der Nitratkonzentrationen ergeben sich variantenübergreifend zudem oft in Phasen mit geringen Niederschlagsmengen und somit geringer Grundwasserbeeinflussung. Die trinkwassergefährdende Wirkung der um ein vielfaches höheren Nitratkonzentration am Standort MB im Vergleich zu ME muss zusätzlich relativiert werden. Besondere Standortfaktoren sorgen dafür, dass hier vermutlich größere Mengen an Sickerwasser durch den skelettreichen und klüftigen Boden schnell versickern. Die jährlich aufgefangenen Sickerwassermengen in ME sind etwa fünfmal so groß wie die in MB. Entsprechend liegen die Nährstoffkonzentrationen des Bodenwassers höher. So kann in diesem Versuch sicher ausgesagt werden, dass in MB die Witterung ausschlaggebend ist, welche Düngevariante hohe Nitratkonzentrationen im Sickerwasser aufweisen. In ME sind die gesammelten Nitratmengen nicht geringer, doch ist der Konzentrationsgrenzwert kaum überschritten. Dies war erst im Herbst 2013 und dem folgenden Frühjahr der Fall, fast ausschließlich bei der mineralischen Kontrolle.

Schlussfolgerungen

Die Stickstoffauswaschung ist in den Düngevarianten weniger von einer langsameren Pflanzenverfügbarkeit des Stickstoffs, sondern von Umweltfaktoren abhängig. So geht die Erhöhung des Anteils der Gülle, von 170 auf $230 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ auch in langjähriger Betrachtung nicht mit höheren Nitratausträgen in das Grundwasser einher. Dies deckt sich mit früheren Beobachtungen (KIVELITZ *et al.*, 2012). Zu ähnlichen Ergebnissen kommt ein Versuch im Alpenvorland (DIEPOLDER und RASCHBACHER, 2012). Auch Trinkwasseruntersuchungen zeigen, dass erhöhte Nitratwerte selten auf Regionen zurückzuführen sind, in denen die Derogationsregelung von Belang für die Grünlandwirtschaft war (BMU und BMELV 2012). Aus den dargestellten Versuchsergebnissen ist deshalb abzuleiten, dass bei angepasster Nutzung des Grünlandes aus hohen Güllegaben (170 oder $230 \text{ kg Gülle-N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$) kein wasserwirtschaftliches Problempotenzial zu erwarten ist. Des Weiteren gibt es Hinweise darauf, dass die organischen Stickstoffgaben über Gülle positive Auswirkungen auf Bodeneigenschaften, wie etwa Bodennährstoffgehalte und Wasserhaltekapazität, haben. Dies gilt es noch zu untersuchen. Der Vergleich der Erträge von fünf Jahren zeigt bereits, dass bei einem effizienten Einsatz betriebseigenen Düngers auf den Zukauf erheblicher Mengen von mineralischen Stickstoffdüngern zur Nährstoffergänzung verzichtet werden kann. Langfristig kann so die Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit von Grünlandbetrieben gefördert werden. Über die mehrjährigen Versuchsergebnisse findet sich bislang nichts, das der Weiterführung der Derogationsregelung widersprechen würde.

Literatur

- AD-HOC-ARBEITSGRUPPE BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. *Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Geologischen Diensten*, 5. Auflage, Hannover.
- BMU UND BMELV (2012): Nitratbericht - Gemeinsamer Bericht der Bundesministerien für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
- DIEPOLDER, M. und RASCHBACHER, S. (2012): Grünlanddüngung und Gewässerschutz - Versuchsergebnisse aus Bayern. In: Wirkung von Massnahmen zum Boden- und Gewässerschutz. *LFZ Raumberg-Gumpenstein*. 3. Umweltökologisches Symposium: 65-72.
- KIVELITZ, H.; GRÖBLINGHOFF, F.-F.; LASER, H. & LÜTKE-ENTRUP, N. (2012): Wirkungen einer Ausbringung von 230 kg/ha N aus Gülle auf die NO_3 -Konzentration im Bodenwasser unter Dauergrünland. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* 24, 180–181.
- VARVEL, G.E. und PETERSON, T.A. (1990): Nitrogen fertilizer recovery by corn in monoculture and rotation systems. *Agronomy Journal* 82: 935-938.

Grünlandmischungen als Basis für erfolgreiche Grünlandwirtschaft

Wurth, W. und Elsaßer, M.

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW)

Atzenberger Weg 99, D-88326 Aulendorf, martin.elsaesser@lazbw.bwl.de

Einleitung und Problemstellung

Ausgehend vom Streben nach mehr Effizienz in der Grünlandwirtschaft (u.a. REHEUL *et al.*, 2015) und den mit den Veränderungen des Klimas einhergehenden Anpassungsstrategien (FLAIG *et al.*, 2013) werden an Grünlandmischungen immer höhere Ansprüche hinsichtlich Qualität bzw. Trockenstresstoleranz gestellt. Die Zusammenstellung der Mischungsinhalte verändert sich u.a. auch in Richtung bekannt trockenheitsverträglicher Arten, z.B. Knautgras (*Dactylis glomerata*) und Rohrschwengel (*Festuca arundinacea*), die aber in aller Regel eingeschränkte Verdaulichkeit aufweisen. Es ist daher notwendig von Zeit zu Zeit handelsübliche Mischungen anzubauen, deren Tauglichkeit hinsichtlich Ertrag und Qualität und hinsichtlich der Dauerhaftigkeit wichtiger Einzelkomponenten zu testen. Um neuere Erkenntnisse hierüber zu erlangen, wurde am LAZBW Aulendorf 2011 ein Versuch mit 26 handelsüblichen Ansaatmischungen und 7 Einzelarten angelegt. Die Versuchsdauer beläuft sich auf 5 Jahre vorgesehen.

Material und Methoden

Der Versuchstandort Aulendorf ist wie folgt charakterisiert: Oberschwaben, Ackerzahl 53, Parabraunerde, Bodenart sandiger Lehm, 620 m ü. NN, im Mittel 902 mm Niederschlag und mittlere Temperatur 8,4 °C.

Die Bewirtschaftung der 33 Varianten erfolgt seit 2012 mit 5 Nutzungen jährlich. Vor der Nutzung werden die Ertragsanteile der Mischungen nach Klapp-Stählin geschätzt. Die Erträge werden ermittelt, die TS-Gehalte bestimmt und die Qualitätseigenschaften (Eiweiß, Rohfaser, ADF, Energiegehalt) mit Hilfe der Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) untersucht.

Zusammensetzung der Mischungen

In 18 der 26 Ansaatmischungen war Klee enthalten. Eine Mischung davon enthielt 15% Rotklee, 17 enthielten Weißklee. In zwei Mischungen war neben dem Weißklee zusätzlich auch Rotklee und in zwei zusätzlich Hornschotenklee enthalten (siehe Tabelle 1).

16 Mischungen basieren auf Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne*) mit Saatanteilen über 40%. Die Mischungen weisen unterschiedliche Anteile des Deutschen Weidelgrases nach Reifegruppen auf.

In fünf Ansaatmischungen dominieren mit mehr als 50% Obergräser wie Wiesenschwengel, (*Festuca pratense*) Wiesenlieschgras (*Phleum pratense*) und Knautgras (*Dactylis glomerata*). Eine Mischung enthielt mit 85% einen sehr hohen Rohrschwengelanteil.

Als Reinsaatensorten stehen eine Variante mit frühem, eine mit spätem Deutschem Weidelgras und eine Mischung von Deutschem Weidelgras aus drei Reifegruppen mit Weißklee im Versuch. Weiterhin werden eine frühe und späte Knautgrassorte sowie zwei Rohrschwengelsorten, eine davon sanftblättrig, mit geprüft.

Nährstoffgehalte des Bodens und Düngung

Zu Versuchsbeginn 2011 wies die Fläche einen pH-Wert von 6,0 auf, der bis Ende der Vegetationsperiode 2014 auf 5,6 zurückging. Der P₂O₅-Gehalt veränderte sich von 20 auf 18 mg, der Mg-Gehalt von 17 auf 12. Dagegen stieg der K₂O-Gehalt von 13 auf 24 mg an.

Im Mittel der drei Nutzungsjahre wurden 257 kg/ha.a Stickstoff, 100 kg/ha.a P₂O₅ und 275 kg/ha.a K₂O gedüngt.

Ergebnisse und Diskussion

Die mittleren **Trockenmasseerträge (TM)** waren 2012 und 2014 mit 149,2 bzw. 145 dt/ha sehr hoch, 2013 wurden 119,4 dt/ha erreicht. Im Mittel der drei Jahre ergibt sich ein TM-Ertrag von 137,9 dt/ha. Der höchste TM-Ertrag wurde 2012 für die Mischung *Greenstar trockene Standorte Süd* mit 221,6 dt/ha ermittelt, der niedrigste mit 97,1 dt/ha 2013 für die Mischung *Country 2018*

Süd. Bezogen auf das dreijährige Mittel geht die Spanne im TM-Ertrag von 113,9 dt/ha (*Country 2018 Süd*) bis 163,9 dt/ha (*Greenstar trockene Standorte Süd*). Auf ebenfalls sehr hohe TM-Erträge kamen die Mischungen *GSWT*, *Greenstar intensiv Süd*, *Bellmix 120 DF*, *Dauerwiese 52*, *Bellmix 110DT*, *GSWI* und *Progreen Dauerweide 2*. Die niedrigsten TM-Erträge wurden neben *Country 2018 Süd* für die Mischung *Tetrasil Gras-Mineral* und die Reinsaat *Deutsches Weidelgras spät* ermittelt.

Die **Energiedichte** liegt im Mittel der Jahre bei 6,23 MJ NEL/kg TM. Sie schwankt zwischen den Jahren weniger als der TM-Ertrag. Die höchste **Energiedichte** wurde für die Mischung *Country 2027 Milch Index* mit 6,52 MJ NEL/kg TM berechnet. Ihr folgen das *Deutsche Weidelgras spät*, die Mischung *Tetrasil Gras-Mineral*, *Deutsches Weidelgras früh*, *Deutsches Weidelgras 1/3 Regel +Weißklee* und die Mischung *Revital 205* (6,48–6,38 MJ NEL/kg TM). Die Mischung *Greenstar trockene Standorte Süd* weist mit 5,98 MJ NEL/kg TM die niedrigste Energiedichte auf. Die Mischungen *Dauerwiese 52*, *Bellmix 120 DF*, die Reinsaat *Knautgras spät*, *Rohrschwengel*, *Knautgras früh* und *Rohrschwengel sanftblättrig* kommen auf Energiegehalte von 5,99-6,09 MJ NEL/kg TM. Es ist zu erkennen, dass Varianten mit hohem TM-Ertrag in den meisten Fällen eine unterdurchschnittliche Energiedichte aufweisen, dagegen Varianten mit niedrigem TM-Ertrag eine hohe Energiedichte.

Tab. 1: Mischungszusammensetzungen

Variante	Mischungsbezeichnung	Anteil % Art*	Firma	Saatsäke kg/ha
1	GSWI	59 WD, 19 WL, 13 WRP, 9 WKL	Freudenberger	32
2	GSWT	28 WD, 19 WL, 13 WRP, 6 KL, 19 WSC, 6 ROT, 9 WKL	Freudenberger	32
3	Revital 205	70 WD, 30 WL	Advanta	40
4	Revital 301	55 WD, 25 WL, 10 WRP, 10 WKL	Advanta	40
5	Progreen Dauerwiese alle Lagen	25 WD, 15 WL, 5 WRP, 40 WSC, 10 ROT, 3 WKL, 2 RKL	Freudenberger	30
6	Porgreen Dauerweide Mähweide 2	60 WD, 10 WL, 7 WRP, 20 WSC, 3 WKL	Freudenberger	40
7	Progreen Dauerweide Mähweide 3 ohne Klee	60 WD, 10 WL, 10 WRP, 20 WSC	Freudenberger	40
8	Dauerwiese 200	35 WD, 20 WL, 5 WRP, 25 WSC, 10 ROT, 5 WKL	Becker-S. AG	40
9	Dauerwiese 52	8 WD, 15 WL, 15 WRP, 5 KL, 30 WSC, 15 ROT, 2 GO, 2 WF, 7 WKL, 1 HKL	Becker-S. AG	40
10	Dauerwiese 57	15 WD, 20 WL, 10 WRP, 40 WSC, 15 ROT	Becker-S. AG	40
11	BellMix 110DT	5 WD, 15 WL, 10 WRP, 10 KL, 35 WSC, 10 ROT, 5 GL, 8 WKL, 2 HKL	Becker-S. AG	40
12	BellMix 120DF	5 WD, 20 WL, 10 WRP, 2 KL, 35 WSC, 15 ROT, 3 WF, 10 WKL	Becker-S. AG	40
13	BellMix 130DI	65 WD, 30 WL, 5 WRP	Becker-S. AG	40
14	Country 2006 Weide mit Klee	55 WD, 10 WL, 10 WRP, 20 WSC, 5 WKL	DSV	40
15	Country 2012 Mähweide	35 WD, 20 WL, 10 WRP, 5 KL, 20 WSC, 5 WKL, 5 RKL	DSV	40
16	Country 2018 Süd	75 WD, 10 WL, 10 WRP, 5 WKL	DSV	35
17	Country 2027 Milch Index	100 WD	DSV	40
18	Tetrasil Gras-Mineral	100 WD	Saaten-Union	40
19	GrazeMax	50 WD, 17 WL, 10 WRP, 18 WSC, 5 WKL	FarmSaat	35
20	SugarMax	80 WD, 20 WL	FarmSaat	35
21	GreenStar Struktur	15 WD, 85 RSC	Schaumann	50
22	GreenStar intensiv Süd	65 WD, 20 WL, 8 KL, 7 WKL	Schaumann	40
23	GreenStar trockene Standorte Süd	35 RSC, 10 WL, 10 KL, 30 WSC, 15 RKL	Schaumann	45
24	LandGreen DE 963 Dauerwiese Energy	64 WD, 14 WL, 7 WRP, 5 KL, 1 WF, 9 WKL	BSV	40
25	LandGreen W 963 Weidemischung	58 WD, 22 WL, 12 WRP, 8 WKL	BSV	40

26	LandGreen D 953 Dauerwiese M/S	42 WD, 18 WL, 9 WRP, 17 WSC, 2 WF, 12 WKL	BSV	36
27	Deutsches Weidelgras – früh	100 WD	DSV/DLF/DLF	25
28	Deutsches Weidelgras – spät	100 WD	DLF/Barb./DLF	25
29	Deutsches Weidelgras 1/3 Regel + Weißklee	89 WD, 11 WKL	DSV+3 x DLF	25
30	Knauelgras früh	100 KL	Freudenberger	25
31	Knauelgras spät	100 KL	DSV	25
32	Rohrschwengel	100 RSC	DSV	25
33	Rohrschwengel, sanftblättrig	100 RSC	Barenbrug	25

* WD=Deutsches Weidelgras, RSC=Rohrschwengel, WL=Wiesenlieschgras, KL=Knauelgras, WRP=Wiesenrispe, WSC= Wiesenschwengel, ROT=Rotschwengel, WKL=Weißklee, RKL=Rotklee, HKL=Hornschatenklee, GO=Goldhafer, WF=Wiesenfuchsschwanz, GL=Glatthafer

Tab. 2: Trockenmasse- und Energieertrag sowie Energie- und Rohproteingehalt 2012 - 2014

Variante	Trockenmasseertrag (TM) dt/ha				Energie- gehalt MJ NEL /kg TM	Energie- ertrag MJ NEL/ha	Mittlerer Roh- proteingehalt %
	2012	2013	2014	2012 - 2014			
1	171,0	129,8	152,8	151,2 abcd	6,26	94.607 abc	17,3
2	183,8	136,9	165,4	162,1 ab	6,12	99.217 a	16,5
3	122,8	106,3	132,8	120,7 lmn	6,38	76.928 hij	14,8
4	159,9	126,0	145,4	143,8 cdefg	6,29	90.476 abcde	16,7
5	168,6	118,8	151,4	146,3 cdefg	6,18	90.363 bcde	16,6
6	163,1	132,7	154,9	150,2 abcde	6,23	93.634 abc	17,4
7	118,5	106,8	138,1	121,1 lmnk	6,36	77.039 hij	14,7
8	166,4	127,3	147,0	146,9 cdef	6,10	89.629 bcdef	16,1
9	164,4	138,5	162,1	155,0 abc	5,99	92.913 abc	16,3
10	118,1	112,3	140,1	123,5 jklmn	6,23	77.001 hij	14,8
11	170,2	125,4	159,1	151,6 abcd	6,15	93.156 abc	17,2
12	169,9	132,1	164,3	155,4 abc	6,02	93.632 abc	17,0
13	116,5	106,5	141,0	121,3 lmnk	6,25	75.869 hij	14,0
14	154,3	112,8	138,1	135,1 fghijkl	6,21	83.825 defgh	16,2
15	181,9	115,0	149,6	148,8 bcdef	6,20	92.307 abcd	16,9
16	117,6	97,1	126,9	113,9 n	6,31	71.865 j	14,4
17	119,4	112,6	137,2	123,1 jklmn	6,52	80.287 ghij	14,3
18	108,3	105,1	134,8	116,1 n	6,45	74.826 ij	14,6
19	168,7	124,5	147,2	146,8 cdefg	6,26	91.829 abcd	16,7
20	113,5	103,9	140,3	119,2 mn	6,33	75.461 hij	14,8
21	130,2	119,3	158,3	135,9 efghij	6,18	84.031 defgh	14,4
22	177,3	134,6	161,1	157,7 abc	6,10	96.105 abc	17,0
23	221,6	118,3	151,9	163,9 a	5,98	97.951 ab	16,2
24	172,5	126,6	137,0	145,4 cdefg	6,30	91.521 abcd	15,3
25	166,9	115,8	137,1	140,0 defgh	6,35	88.839 cdefg	15,2
26	169,9	130,1	136,1	145,4 cdefg	6,21	90.341 bcde	15,8
27	121,8	116,4	139,7	126,0 hijklmn	6,39	80.484 ghij	13,9
28	112,9	105,5	131,8	116,7 n	6,48	75.611 hij	14,6
29	153,7	123,3	139,7	138,9 defghi	6,38	88.655 cdefg	16,3
30	143,2	126,2	137,2	135,5 fghijk	6,08	82.353 efghi	14,7
31	133,8	108,9	131,8	124,8 ijklmn	6,03	75.325 hij	15,2
32	129,0	124,6	150,2	134,6 fghijkl	6,04	81.305 fghi	14,0
33	135,3	118,6	143,2	132,4 ghijklm	6,09	80.633 ghij	14,6
MW	149,2	119,4	145,0	137,9	6,23	85.697	15,6
GD 5%	19,9	16,1	17,6	14,5		8.793	

Im Mittel der bisherigen drei Versuchsjahre ergibt sich ein **Energieertrag** von 85.697 MJ NEL/ha. Die höchsten mittleren Energieerträge wurden für die Mischungen *GSWT*, *Greenstar trockene Standorte Süd*, *Greenstar intensiv Süd* und *GSWI* ermittelt (99.217-94.607 MJ NEL/ha). Die niedrigsten Energieerträge wurden für die Varianten *Country 2018 Süd*, *Tetrasil Gras-Mineral*, *Knautgras spät*, *Sugar Max*, *Deutsches Weidelgras spät* und *Bellmix 130 DI* berechnet (71.865-75.869 MJ NEL/ha). Zwischen dem höchsten und niedrigsten Energieertrag liegen 27.352 MJ NEL/ha.

Die **Eiweißgehalte** liegen zwischen 13,9% und 17,4%, der mittlere Eiweißgehalt erreicht 15,6%. Die höchsten Eiweißgehalte weisen die Varianten *Progreen Dauerweide 2*, *GSWI*, *Bellmix 110 DT*, *Bellmix 120 DF*, *Greenstar intensiv Süd* und *Country 2012 Mähweide* auf (17,4-16,9%). In allen diesen Mischungen war Weiß- bzw. Rotklee enthalten. Die niedrigsten Eiweißgehalte wurden bei den Varianten *Deutsches Weidelgras früh*, *Rohrschwengel*, *Country 2027 Milch Index*, *Country 2018 Süd*, *Greenstar Struktur*, *Deutsches Weidelgras spät* und *Rohrschwengel sanftblättrig* vorgefunden (13,9-14,6%). Mit Ausnahme von *Country 2012 Mähweide* war in keiner dieser Varianten Klee in der Ansaatmischung.

Im Mittel liegt der **Eiweißertrag** bei 21,6 dt/ha. Am höchsten ist er bei *Greenstar intensiv Süd*, *GSWT*, *Greenstar trockene Standorte Süd*, *Bellmix 120 DF*, *GSWI* und *Progreen Dauerweide 2* (26,9-26,1 dt/ha). Niedrig im Eiweißertrag sind *Country 2018 Süd*, *Tetrasil Gras-Mineral*, *Deutsches Weidelgras spät*, *Country 2027 Milch Index* und *Suger Max* (16,4-17,7 dt/ha).

Von den 18 Mischungen mit Kleeanteil kommen 16 über den mittleren TM-Ertrag. Ausnahmen sind die Mischungen *Country 2006 Weide mit Klee* und *Country 2018 Süd*. Kleefreie Mischung und Reinsaaten kommen nicht über den mittleren TM-Ertrag hinaus.

Während der ersten beiden Versuchsjahre kam es durch Verschiebungen in den Ertragsanteilen einzelner Arten zu erheblichen Veränderungen im Bestand und damit auch beim Ertrag. Die obergrasreiche Mischung *Greenstar trockene Standorte Süd* mit 15% Rotkleeanteil in der Mischung wies 2012 sehr hohe Rotkleeanteile auf, sie kam auf den höchsten Ertrag. Ab 2013 war der Rotkleeanteil vergleichsweise gering, das Ertragsniveau ging auf knapp unterdurchschnittlich zurück. Eine ähnliche Bestandesumschichtung, wenn auch abgeschwächt, war bei der Mischung *Country 2012 Mähweide* zu beobachten. Der Mischungsanteil von 5% Rotklee reichte aus um im 1. Hauptnutzungsjahr einen sehr hohen TM-Ertrag zu erzielen.

Fazit

Das große Angebot an Grünlandmischungen im Handel variiert sehr stark. Abhängig von den Mischungsanteilen zeigen sich sehr große Unterschiede hinsichtlich des TM-Ertrages sowie im Energie- und Rohproteingehalt. Die Spanne reicht von 36% vom niedrigsten zum höchsten TM-Ertrag, 28% beim Energieertrag und 49%. Klee hat einen großen Einfluss auf den Grünlandbestand und seine Ertragsleistung. Neben dem höheren TM-Ertrag weisen Bestände mit Klee auch höhere Eiweißgehalte auf.

Basierend auf diesen Ergebnissen lohnt es sich in jedem Fall sich vor der Ansaat von Dauergrünland mit den Mischungen und den Anforderungen an das Ernteprodukt auseinander zu setzen.

Literatur

REHEUL, D., COUGNON, M., DE CAUWER, B., SWANKAERT, J., PANNECOUQUE, J., D'HOSE, T., VAN DEN NEST, T., DE CAESTEKER, E., VAES, R., PEETERS, A., BAERT, J. & DE VIEGHER, A. (2015): Production potential of grassland and fodder crops in high-output systems in the Low Countries in north-west Europe and how to deal with limiting factors. *Grassland science in Europe*, 20, 139-150.

FLAIG, H. (2013): Anpassungsstrategie Baden-Württembergs an die Folgen des Klimawandels. Fachgutachten für das Handlungsfeld Landwirtschaft. Ministerium Ländlicher Raum und Verbraucherschutz, Stuttgart.

Nachhaltige Intensivierung von Ansaatwiesen

Hengartner, W.

Landw. Schule Strickhof, Eschikon, CH-8315 Lindau (ZH)

werner.hengartner@strickhof.ch

Einleitung und Problemstellung

Wirtschaftliche und ökologische Gründe sind ausschlaggebend für die Entwicklung von Produktionssystemen im Futterbau, die einerseits einen geringeren Bedarf an Hilfsstoffen fossiler Herkunft haben und grössere Erträge mit einer geringeren Umweltbelastung ermöglichen. (LEHMANN, 2011). Trotzdem soll die Milch- und Fleischproduktion wirtschaftlich sein. Graslandbasierte Modelle stehen dabei im Vordergrund. Die Forderung für die Zukunft lautet: Die landwirtschaftliche Produktion ist effektiver und effizienter zu gestalten. Die noch vorhandenen Ressourcen sind entsprechend dem richtigen Standort und Klima einzusetzen.

Eine weitere Herausforderung im Grünland sind die Veränderungen von Temperaturen und Niederschlägen sowie deren Verteilung über das Jahr. Um sie zu bewältigen, sind Arten gesucht, die eine bessere Trockenstressverträglichkeit und günstigere Mischungseffekte besitzen. Das Ziel ist es einerseits, die einzelnen Arten in einer Mischung zu einer funktionellen Vielfalt zusammenzufassen und andererseits, eine optimale Fütterungsgrundlage zu schaffen. (ISSELSTEIN *et al.*, 2011) Graslandmischungen, insbesondere Klee-Grasmischungen, sind von der botanischen Zusammensetzung her in der Lage, zusätzlich Stickstoff aus der Luft den Pflanzen zur Verfügung zu stellen. Damit ist es möglich, trotz intensiver Bewirtschaftung von Ansaatwiesen Stickstoff einzusparen. Dabei können trotzdem hohe Erträge und gute Qualität (Gehalt an Energie und Eiweiss) erzielt werden. Eine Low-Input-Strategie kann bei einem geeigneten Standort und einer entsprechender Mischungswahl die Umwelt schonen und einen nachhaltigen Futterbau ermöglichen, ohne den futterbaulichen Ertrag einzuschränken.

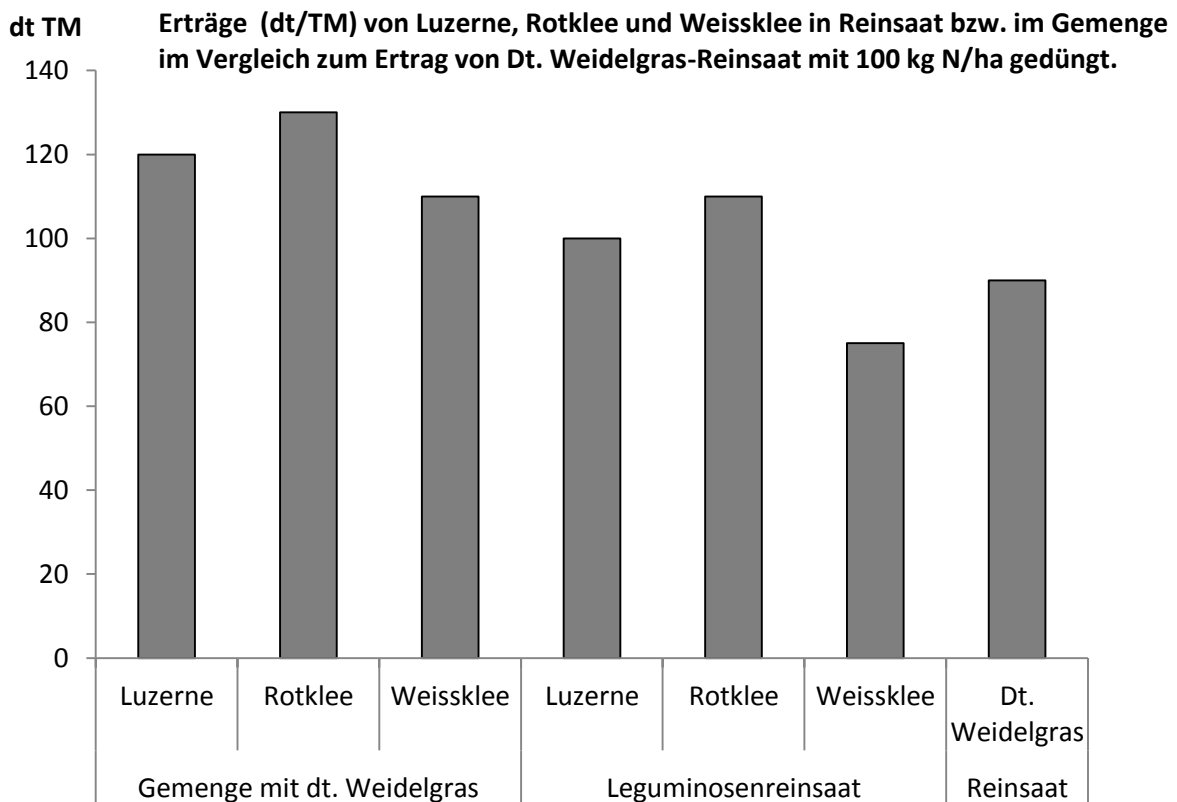


Abbildung 1: LOGES, 2013; modifiziert durch W. Hengartner

Der Anbau von Gras oder Klee in Reinsaat wurde schon verschiedentlich untersucht (Abb. 1). Dabei wurde festgestellt, dass Mischungen unter den klimatischen Bedingungen und den gesetzlichen Düngenvorschriften in der Schweiz höhere Erträge erbringen.

Material und Methoden

Der Strickhof-Kunstwiesen-Cup wurde in den vergangenen Jahren an verschiedenen Standorten in der Schweiz (Oensingen, Kölliken und am Strickhof in Lindau ZH) durchgeführt. Die AGFF-Standardmischungen für 1 – 2 Hauptnutzungsjahre wurden jeweils im Drillsaatverfahren angesät. Der Kunstwiesen-Cup dauerte von Mitte August bis Ende Oktober im darauffolgenden Jahr. Die Gruppen konnten ihre Mischung aus der vorgegebenen Liste der Standardmischungen selbst auswählen. Im Weiteren haben sie jeweils die Düngung, Pflege (Säuberungsschnitt) und den Termin für den jeweiligen Nutzungsschnitt festgelegt. Für jedes Team wurden je 3 Kleinparzellen von je 3 m x 6 m angelegt. Damit sollten mögliche lokale Unterschiede im Boden ausgeglichen werden (siehe Abb. 1). Die Standorte wiesen in den vergangenen Jahren regelmässig verteilte Niederschläge um die 1'100 mm auf. Die Durchschnittstemperatur lag bei 8.5°C. Die Vorfrucht war jeweils Getreide. Der Boden war nährstoffmässig gut versorgt (Bodenproben) und wies einen pH-Wert von 6.2 bis 6.7 auf.

Für die Messung des Ertrages und der Inhaltsstoffe wurde folgendes Vorgehen gewählt: Der jeweilige Aufwuchs wurde geschnitten und sofort gewogen. Anschliessend wurden zwei Proben je Kleinparzelle entnommen. Für die TS-Bestimmung wurden die Proben bei 110°C getrocknet. Die Probe für die Gehaltsanalyse wurde bei etwa 60°C im Trockenschrank getrocknet.

Zur Auswertung des monetären Erfolges stand ein Excel-Programm zur Verfügung, das die errechneten Erntemengen (dt TS/ha) und die analysierten Gehalte (MJ NEL, APD/kg TM) in einem fiktiven Modellbetrieb mit einer festgelegten Fläche und Milchmenge umrechnete.

In Abbildung 2 ist die randomisierte Verteilung der einzelnen Parzellen jeder Gruppe dargestellt. Dieses Vorgehen wurde gewählt, um die Heterogenität im Boden auszugleichen.

1	5	4	3	9	7	6	8	2
7	6	8	9	5	1	2	3	4
2	3	1	6	8	4	9	5	7

Abbildung 2: Randomisierte Einteilung der Versuchspartellen (2013-2014)

Ergebnisse und Diskussion

Die Bruttofelderträge sind bei den AGFF-Mischungen mit einer Überwinterung (Standardmischung 240) in der Tendenz höher ausgefallen. Diese Standardmischungen, und damit die darin enthaltenen Gras- und Kleearten, sind für eine höhere Nutzungsintensität (Anzahl Schnitte/Jahr) konzipiert und benötigen mehr Stickstoff (N/ha). Die Klee-Grasmischungen werden in der Praxis vier Mal im Jahr genutzt und können mit einer niedrigeren Menge an Stickstoff gedüngt werden.

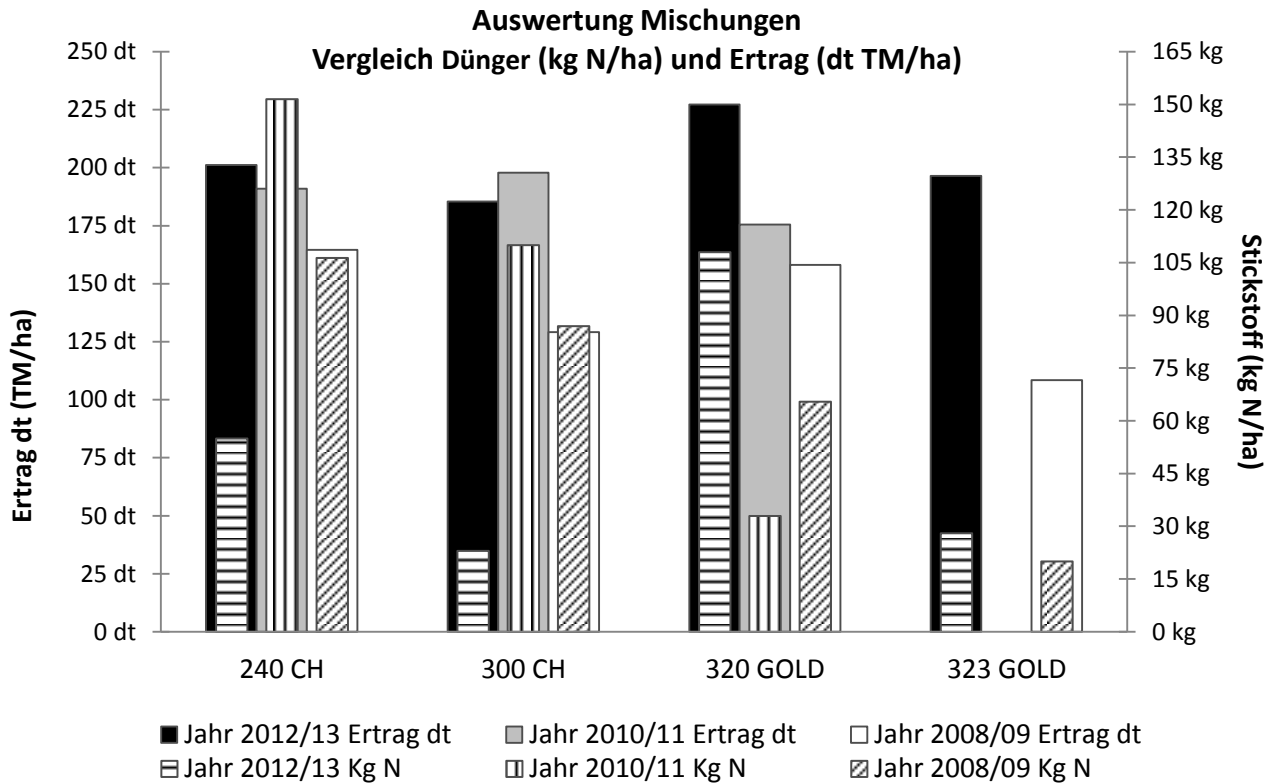


Abbildung 3: Vergleich der Düngungsintensität (kg N/ha) mit dem erzielten Ertrag (dt TM/ha)

Die Resultate aus dem Strickhof-Kunstwiesen-Cup – ein Anbauwettbewerb für Ansaatwiesen – zeigen diesen Zusammenhang auf. Im Vergleich haben die Klee-Grasmischungen besser abgeschnitten als die Gras-Weisskleebestände. Diese benötigen aber bei gleicher Intensität deutlich mehr Input (Nutzungs- und Düngungsintensität).

Nur unwesentlich weniger Ertrag, und im trockeneren Jahr 2011 deutlich höhere Erträge, haben die Klee-Grasmischungen, insbesondere die Mischung mit Mattenklee (Rotkleeart) gebracht. Dies bei deutlich geringeren Mengen an Stickstoff. Diese Mischungen können auch mit vier Nutzungen im Jahr wirtschaftlicher genutzt werden. Sie haben trotzdem hohe Erträge bei guter Qualität an Inhaltsstoffen. Dabei haben das Entwicklungsstadium der Mischungspartner zu einem bestimmten Zeitpunkt, sowie die Wahl der verschiedenen Sorten in der Mischung einen direkten Einfluss auf den Ertrag und die Qualität. Grundfutterleistungen von 12.000 bis 14.000 kg Milch sind mit diesen Mischungen möglich. Der hohe Gehalt an Eiweiss je kg Trockenmasse im Günfutter hilft zudem, den Anteil an importiertem Eiweiss in Rationen mit Maissilage zu reduzieren.

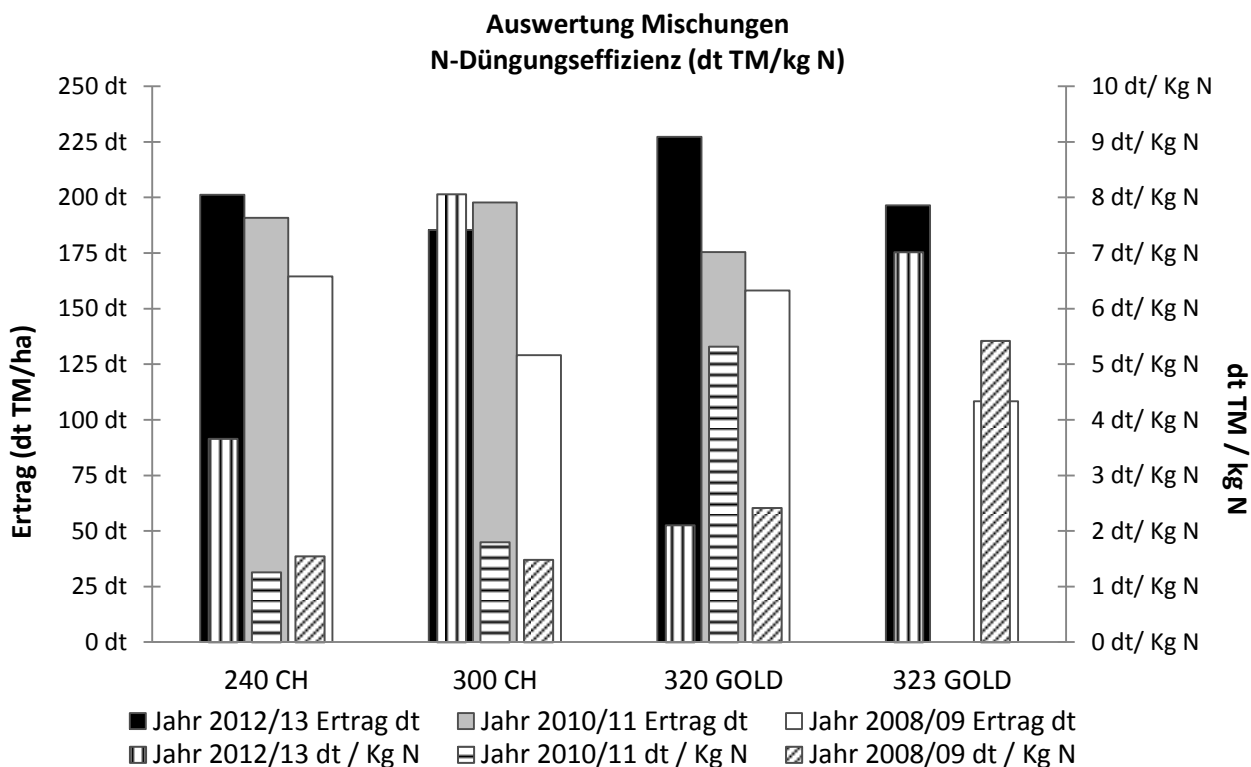


Abbildung 4: Stickstoffeffizienz dargestellt mit dt TM/kg N und verglichen mit dem Ertrag (dt TM/ha)

Schlussfolgerungen

Eine nachhaltige Intensivierung der Anssatwiesen in einer produzierenden Landwirtschaft setzt einen wirtschaftlichen Futterbau mit hohen Grünlanderträgen (kg Milch/ha Hauptfutterfläche) voraus. Kleegrasmischungen zeichnen sich durch hohe Erträge und Qualitäten aus und einer reduzierten Nutzungsintensität (Schnittanzahl) sowie durch einen tieferen Einsatz von Stickstoff. Dies bedeutet einen schonenden Umgang mit den Ressourcen und einer geringeren Umweltbelastung. Die klimatischen Bedingungen erfordern in der Zukunft eine Anpassung der Grünlandnutzung an höhere Temperaturen und weniger Niederschläge (Sommertrockenheit). Mit Leguminosen in den Mischungen können diese Herausforderungen gemeistert werden. Insbesondere Luzerne, aber auch Rotklee, sind in der Lage, in Trockenperioden den Futterausfall bei den Gräsern zu kompensieren. Zudem ergeben sie von den Inhaltsstoffen her optimales Futter (Eiweiss) für die Rindviehfütterung.

Literatur

- LEHMANN, B. (2011): Info Agrarwirtschaft 1/2011, Ökologische Intensivierung statt Nahrungsmittelkrisen; in *Info Agrarwirtschaft* Februar (2011) S. 1
- ISSELSTEIN, J., KAYSER, M., KÜCHENMEISTER, K., KÜCHENMEISTER F. & WRAGE, N. (2011): Grünland im Klimawandel; in *DLG Mitteilungen* 6 (2011), S. 76 – 79

Untersuchungen zur Initialentwicklung von Nachsaaten mit *Lolium perenne* und *Festulolium braunii* auf degradiertem Niedermoor

Haberstroh, L., Titze, A., Mahnke, B. & Müller, J.

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Grünland und

Futterbauwissenschaften, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

juergen.mueller3@uni-rostock.de

Einleitung und Problemstellung

Die Pflanzenbestände degradierter Niedermoore lassen ohne bestandsverbessernde Maßnahmen oftmals keine rentable Nutzung zu (KUNKEL *et al.*, 1994). Durch das Gebot zum Dauergrünland-Erhalt in der aktuellen GAP-Kulisse kommt der Nachsaat als verbliebenes produktionstechnisches Instrument eine noch größere Bedeutung zur Bestandesaufwertung zu. Allerdings bleiben die erhofften Nachsaaterfolge auf Niedermoorstandorten in Nordostdeutschland sehr oft aus (KUNKEL *et al.*, 1988), vor allem bei ökologischer Bewirtschaftung derselben (TITZE, 2011). Die Ursachen dafür sind noch nicht hinreichend gut untersucht, was aber notwendig wäre, um das Verfahren gezielter weiter zu entwickeln. Nach MILIMONKA und RICHTER (2001) sind die Wasser- und Nährstoffversorgung in der Etablierungsphase offenbar nicht die limitierenden Faktoren des Nachsaaterfolges auf Niedermoorstandorten, was in Anbetracht der hohen nutzbaren Feldkapazität und der permanenten Nährstofffreisetzung der Niedermoor torfe plausibel erscheint. Auch der Einfluss der Nachsaatetechnik wird immer wieder ins Feld geführt, um geringe Etablierungsraten zu erklären (THOM *et al.*, 2011). Allerdings ist anzumerken, dass die verfügbaren Saatechniken, ebenso wie die technische Saatgutqualität, in Deutschland bereits ein sehr hohes Niveau aufweisen. Während über die große Bedeutung der Altnarbenkonkurrenz für das Gelingen von Nachsaaten weitgehend Einigkeit besteht, wurde der Einfluss von konkreten Standortausprägungen als Prädeterminanten des Etablierungserfolges bislang kaum thematisiert.

In der vorliegenden Arbeit wurde daher geprüft, inwieweit die frühe Entwicklung nachsaatwürdiger Futtergräser von der Konkurrenzsituation, der Bodenzustandsstufe und der Pflanzengemeinschaft der Altnarbe abhängig ist.

Material und Methoden

Zur Beantwortung der Versuchsfragen wurde ein Feldversuch auf einem Niedermoor-Dauergrünland der mecklenburgischen Moränenlandschaft angelegt, der verschiedene Bodenzustandsstufen mit entsprechenden Pflanzengesellschaften (=Standortausprägungen) aufwies.

Am 27.08.2014 wurden vier Ansaatvarianten (siehe Tab. 1) mit einer Spezialmaschine (Eigenbau) und 8,5 cm Reihenabstand in zweifacher Wiederholung als unrandomisierte Streifenanlage in die kurz geweidete und geschräpfte Altnarbe eingeschlizt. Die Nachsaatstreifen erstreckten sich quer zu den unterschiedlichen Standortausprägungen (Bodenzustand x Pflanzengesellschaft) über eine Länge von 200 m. Alle Bonituren, Messungen und Beprobungen erfolgten in dreifacher Wiederholung jeweils innerhalb der 16 Segmente Ansaatvariante x Standortausprägung.

Ergänzend zum Feldversuch wurde ein Gewächshausversuch angelegt, um die Einzelpflanzenentwicklung von *Lolium perenne* (var. Lipresso) und *Festulolium braunii* (var. Perun) präziser als unter Feldbedingungen kontrollieren zu können. Als zweiter Faktor neben der Art wurde die Standortausprägung mit den beiden Stufen Erdfen/geschlossene Narbe und Mulm/offene Narbe in das Versuchsdesign einbezogen. Als Behältnis dienten handelsübliche Pflanzkästen (14 x 60 x 18 cm), die mit einer Dränschicht versehen und mit den originären Bodenmonolithen der Versuchsfläche befüllt worden sind.

Tab. 1: Nachsaatvarianten des Feldversuches

Variante	Art	Sorte	Nachsaatstärke (kg/ha)
1	<i>Lolium perenne</i>	Lipresso (2n) M, früh	20
2	<i>Lolium perenne</i>	Valerio (4n) M, spät	20
3	<i>Lolium perenne</i>	Lipresso	6
	<i>Lolium perenne</i>	Trivos (4n) M, mittel	6
	<i>Lolium perenne</i>	Valerio	6
	<i>Trifolium repens</i>	Sonja	2
4	<i>Festulolium braunii</i>	Perun	20

Prüfmerkmale des Gewächshausversuches waren die Auflafraten und Wuchshöhen im zeitlichen Verlauf. Hierzu wurden Einzelpflanzenpositionen genau vermessen und konnten so auch in dichter Altnarbe eindeutig relokalisiert und identifiziert werden. Der Feldversuch wurde im Mai 2015 unmittelbar vor dem ersten Schnitt bonitiert (Deckungsgrad der nachgesäten Arten sowie der funktionellen Gruppen). Eine Ertragsschätzung erfolgte über die Messung der Wuchshöhendichte mit einer standortadaptierten Kalibration in sechsmaliger Messwiederholung pro Aufnahmereplikation. Die Effekte der Ansaatvarianten sowie der prädisponierenden Standortausprägungen wurden mittels Varianzanalyse (ANOVA, GLM) geprüft. Die Mittelwerte der Prüfmerkmale wurden mit dem Mann-Whitney-Test bzw. Kruskal-Wallis-Test auf signifikante Unterschiede getestet. Alle statistische Auswertungen erfolgten mit R (Version 3.0.2, R CORE DEVELOPMENT TEAM 2011).

Ergebnisse und Diskussion

Feldversuch

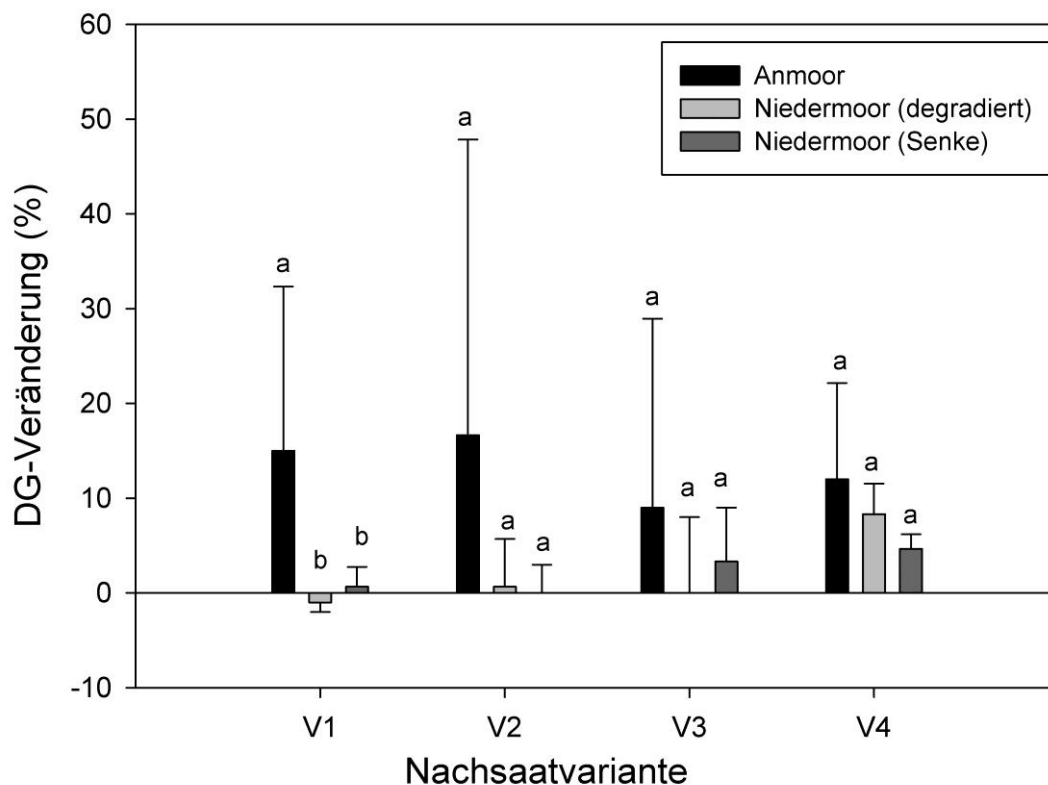


Abb. 1: Nachsaaterfolg in Abhängigkeit von der verwendeten Nachsaatvariante (V1-V4) und der Standortausprägung (siehe Legende).

Nachsaaterfolg = Differenz des Deckungsgrades (DG) der angesäten Arten zur unbehandelten Kontrolle; Fehlerbalken = Standardfehler der Mittelwerte; verschiedene Buchstaben = signifikante Unterschiede (Kruskal-Wallis-Test) innerhalb der Nachsaatvarianten und Standortausprägungen.

Abbildung 1 zeigt den Erfolg der Nachsaat im ersten Nutzungsjahr. Der Nachsaaterfolg wurde als Differenz der Deckungsgrade der behandelten Varianten zur unbehandelten Kontrolle ausgewiesen und spiegelt die Etablierungsphase der Nachsaat unter Feldbedingungen wider. Im Falle des Wiesenschweidels entspricht die Veränderung auch dem vorgefundenen Deckungsgrad, da in den Referenzabschnitten der Altnarbe kein Wiesenschweidel anzutreffen war. Es zeigten sich signifikante Effekte der Standortausprägung auf den Nachsaaterfolg. Während auf den anmoorigen Bereichen die Etablierungserfolge befriedigen konnten, vermochten sich die Weidelgräser auf den vermullten Teilflächen kaum zu etablieren. Das gelang dem Wiesenschweidel tendenziell besser, was dessen Bedeutung für die Bestandesaufwertung von Niedermooren (KÄDING *et al.*, 1988) unterstreicht.

Gewächshausversuch

Im Gewächshausversuch stand die Beobachtung der frühen Jungpflanzenentwicklung im Vordergrund (siehe Abb. 2). Ausgehend von einer hohen Auflauftrate, welche selbst in den Saatrillen der dichten Altnarbe zu konstatieren war, kam es in allen Varianten zu einer frühen Reduzierung an vitalen Jungpflanzen innerhalb der ersten fünf Wochen. Erwartungsgemäß war die Ausdünnung unter dem höheren Konkurrenzdruck der geschlossenen Narbe stärker, fand jedoch beim Weidelgras auch in der offenen Narbe statt. *Festulolium* vermochte die konkurrenzfreien Räume in der Etablierungsphase etwas nachhaltiger zu nutzen als *Lolium perenne* und war dem Vergleichspartner auch in der Triebkraft bei kälteren Temperaturen überlegen (hier nicht gezeigt).

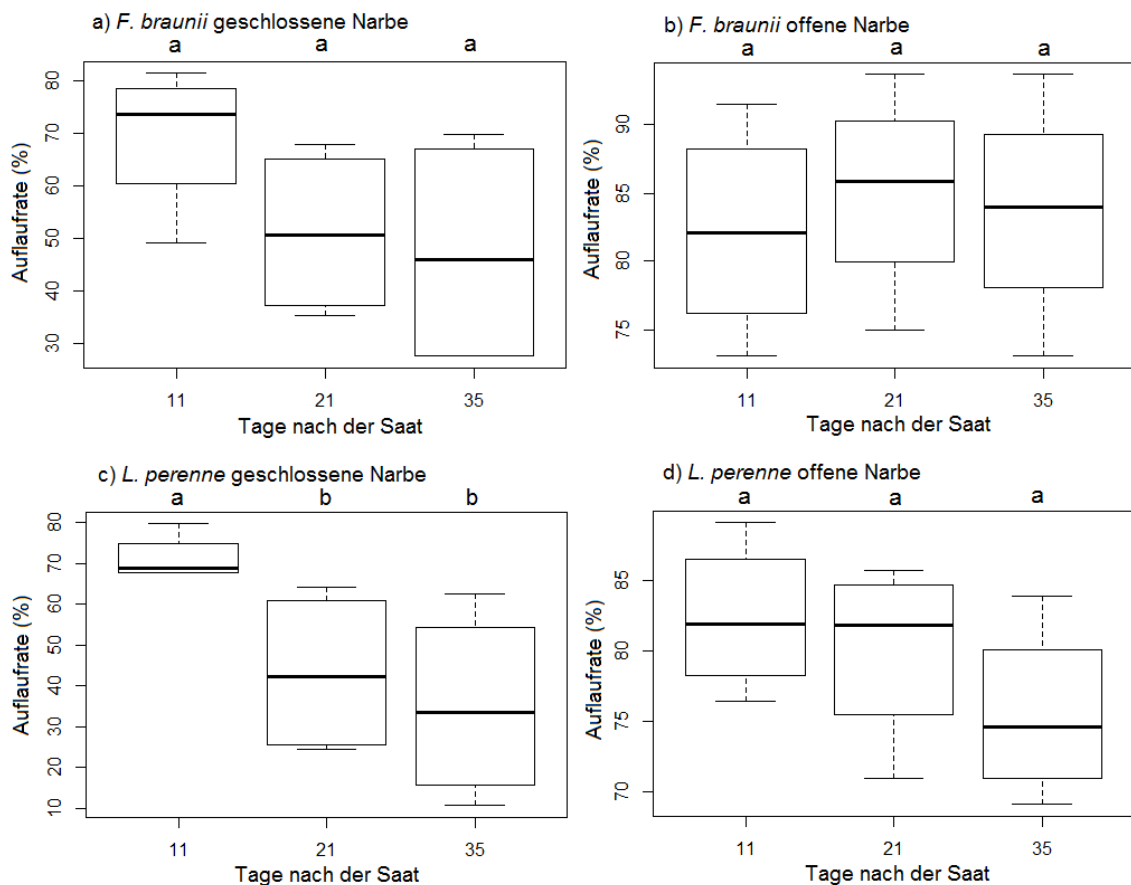


Abb. 2: Entwicklung der aufgelaufenen Jungpflanzen von *Lolium perenne* und *Festulolium braunii* in offenen und geschlossenen Altnarben.

Boxplot: Linie: Median. Länge der Box: Interquartilsabstand. Länge der Whisker: Grenzen des 1,5-fachen Interquartilsabstands, verschiedene Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede der Mittelwerte (Mann-Whitney Rank Test).

Schlussfolgerungen

Für schwankende Nachsaaterfolge auf Niedermoorstandorten Nordostdeutschlands sind offensichtlich unterschiedliche Standortausprägungen mit verantwortlich. Insbesondere auf stark degradierten Teilflächen vermag das Deutsche Weidelgras sein bekannt hohes Etablierungspotential nicht zu entfalten. Daher sind Alternativen, wie sie der Wiesenschweidel darstellt, für die Praxis von großer Bedeutung. Auch neuere Gattungsbastardierungen sollten im Hinblick auf ihre Fähigkeit zum Auflaufen unter den Stressbedingungen vermullter Torfsubstrate geprüft werden. Von Weiterentwicklungen der Nachsaattechnik im engeren Sinne sind kaum Impulse für die Nachsaatwürdigkeit von Niedermooren zu erwarten, da die Geräte bereits jetzt eine hohe Arbeitsqualität aufweisen. Als zukunftsfruchtig werden jedoch Ansätze des Precision Farming angesehen, die auf unterschiedliche standörtliche Ausprägungen angepasste Reaktionen ermöglichen.

Literatur

- KUNKEL, G., SCHUPPENIES, R., ZUBE, P. & PRIEBE, R. (1994): Qualitätsfutter vom Grünland der Niederungsstandorte. *Neue Landwirtschaft*, Sonderheft Futter, 12-14.
- KUNKEL, G. (1988): Nachsaaten auf Niedermoorgrasland (Complementary seeding on low-bog grassland sites). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 32(2), 131-136
- KÄDING, H., KALTOFEN, H. & MÜLLER, J. (1988): Yield potential and persistence of *Festulolium braunii* on peat soil. In: Kaltofen, H. (ed.) *Breeding and growing of Festulolium braunii*, Akademie d. Landwirtschaftswissenschaften, Berlin, p. 182 – 201.
- MILIMONKA, A., und RICHTER, K. (2001): Einfluss von Wasser- und Nährstoffversorgung auf die Anfangsentwicklung einer Nachsaat. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 47(3-4), 263-275.
- MILIMONKA, A., und JÄNICKE, H. (2003): Zu Nachsaaten auf Niedermoorstandorten im nordostdeutschen Tiefland (Resowing at low-peat soils in the north-east lowlands). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 49(4), 393-405.
- R CORE DEVELOPMENT TEAM (2011): R - Version 3.0.2
- THOM, E.R., FRASER, T.J., & HUME, D.E. (2011): Sowing methods for successful pasture establishment - a review. *Pasture Persistence Symposium. Grassland Research and Practice Series* 15, 31-37.
- TITZE, A. (2011): Können Nachsaaten das Grünland verbessern? *Bioland* (4), 17-18.

Zusammenhang zwischen Phosphorgehalten in Grünlandaufwüchsen, nutritiven Qualitätsparametern und der Phänologie der Hauptbestandesbildner im ökologischen Landbau

Mahnke, B., Thun, A.S., Müller, J. & Wrage-Mönnig, N.

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Grünland und Futterbauwissenschaften, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock,
barbara.mahnke@uni-rostock.de

Einleitung und Problemstellung

Die Erzeugung von Grundfutter sollte sich grundsätzlich an den Bedürfnissen der Nutztiere orientieren (LOSAND, 2015). Die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, die Art und Häufigkeit der Nutzung, das Entwicklungsstadium sowie die Nährstoffversorgung spielen neben den Standortbedingungen eine entscheidende Rolle für die Ertragsbildung und die Qualität des Grünlandaufwuchses und somit für die Eignung als Grundfutter (PÖTSCH, 2009; RESCH *et al.*, 2009).

Phosphorgehalte im Grundfutter waren in jüngster Zeit kaum Gegenstand von gezielten Untersuchungen, da dieser essentielle Nährstoff in kraftfutterreichen Rationen kein Versorgungsproblem darstellt und im Grundfutter nicht so stark variiert wie andere Makronährstoffe, z.B. Kalium (LOSAND, 2015; HØGH-JENSEN *et al.*, 2001).

Sollen aber immer höhere Milchleistungen aus dem Grundfutter mit verhaltenem Kraffuttereinsatz erzielt werden, gewinnt der Phosphor (P) wieder an Bedeutung, da der P-Bedarf stark leistungsabhängig ist (GFE, 2001). Nicht immer wird der P-Gehalt im Grundfutter routinemäßig mit untersucht, so dass gegebenenfalls auf Mittelwerte von Futterwerttabellen zurückgegriffen werden muss. Diese sind jedoch oft veraltet und tragen selten der Abhängigkeit der P-Gehalte vom Entwicklungsstadium der Pflanzenbestände Rechnung.

Vor diesem Hintergrund wurde auf der Grundlage von Daten einer bundesweiten Erhebung auf ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben untersucht, welche P-Gehalte in Abhängigkeit von der Grundfutterart und der futterbaulichen Struktur realistisch zu erwarten sind und ob es möglich ist, mit dem Verhältnis von Rohfaser zum Rohprotein als Proxy der phänologischen Entwicklung der Futterpflanzen die Schätzung des P-Gehaltes zu verbessern. Neben dem Grünland spielt im ökologischen Landbau der Ackerfutterbau mit Klee- und Luzernegrasmengen eine große Rolle bei der Grobfutterproduktion.

Material und Methoden

Auf 106 repräsentativ ausgewählten ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieben innerhalb Deutschlands wurden von 2007 bis 2010 Daten erhoben, wobei die futterbauliche Betriebsstruktur, die Futterarten und die Futterqualitäten erfasst wurden.

Die Futterwertanalysen wurden an der LUFA Münster nach den Methoden der VDLUFA durchgeführt.

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm R (Version 3.0.2, R CORE DEVELOPMENT TEAM 2011) realisiert.

Ergebnisse und Diskussion

Der P-Gehalt erwies sich als abhängig von der futterbaulichen Betriebsstruktur und der Art des Grobfutters (Abb. 1).

Die P-Gehalte von Grassilage, Heu aus der Unterdachrocknung und Luzernegrassilage liegen bei allen Anbautypen im oder sogar über den Empfehlungen der GFE (2001) zur Versorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder mit P von $2,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ in der Gesamtration (bei $10 \text{ kg Milch d}^{-1}$) bis $4,2 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ (bei $50 \text{ kg Milch d}^{-1}$). Bei feldgetrocknetem Wiesenheu erzielen nur die extensive

Grünlandbewirtschaftung und der klee-grasbetonte Ackerfütterbau optimale Werte (Abb. 1). Die P-Gehalte von Klee-grassilagen liegen meist noch im Optimum, wobei aber der extensive Ackerfütterbau und die intensive Grünlandbewirtschaftung auch Proben mit deutlich schlechteren P-Gehalten aufwiesen (Abb. 1). LOSAND (2015) berichtet, dass in den vergangenen 10 bis 15 Jahren der durchschnittliche P-Gehalt von Grassilagen in Mecklenburg-Vorpommern auf unter $3 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ gesunken und somit unzureichend sei, so dass die P-Versorgung nun zusätzlich über mineralische Futterergänzung abgesichert werden müsse.

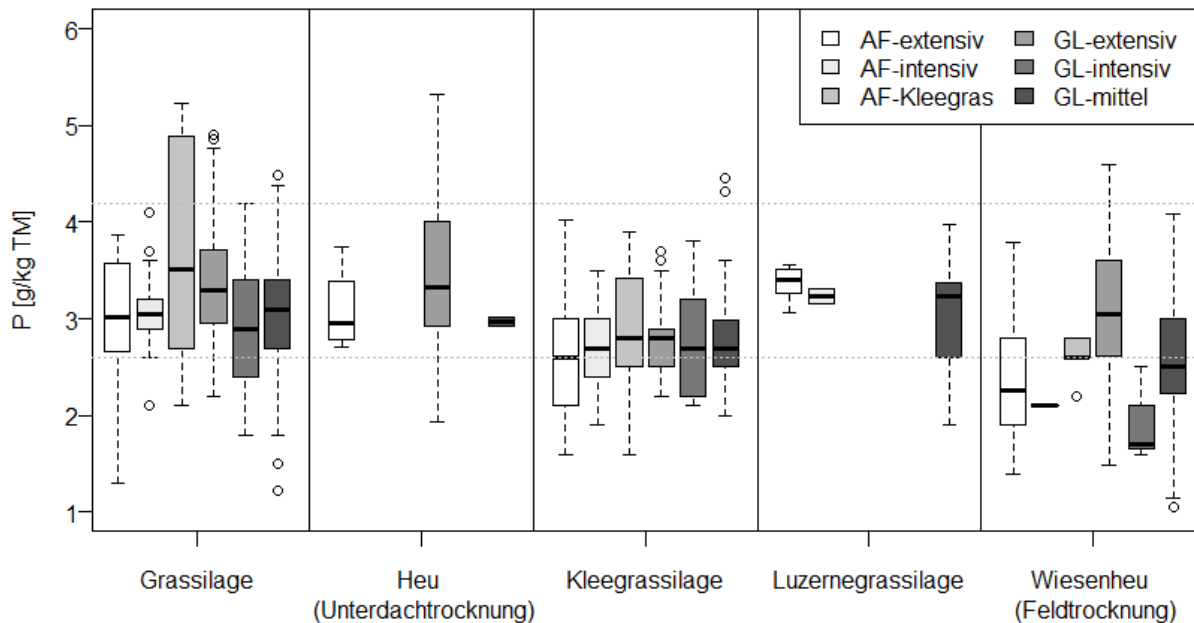


Abb. 1: Phosphorgehalte unterschiedlicher Grobfütterarten nach Betriebsstrukturtypen.

AF=Ackerfütterbau, GL=Grünland als Grundfütterbasis.

Boxplots: Dicke Linie: Median. Länge der Box: Interquartilsabstand. Länge der Whisker: Markieren die Daten, die innerhalb der Grenzen vom 1,5-fachen des Interquartilsabstands liegen. Kreis: Ausreißerverdächtig.

Waagrecht gepunktete graue Linien: Ober- und Untergrenze der Empfehlungen der GfE (2001) zur Versorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder mit P von $2,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ in der Gesamtration (bei $10 \text{ kg Milch d}^{-1}$) bis $4,2 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ (bei $50 \text{ kg Milch d}^{-1}$).

Bei mehrschnittigem Futterbau stiegen die P-Gehalte vom ersten zum dritten bzw. vierten Schnitt an (Abb. 2). Dieser Befund entspricht u.a. Versuchsergebnissen von KÄDING (2006), der höhere P-Gehalte bei Vierschnittnutzung als bei Zweischnittnutzung nachwies, und auch von RESCH *et al.* (2009).

Junge Pflanzen weisen einen erhöhten Anteil an Blättern mit gut verdaulichen Zellinhaltsstoffen auf, während der Stängel einen geringen Anteil hat. Besonders Gräser legen mit fortschreitendem Alter verstärkt an Stängelmasse zu. Es kommt zum Anstieg von Rohfaser-Gehalten und zur Abnahme von Rohprotein, Energie und Mineralstoffmengen. Der Rohfasergehalt beeinflusst stark den P-Gehalt (RESCH *et al.*, 2009). Die zweikeimblättrigen Pflanzen wie Leguminosen und Kräuter bilden in ihrer Entwicklung meist nicht so viele Gerüstsubstanzen wie die Gräser, weshalb die Futterqualität und somit die Mineralstoffgehalte mit steigendem Alter langsamer sinken (RESCH *et al.*, 2009).

Die hohen Erträge des Primäraufwuchses führen zu einem gewissen Verdünnungseffekt und somit geringeren P-Gehalten. Die Zeiträume zum nächsten Schnitt und zwischen den Folgeschnitten sind geringer als die lange Wachstumsphase des Primärschnittes. Der Aufwuchs ist also vergleichsweise jung und P-reicher.

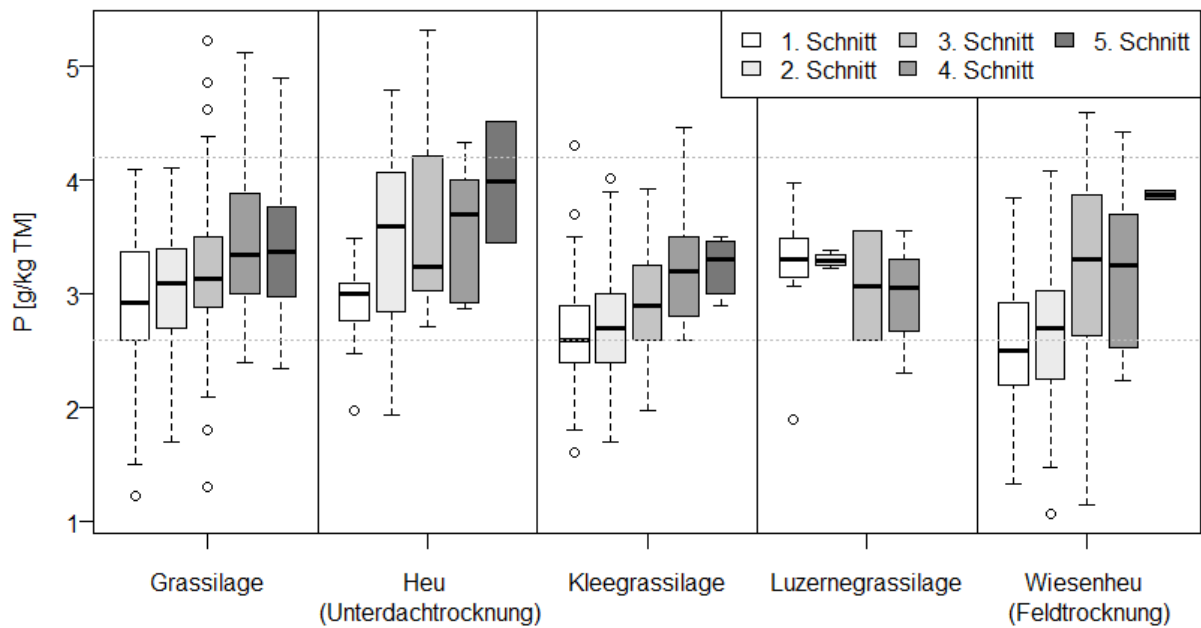
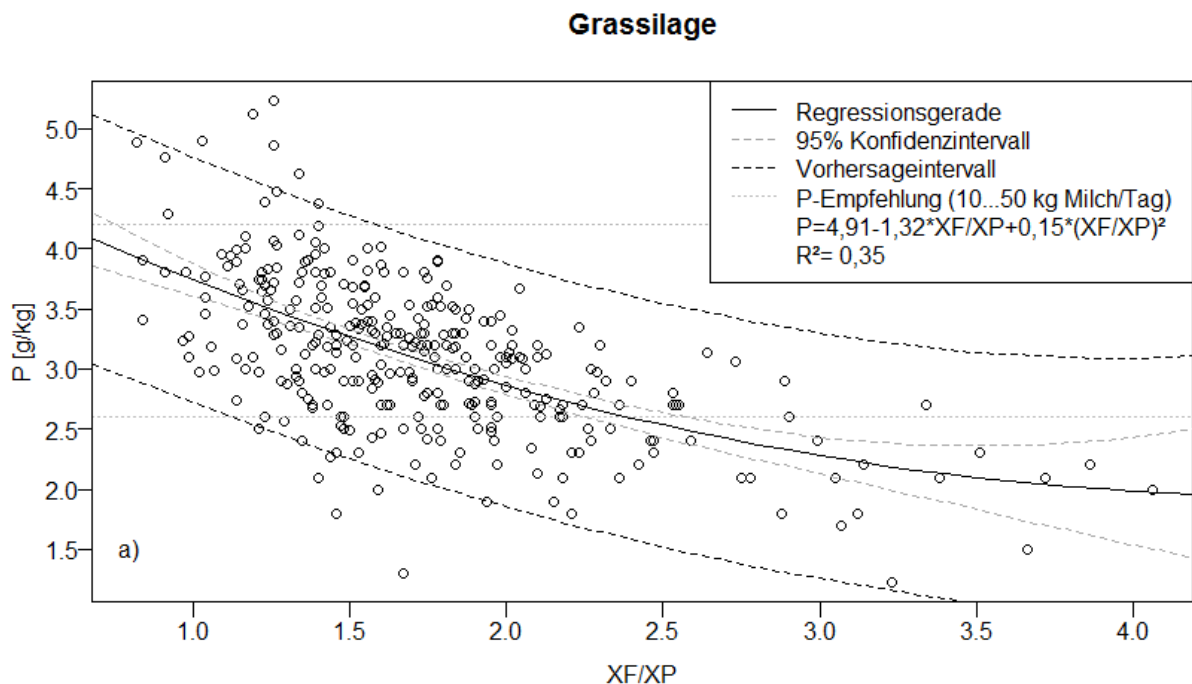


Abb. 2: Phosphorgehalte unterschiedlicher Grobfutterarten nach Schnitten.

Boxplots: Dicke Linie: Median. Länge der Box: Interquartilsabstand. Länge der Whisker: Markieren die Daten, die innerhalb der Grenzen vom 1,5-fachen des Interquartilsabstands liegen. Kreis: Ausreißerverdächtig.

Waagerecht gepunktete graue Linien: Ober- und Untergrenze der Empfehlungen der GFE (2001) zur Versorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder mit P von $2,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ in der Gesamtration (bei $10 \text{ kg Milch d}^{-1}$) bis $4,2 \text{ g kg}^{-1} \text{ TM}$ (bei $50 \text{ kg Milch d}^{-1}$).

Zwischen dem Verhältnis von Rohfaser zum Rohprotein und den P-Gehalten konnte für Grassilage ein quadratisch negativer und für Kleegrassilage ein linear negativer Trend festgestellt werden (Abb. 3a und b). Es wird vermutet, dass die Zusammensetzung der Pflanzenbestände und dabei v.a. die Variation des Kleeanteils neben Düngungsunterschieden zur starken Streuung der Werte beigetragen haben.



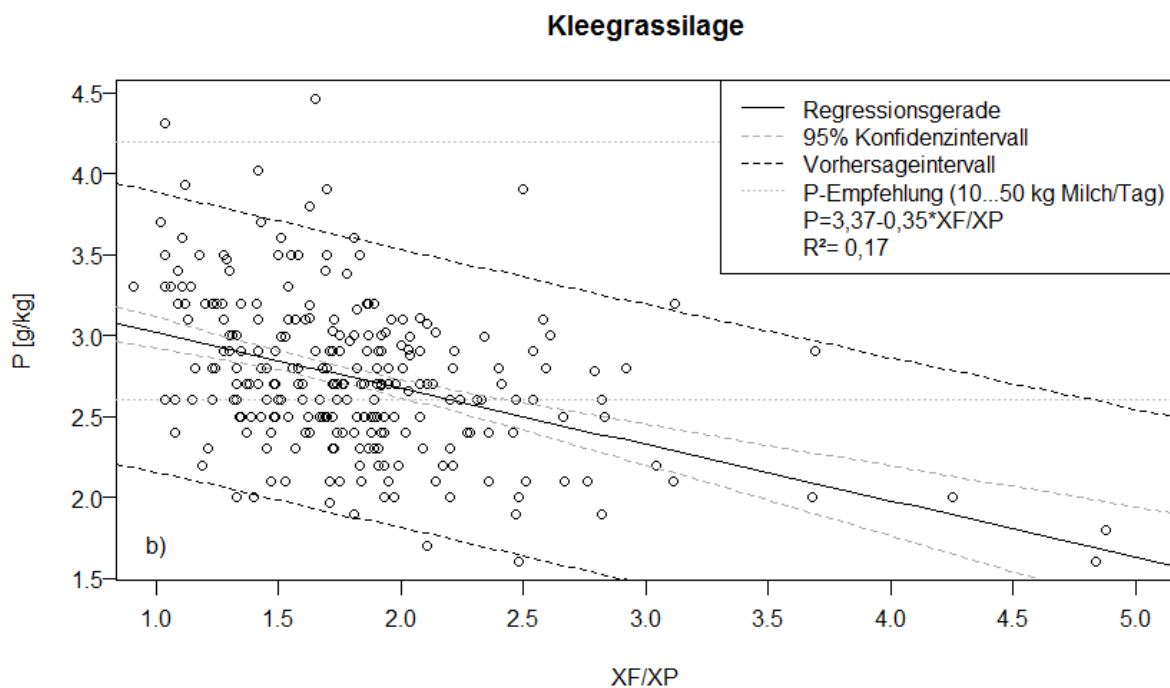


Abb. 3: Phosphorgehalte von Grassilage (a) und Kleegrassilage (b) in Abhängigkeit vom Verhältnis Rohfaser (XF) zu Rohprotein (XP). Je höher der Quotient, desto älter das Futter.

Schlussfolgerungen

Insbesondere Gemischtbetriebe mit höherer Nutzungsintensität sollten bei restriktivem Kraftfuttereinsatz zukünftig stärker darauf achten, durch ein zielgerichtetes Management (Schnitttermine und –häufigkeit, Düngung) ausreichend hohe P-Gehalte im Futter zu erzielen.

Mithilfe der phänologischen Entwicklung der Futterpflanze, ausgedrückt als Rohfaser/Rohprotein-Verhältnis, scheint es möglich, die Schätzung des P-Gehaltes der einzelnen Grobfuttermittel gegenüber den Angaben der phänologisch undifferenzierten Tabellenwerte zu verbessern, ohne eine chemische Mineralstoffanalyse durchführen lassen zu müssen.

Literatur

GFE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] (2011): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder. *DLG-Verlag, Frankfurt a. M.*

HØGH-JENSEN, H., SCHJOERRING, J.K. & SOUSSANA, J.-F. (2002): The Influence of phosphorus deficiency on growth and nitrogen fixation of white clover plants. *Annals of Botany* 90, 745-753.

KÄDING, H. (2006): Effect of varied fertilization and cutting frequency on forage yields, phosphorus and potassium contents and nutrient balance of fen grassland. *Archives of Agronomy and Soil Science* 52:3, 261-267.

KNAUER, N. (1963): Einfluss der Düngung mit Phosphat, Kalium und Calcium auf Pflanzenbestand und Mineralstoffgehalt von Wiesen- und Weidefutter. *Das Wirtschaftseigene Futter* 3, 28-39.

LOSAND, B. (2015): Anforderungen der Rinder an die Qualität und Nutzungselastizität von Grünland. *Deutscher Grünlandverband e.V. Schriftenreihe Heft 1/2015, Mehr Milch vom Dauergrünland*, 17-22.

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

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

RESCH, R., GRUBER, L., BUCHGRABER, K. & PÖTSCH, E. M. (2009): Mineralstoffgehalt des Grund- und Kraftfutters in Österreich. Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, 36. *Viehwirtschaftliche Fachtagung 2009*, 1-9.

Stickstoffeffizienz im Langzeitdauergrünlandversuches in Erpeldingen (Luxemburg)

Wengler, F., Boonen, J., Felten, C., Kohnen, H. & Santer, M.

Lycée Technique Agricole LTA, Ettelbruck (L), fabienne.wengler@lta.lu

Einleitung und Problemstellung

Die luxemburgische Nutzfläche besteht zur Hälfte aus Grünland. Die Weiden und Wiesen stellen demnach eine äußerst wichtige Futterquelle für die Nutztiere dar. Eine effiziente Nutzung dieser Ressource ist für die luxemburgische Landwirtschaft von Bedeutung. Seit 1982 werden angewandte Versuche im Bereich Dauergrünland von der Grünlandsektion der Ackerbauschule Ettelbrück betrieben. Die Auswertung der Daten des Grünlanddauerversuchs in Erpeldingen (2003-2014) werden in der folgenden Studie vorgestellt. Für den Versuch werden unterschiedliche Stickstoffdünger miteinander verglichen. Die exklusiven Schnittnutzungen wurden dem Aufwuchs angepasst. Im Folgenden, werden besonders die Einflüsse auf die Erträge für die Trockenmasse, die Futterenergie und das Rohprotein in den verschiedenen Düngungsstufen und deren Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen hervorgehoben. GROOT *et al.* (2006) beobachteten im Grünland, dass das Zusammenspiel von Temperatur und Niederschlag sich deutlich auf die Stickstofffreisetzung, -aufnahme und die Trockenmassezunahme auswirkt.

Bei einer weltweit wachsenden Bevölkerung wächst auch die Nachfrage nach Lebensmittel und folglich ist eine Zunahme von Stickstoffdünger zu erwarten (ERISMAN *et al.*, 2007). Die Stickstoff-Effizienz als wirtschaftliche und ökologische Kenngröße ist ein wichtiger Indikator für einen nachhaltigen Einsatz von Düngemitteln in der Grünlandproduktion (ROBERTS, 2008). Sie ist sehr stark Standort abhängig, sowie auch von der Art der eingesetzten Düngemittel (organischer und mineralischer Dünger) und kann zwischen 16% und 77% betragen (POWELL *et al.*, 2010). VELLINGA und ANDRÉ (1999) fanden in einem Langzeitversuch dass kleinere N-Applikationen eine bessere Stickstoffeffizienz aufzeigen.

Die Stickstoffdüngung hat nur einen geringen Effekt auf die Nährstoffzusammensetzung des Grasses, außerdem fanden PEYRAUD und DELABY (2006), dass eine geringere N-Düngung durch die niedrigere Harnstoffbelastung sich positiv für die Tiere auswirkt.

Material und Methoden

Bei dem Versuch handelt es sich um eine Blockanlage mit 30 verschiedenen Varianten in jeweils 4 Wiederholungen (Abb.1). Es werden unterschiedliche mineralische Dünger und Wirtschaftsdünger in fünf unterschiedlichen Düngestufen ausgebracht. Bei den verwendeten Düngern handelt es sich um Ammoniumnitrat-Harnstoff, Kalkammonsalpeter, Frisch- und Kompostmist (Rinder) sowie Gülle (Rinder) mit jeweils 0 N, 80 N, 120 N, 170 N, 240 N und 360 N [kg N ha⁻¹ Jahr⁻¹].

Die Schnittnutzungen wurden dem jeweiligen Aufwuchs angepasst und die Parzellen wurden drei- bis viermal pro Jahr gemäht und beprobt. Die Proben wurden anschließend bei 80 [°C] getrocknet und gewogen um das Trockengewicht zu bestimmen. Sie wurde nach dem Trocknen im Labor auf die verschiedenen Inhaltsstoffe untersucht. Im Jahr 2005 wurde eine Wetterstation im nahegelegenen Ettelbruck errichtet. Die Temperatur- und Niederschlagswerte können demnach ebenfalls erfasst werden.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte in R. Um die Durchführbarkeit einer Varianzanalyse mit dem bestehenden Datensatz zu überprüfen, wurde ein robuster Levene-type Test (Brown-Forsythe) benutzt, um die Gleichheit der Varianzen der einzelnen Düngerklassen zu überprüfen. Um die Gültigkeit der einzelnen linearen Modelle für die Varianzanalyse zu testen wurde die Normalverteilung der Residuen der einzelnen Modelle an Hand der Shapiro-Wilks-Methode getestet.



Abb. 1: Luftaufnahme der Parzellen in der Blockanlage im Versuchsfeld in Erpeldingen

Ergebnisse und Diskussion

Die mittleren Erträge der 0 N Variante [$\text{kg N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$] betragen $7.730 \text{ [kg TM ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}]$. Die durchschnittlichen Erträge stehen in einem linearen Zusammenhang zu den unterschiedlichen Düngungsintensitäten.

Eine Varianzanalyse konnte nicht angewendet werden da der Datensatz nicht normal verteilt ist. Nach Analyse des obengenannten Tests konnten zwei Modelle für eine Varianzanalyse zurück behalten werden: die linearen Modelle für organisch $80 \text{ [kg N.ha}^{-1}]$ und organisch $360 \text{ [kg N.ha}^{-1}]$. Die Ausgaben der Varianzanalyse können in den Tabelle 2 und 3 nachgelesen werden.

Die Stickstoffeffizienz ist bei $80 \text{ [kg N.ha}^{-1}]$ am höchsten und nimmt mit einer Zunahme der N-Gabe ab. Die reine Gölledüngung schneidet hier ebenfalls am besten ab (Tab. 1). Bei den Wirtschaftsdüngern ist der Verlauf vergleichbar. Die generell niedrigere N-Effizienz ist am höchsten in der $80 \text{ [kg N.ha}^{-1}]$. Das ist auf die langsamere Mineralisierung zurück zu führen.

Tab. 1: Stickstoffeffizienz der einzelnen Düngeklassen und –mengen

	KAS	AHL	Gülle	Gülle/ KAS	Festmist	Kompost- mist
$[\text{kg N.ha}^{-1}]$	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
80	72,24	79,48	95,06	73,19	67,84	66,78
120	49,60	44,93	53,63	50,90	49,31	45,50
170	39,19	33,36	38,18	37,24	37,14	40,04
240	31,90	27,48	40,15	32,97	31,48	28,91
360	26,35	23,47	23,91	25,62	23,34	22,48

Tab. 2: Ausgabe Varianzanalyse Variante 80 (org.) [kg N.ha^{-1}]

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Variante 80 (org.) [kg N.ha^{-1}]	1	20	20,4	0,017	0,897
Residuals	70	84359	18205,1		

Tab. 3: Ausgabe Varianzanalyse Variante 360 (org.) [kg N.ha^{-1}]

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
Variante 360 (org.) [kg N.ha^{-1}]	1	13	13,31	0,157	0,693	as.factor (temp[, 2])
Residuals	70	5938	84,83			

Schlussfolgerungen

Die Studie belegt die Wichtigkeit von Langzeitversuchen im Dauergrünland, liefern sie doch verlässliche Daten und ermöglichen so praxisrelevante Empfehlungen für die Stickstoffdüngung. Die benutzten Methoden ermöglichen keine Aussagen für statistisch signifikante Unterschiede bei den meisten Varianten, außer für organisch 80 [kg N.ha⁻¹] und organisch 360 [kg N.ha⁻¹]. Diese unterscheiden sich jedoch nicht signifikant (Tab. 2; Tab. 3). Weitere nicht parametrische Tests sollten definiertere Aussagen ermöglichen. Geringere Stufen in den Stickstoffapplikationen wären sinnvoll. Des Weiteren könnten die Erträge in Kombination mit der Stickstoffeffizienz statistisch ausgewertet werden.

Literatur

- ERISMAN, J.W., BLEEKER, A., GALLOWAY, J. & SUTTON, M.S. (2007): Reduced nitrogen in ecology and the environment, *Environmental Pollution*, Volume 150, Issue 1, 2007, Pages 140–149
- GROOT, J.C.J., VAN DER PLOEG, J.D., VERHOEVEN, F.P.M. & LANTINGA, E.A. (2006): Interpretation of results from on-farm experiments: manure-nitrogen recovery on grassland as affected by manure quality and application technique. 1. An agronomic analysis, *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, Volume 54, Issue 3, 2007, Pages 255–268
- PEYRAUD, J.L. and DELABY, L. (2006): Grassland Management with Emphasis on Nitrogen Flows, Volume 18 *Fresh Forage for Dairy Cattle: the Key to a Sustainable Food Chain*, 2006, Pages 103-123, Wageningen
- 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 Sciences & Policy* 13, 2010, 217-228
- ROBERTS, T.L. (2008): Improving Nutrient Use Efficiency, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 32, 2008, 177-182
- VELLINGA, TH.V. and ANDRÉ, G. (1999): Sixty years of Dutch fertiliser experiments, an overview of the effects of soil type, fertiliser input, management and the developments in time, *Netherlands Journal of Agricultural Science* 47, 1999, 215-241

Untersuchungen zur Rolle des Grases in der Proteinversorgung von Milchvieh

Martens, S. und Steinhöfel, O.

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie,

Abteilung Landwirtschaft

siriwan@gmx.net, olaf.steinhoefel@smul.sachsen.de

Einleitung und Problemstellung

Grünlandaufwüchse sind unumstritten ein geeignetes Grobfuttermittel zur Veredlung durch den Wiederkäuer. Zudem weisen Grünlandbestände, insbesondere mit Gräsern, Leguminosen und Kräutern, in Abhängigkeit vom Vegetationsstadium einen oft erheblichen Rohproteingehalt (RP) auf, der im Hektarertrag den von Körnerleguminosen im Ackerbau deutlich übersteigt. Mit ansteigendem Leistungsniveau steigt auch der Anspruch von Milchkühen an die Rohproteinqualität. Sind zur Deckung des Erhaltungsbedarfs und einer Milchproduktion von bis zu 5.000 kg/Jahr noch Nicht-Protein-Stickstoff-Verbindungen (NPN) ausreichend, erhöht sich der Bedarf an bestimmten Aminosäuren und im Pansen nicht abbaubaren Protein (sog. Durchflussprotein, UDP) mit steigender Milchleistung.

In Deutschland hat sich die Fütterung von Gras vornehmlich in silierter Form durchgesetzt. Bei der Betrachtung des Fermentationsprozesses bei der Silierung stehen die Veränderungen in der Kohlenhydratfraktion, die Wandelung von Kohlenhydraten in Gärsäuren, im Vordergrund. Wenig beachtet wurden hingegen die Veränderungen in der Rohproteinqualität. Dies gipfelte 2006 in der Tatsache, dass der Ammoniakgehalt im DLG-Gärschlüssel für Grobfuttersilagen keine Berücksichtigung mehr fand. Dabei laufen auch beim Rohprotein umfangreiche Abbau- und Umbauprozesse (Proteolyse und Desmolyse) ab, die den Futterwert der Grassilagen wesentlich mitbestimmen. Während der Silierung findet ein erheblicher mikrobieller Abbau des in der Grünpflanze vorhandenen Reineiweißes statt. Dieser Vorgang wird als Proteolyse bezeichnet. Die Bedeutung für den Futterwert der Silage besteht in der Reduzierung des Reineiweißes und damit im Absinken des Durchflussproteins.

Ein Ziel unserer Untersuchungen war es, anhand von Praxiserhebungen zu verifizieren, inwiefern das Durchflussprotein aus Grassilagen vom Grünland dem qualitativen Anspruch genügt, bzw. wo Grenzen des Einsatzes oder gezielter Ergänzungsbedarf liegen.

Material und Methoden

Zur Beschreibung der Proteinqualität wurde die Proteinfractionierung nach LICITRA *et al.*, 1996, an über 70 Grasproben von August 2013 bis Oktober 2014 vorgenommen, wobei sich die Mehrzahl aus Grassilagen verschiedener Schnitte von Praxisbetrieben in Sachsen zusammensetzt.

Die Fraktion A (NPN-Verbindungen) besteht zunächst aus einem hohen Anteil an freien Aminosäuren und einem geringeren Anteil an Nicht-Aminosäure-Stickstoff. Durch Fehlvergärungen von überwiegend proteolytischen Clostridien kommt es zum Abbau von Aminosäuren zu biogenen Aminen, Karbonsäuren und Ammoniak (NH₃). Die NPN-Verbindungen tragen nicht zum Durchflussprotein bei und werden im Pansen umgesetzt. Die B-Fractionen bestehen aus Reinprotein, welches entweder nicht an die Faser gebunden ist (B₁), an die NDF gebunden ist, aber leicht in Lösung geht (B₂) oder aber an die ADF gebunden ist und leicht in Lösung geht (B₃). Alle Fractionen tragen in unterschiedlichem Ausmaß zum UDP bei. Die Fraktion C ist unlöslich an die ADF gebunden und gilt deshalb als nahezu unverdaulich. Das UDP (5h) berechnet sich aus einer Formel ausgehend von der Proteinfractionierung.

Zudem wurden Aminosäuren in ausgewählten Stichproben aus 22 Silagen von sechs Betrieben über HPLC analysiert.

Ergebnisse und Diskussion

In den vorliegenden Studien wurde ein große Variationsbreite des NPN-Anteils von 23 bis 66% des RP mit einem Median von 50% d. RP (A, Abb.1) festgestellt, was einen deutlichen Effekt auf die

Bewertung der Proteinqualität zur Folge hat. Entsprechend schwankt der Reineiweißanteil (Fraktion B, C, Abb. 1), insbesondere allerdings B₃, das im Wesentlichen dem Durchflussprotein (UDP) zugeordnet wird. Die Fraktion C zeigt die geringste Variation und bleibt deutlich unter dem Grenzwert von 12% des RP, was auf geringe Hitzeschädigungen des Grasproteins in der Gärstartphase bzw. bei möglicher Nacherwärmung infolge aerober Instabilität hinweist.

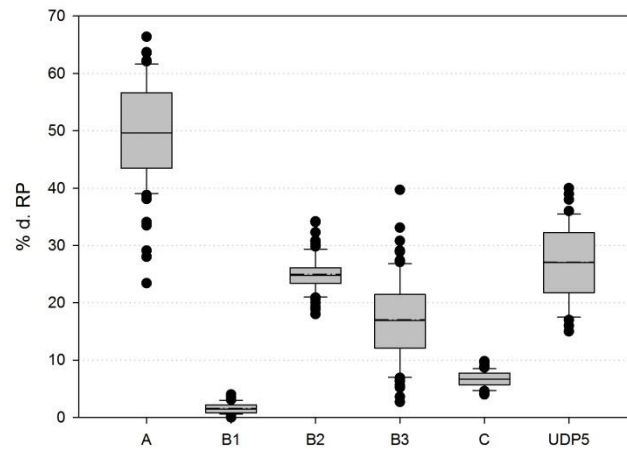


Abb. 1: Rohproteinfraktionierung in Grassilagen nach LICITRA *et al.* (1996). n=74. A Nichtproteinstickstoff, B₁-C Reineiweiß, C unverdauliches Reineiweiß. UDP5, Schätzung des Anteils an Durchflussprotein aufgrund der Fraktionierung (LKS GmbH Lichtenwalde)

Im Hinblick auf Milchkühe mit 35 kg täglicher Milchleistung heißt das, dass Grassilage bei einem Einsatz von 7 kg TM/Kuh*d abhängig von ihrer Qualität Durchflussprotein in Höhe von theoretisch 20-40% des Gesamtbedarfs zur Verfügung stellt. Für die Bewertung der Qualität des Durchflusseweißes ist dessen Aminosäuremuster entscheidend. In der Gesamttrockenmasse der untersuchten 22 Graskonservate bewegen sich die meistlimitierenden Aminosäuren Lysin und Methionin in der Spanne von 2,6-11,5 g/kg TM bzw. 1,5-3,9 g/kg TM (Abb. 2), wobei ein nur geringer Zusammenhang zu dem Proteolysegeschehen in der Silierung erkennbar ist (R^2 zw. NH_3-N u. Lysin =0,24).

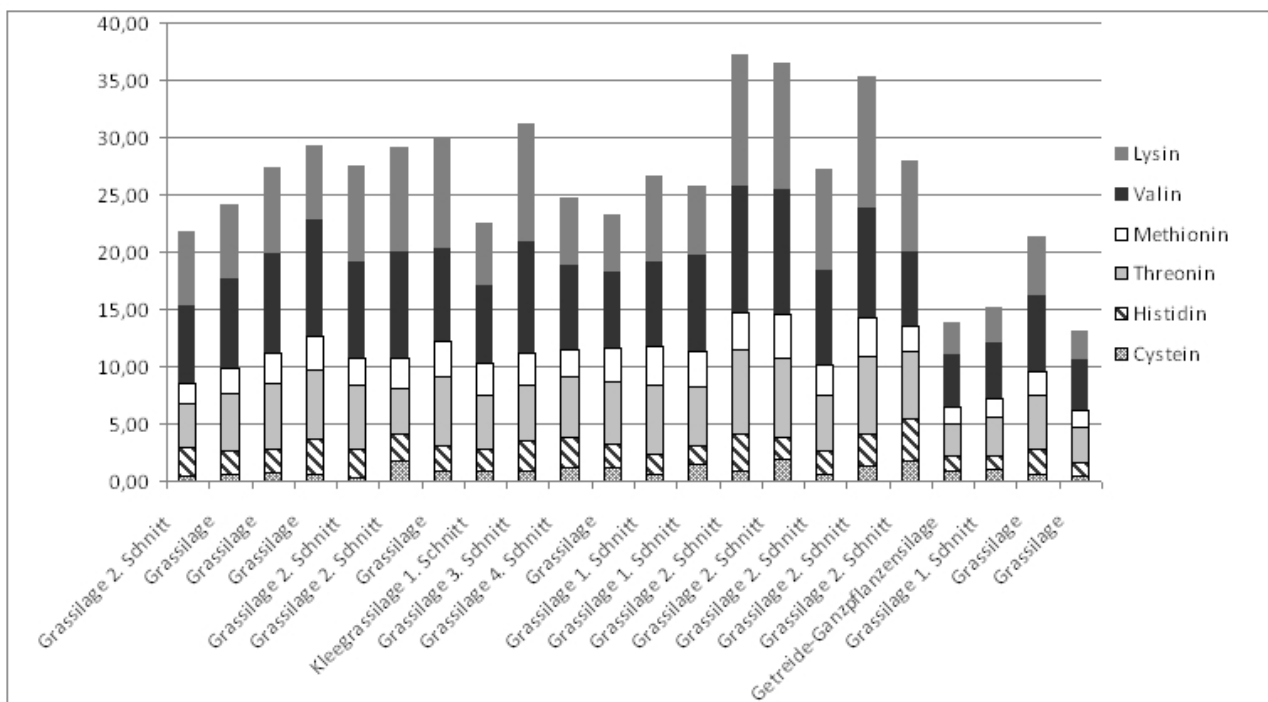


Abb. 2: Gehalt von sechs Aminosäuren in Silagen (in g/kg TM)

Im „idealen“ Protein gemessen an der Milcheiweißzusammensetzung, der auch das Mikrobenprotein sehr nahe kommt, liegt das Verhältnis von Lysin zu Methionin bei 3,17 bzw. 3,04 (Tab. 1). In den untersuchten Proben bewegte sich dieser Quotient im Mittel um die 2,8, wobei Werte zwischen 1,7 und 3,8 möglich waren.

Tab. 1: Durchschnittliche Aminosäurezusammensetzung von Pansenmikroben und Kuhmilch

g/100 g AS	Milch	Mikroben
Lysin	7,6	7,9
Methionin	2,4	2,6
Arginin	3,4	5,1
Histidin	2,7	2,0
Isoleucin	5,7	5,7
Leucin	8,7	8,1
Phenylalanin	4,6	5,1
Threonin	4,4	5,8
Valin	6,1	6,2
Lys/Met	3,17	3,04

Dies zeigt, dass Graskonservate potentiell eine durchaus günstige Aminosäurezusammensetzung für die Milchbildung liefern können. Um die Bedeutung des Grasproteins für die Wiederkäuerernährung zu steigern, macht eine gezielte Erhöhung des Durchflussproteingehaltes aus genannten Gründen Sinn. Neben der Ausschöpfung pflanzenbaulicher, ernte- und siliertechnischer Möglichkeiten, könnte ein Einsatz von Trocken- und/oder Frischgrün eine überlegenswerte Alternative zur Grassilierung sein.

Literatur

LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M. & VAN SOEST, P.J. (1996): Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 57, 347-358

Chemische Zusammensetzung und Vergärbarkeit von Grünlandaufwüchsen bei unterschiedlicher Schnittnutzung

Schmaler, K.¹ und Barthelmes, G.²

¹ Humboldt-Universität zu Berlin, Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau, Invalidenstraße 42,
10115 Berlin, katrin.schmaler@agrar.hu-berlin.de

² Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg,
Referat Ackerbau, Grünland, Ruhlsdorf, Dorfstraße 1, 14513 Teltow

Einleitung und Problemstellung

Eine intensive Nutzung des Grünlandes ist dann erforderlich, wenn einer Ausweitung des Ackerfütterbaus, vor allem des Maisanbaus, Grenzen gesetzt sind. Durch die wachsende Konkurrenz in der Nutzung von Ackerflächen wird Grünland regional wieder stärker für die Erzeugung von Futter und Biogas benötigt. Letztere Verwertungsmöglichkeit ist insbesondere bei geringem Viehbesatz oder in Marktfruchtbetrieben von Interesse, um vorhandenes Grünland erhalten zu können (SCHMALER und BARTHELMES, 2012).

Vor diesem Hintergrund wurden in dem Verbundprojekt „Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands“ (Förderung: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., www.eva-verbund.de) in den Jahren 2009 bis 2013 Grünlandbestände bei unterschiedlicher Intensität der Schnittnutzung an Standorten in Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Thüringen und Bayern geprüft. An einem stärker durch Trockenheit beeinflussten Standort in Brandenburg wurden Rohrschwengel und Knautgras in die Prüfung einbezogen. Verschiedene Sorten des Rohrschwengels zeichnen sich durch eine gute Winterfestigkeit und Ausdauer aus und vertragen ungünstige Standortbedingungen wie zur Nässe als auch zur Trockenheit neigende Böden. Sie weisen eine hohe ökologische Streubreite auf (PETERSEN, 1981). Knautgras eignet sich ebenfalls für den Anbau auf zur Trockenheit neigenden Standorten, verträgt aber keine Nässe (PETERSEN, 1981). Beide Arten lassen ein sicheres Überdauern von sommertrockenen Phasen erwarten und sind alternativ als mehrjähriges Ackergras einsetzbar.

Material und Methoden

Am Projektstandort Berge (Land Brandenburg, mittel lehmiger Sand, Ackerzahl 40, fakultativer Grünlandstandort) wurden im Frühjahr 2008 Grünlandmischungen und Gräser angesät (Tab. 1) und in den Jahren 2009 bis 2013 unterschiedlich genutzt. Als Versuchsanlage diente eine zweifaktorielle Streifenanlage mit den Prüffaktoren Pflanzenbestand (Faktor A) und Nutzungsintensität (Faktor B) in vier Wiederholungen. Der Nutzungstermin des ersten Aufwuchses wurde nach Entwicklungsstadium variiert (früher erster Schnitt zum Ende des Schossens der Gräser bzw. später erster Schnitt zum Ende des Ähren-/Rispschiebens der Gräser). Bei einem Unterschied von drei Wochen im Termin des ersten Schnittes ergab sich eine Staffelung der Schnitthäufigkeit von vier bis fünf Schnitten gegenüber drei Schnitten je Nutzungsjahr.

Tab. 1: Pflanzenbestände (Faktor A) und Saatstärken

Faktorstufen	Saatstärken (kg ha ⁻¹)
Gräsermischungen (G II bzw. G II mit Weißklee)	
1 <i>Lolium perenne</i> / <i>Festuca pratensis</i> / <i>Phleum pratense</i> / <i>Poa pratensis</i>	15/6/6/3
2 <i>L. perenne</i> / <i>F. pratensis</i> / <i>Phleum pratense</i> / <i>Poa pratensis</i> / <i>Trifolium repens</i>	14/6/5/3/3
Gräser in Reinsaat	
3 <i>Dactylis glomerata</i>	30
4 <i>Festuca arundinacea</i>	30

In den Nutzungsjahren wurden die N-Gaben in 60, 70, 60 und 50 kg ha⁻¹ bei 4- bis 5-Schnittnutzung bzw. in 60, 70 und 60 kg ha⁻¹ bei 3-Schnittnutzung aufgeteilt.

Die Trockenmasseerträge und Trockensubstanzgehalte wurden teilstückweise je Aufwuchs ermittelt. Die Parameter der chemischen Zusammensetzung für die Pflanzenbestände des ersten Aufwuchses sind aus Tabelle 2 ersichtlich. Die Parameter der Weender Analyse und die Fasergehalte nach VAN SOEST wurden mittels Nahinfrarotreflexionsspektroskopie (NIRS) prüfgliedweise bestimmt. Für die NIRS-Kalibration und Validierung sind 50 % der Proben in drei Jahren im Gemeinschaftslabor Analytik (Albrecht Daniel Thaer-Institut, Humboldt-Universität Berlin) nach den in Tabelle 2 genannten Methoden untersucht worden.

Tab. 2: Methoden zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung und NIRS-Messung (+)

Parameter	Gerät	Methode	NIRS
Trockensubstanz	Trockenschrank	VDLUFA Bd. III 3.1	-
Rohasche	Muffelofen	VDLUFA Bd. III 8.1	-
Rohprotein	Vario max	VDLUFA Bd. III 4.1.2 Elementaranalyse N, Faktor 6,25	+
Rohfett	Soxtherm	VDLUFA Bd. III 5.1.1	+
Rohfaser	Fibertec System	VDLUFA Bd. III 6.1.1	+
Neutral-Detergenzien-Faser (NDF)	Fibertec System	VDLUFA Bd. III 6.5.1	+
Säure-Detergenzien-Faser (ADF)	Fibertec System	VDLUFA Bd. III 6.5.2	+
Säure-Detergenzien-Lignin (ADL)	Fibertec System	VDLUFA Bd. III 6.5.3	+
Wasserlösliche Kohlenhydrate	Continuous Flow Analyser	Anthronmethode (LENGERKEN und ZIMMERMANN 1991)	+
Pufferkapazität	pH-Meter	Titration mit Milchsäure	-
Nitrat	RQflex	Schnellmethode	-
Mineralstoffe P, K, Mg, Ca	Atomabsorptionsspektroskopie (AAS)	Multielementanalyse	-

Ergebnisse und Diskussion

Die Grünlandmischungen und Gräser erreichten jährliche Trockenmasseerträge von 7,5 bis 11,1 t ha⁻¹ a⁻¹ (Tab. 3). Knaulgras und Rohrschwengel erreichten bei geringerer Schnitthäufigkeit höhere Trockenmasseerträge als bei häufigerem Schnitt. Die Gräsermischungen wiesen dagegen in beiden Nutzungsregimen ähnlich hohe Trockenmasseerträge auf (SCHMALER und BARTHELMES, 2012). Der späte erste Schnitt führte bei allen Pflanzenbeständen gegenüber dem frühen ersten Schnitt zu einem signifikant höheren Trockenmassertrag. Bei geringerer Schnitthäufigkeit lieferte dieser erste Aufwuchs damit über die Hälfte und bei häufigerem Schnitt etwa ein Drittel des Jahresertrages.

Tab. 3: Trockenmasseertrag im ersten Aufwuchs und prozentuale Anteile der Aufwüchse am Jahresertrag (Mittel 2009 bis 2013)

Prüfglieder	1. Aufwuchs t ha ⁻¹	Jahr t ha ⁻¹	Anteil 1./2./3./4. Aufwuchs %
Früher 1. Schnitt			
Gräsermischung G II	2,5	8,7	29/27/16/28
G II und <i>Trifolium repens</i>	2,5	8,9	28/28/18/26
<i>Dactylis glomerata</i>	3,7	10,0	37/19/16/28
<i>Festuca arundinacea</i>	2,3	7,5	31/31/11/27
Später 1. Schnitt			
Gräsermischung G II	4,5	8,7	52/24/24
G II und <i>Trifolium repens</i>	4,9	9,4	52/25/23
<i>Dactylis glomerata</i>	5,7	11,1	51/25/24
<i>Festuca arundinacea</i>	5,2	8,5	62/16/22
LSD ($\alpha \leq 0,05$)	0,3	0,5	-

Tab. 4: Parameter der Weender Analyse und Fasergehalte nach VAN SOEST (g kg⁻¹ Trockenmasse) im ersten Aufwuchs (arithmetische Mittel 2009 bis 2013)

Prüfglieder	Rohasche	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	NDF	ADF	ADL
Früher 1. Schnitt							
Gräsermischung G II	84	136	26	197	405	219	20
G II und <i>Trifolium repens</i>	89	159	26	204	437	221	20
<i>Dactylis glomerata</i>	80	119	25	270	547	289	28
<i>Festuca arundinacea</i>	92	163	25	217	452	236	19
Später 1. Schnitt							
Gräsermischung G II	68	84	17	268	554	296	31
G II und <i>Trifolium repens</i>	73	99	19	264	530	300	33
<i>Dactylis glomerata</i>	64	73	19	329	650	360	44
<i>Festuca arundinacea</i>	81	108	18	283	577	321	35
LSD ($\alpha \leq 0,05$)	11	16	4	29	51	29	5

Tab. 5: Mineralstoffgehalte (g kg⁻¹ Trockenmasse) im ersten Aufwuchs (arithmetische Mittel 2009 bis 2013)

Prüfglieder	Phosphor	Kalium	Magnesium	Calcium
Früher 1. Schnitt				
Gräsermischung G II	3,7	27,3	1,7	5,4
G II und <i>Trifolium repens</i>	3,8	28,4	1,7	6,0
<i>Dactylis glomerata</i>	3,4	26,6	1,5	3,5
<i>Festuca arundinacea</i>	4,1	29,1	1,9	5,3
Später 1. Schnitt				
Gräsermischung G II	2,8	21,5	1,3	3,9
G II und <i>Trifolium repens</i>	3,0	23,5	1,4	4,8
<i>Dactylis glomerata</i>	2,7	21,4	1,3	2,9
<i>Festuca arundinacea</i>	3,4	25,5	1,8	4,6
LSD ($\alpha \leq 0,05$)	0,3	3,2	0,2	1,1

Tab. 6: Chemische Zusammensetzung und Vergärbarkeitskoeffizient (VK) WEIßBACH *et al.* (1974): VK = TM (%) + 8 Z/PK im ersten Aufwuchs (arithmetische Mittel 2009 bis 2013)

Prüfglieder	Trockenmasse g kg ⁻¹ OS	Wasserlösliche Kohlenhydrate g kg ⁻¹ TM	Pufferkapazität g MS kg ⁻¹ TM	Z/PK- Quo- tient	VK %	Nitrat- gehalt g kg ⁻¹ TM
Früher 1. Schnitt						
Gräsermischung G II	222	263	62	4,2	56	0,24
G II und <i>Trifolium repens</i>	210	222	70	3,2	46	0,62
<i>Dactylis glomerata</i>	220	153	58	2,6	43	0,41
<i>Festuca arundinacea</i>	241	185	68	2,7	46	0,14
Später 1. Schnitt						
Gräsermischung G II	308	204	49	4,2	64	0,21
G II und <i>Trifolium repens</i>	292	169	55	3,1	54	0,31
<i>Dactylis glomerata</i>	335	123	45	2,7	55	0,27
<i>Festuca arundinacea</i>	277	130	55	2,4	47	0,30
LSD ($\alpha \leq 0,05$)	17	43	8	1,1	13	n.s.

Die spätere Nutzung des ersten Aufwuchses bewirkte im Vergleich zur zeitigeren Nutzung bei allen Gräsern eine signifikante Zunahme der Gehalte an Rohfaser, NDF, ADF sowie ADL und eine Abnahme der Gehalte an Rohasche, Rohprotein, Rohfett und an wasserlöslichen Kohlenhydraten (Tab. 4) sowie eine Abnahme der Gehalte an den Mineralstoffen Phosphor, Kalium, Magnesium und Calcium (Tab. 5). Unter Berücksichtigung der Gleichung für die Berechnung des notwendigen Mindesttrockenmassegehaltes zur Erzeugung von buttersäurefreien Silagen (WEIßBACH *et al.*,

1974) gilt Grünfütter bei Vergärbarkeitskoeffizienten größer und gleich 45 als leicht, bei Werten von 35 bis 45 als mittelschwer und bei Werten von < 35 als schwer vergärbar. Mit Ausnahme des früh geernteten Knautgrases war der Vergärbarkeitskoeffizient größer als 45 und daher das Erntegut aus den ersten Aufwüchsen als leicht vergärbar einzustufen. Durch den signifikanten Anstieg der Trockenmassegehalte von frühem zu spätem Schnitt nahmen die Vergärbarkeitskoeffizienten zu (Tab. 6). Da mit der Aufwuchsdauer sowohl die Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten als auch die Pufferkapazität abnahmen, veränderten sich die Z/PK-Quotienten der jeweiligen Pflanzenbestände nicht in Abhängigkeit vom Nutzungstermin. Das Erntegut war bei beiden Ernteterminen fast nitratfrei (< 1 g NO₃ kg⁻¹ Trockenmasse). Bei nitratfreiem Ausgangsmaterial besteht ein erhöhtes Risiko für die Entstehung von Buttersäure bei der Silierung (KAISER *et al.*, 1999, KAISER *et al.*, 2002). In Untersuchungen von SCHMALER *et al.* (2010) wurde für nitratfreies bis -armes Grünfütter ein Mindesttrockenmassegehalt von über 400 g TM kg⁻¹ als Grenzwertbereich festgestellt, um die Buttersäurebildung zu unterbinden. Der erforderliche Grad des Anwelkens würde mit Ausnahme von weidelgrasbetonten Pflanzenbeständen damit höher liegen als technologisch praktikabel. Für eine gute Silagequalität wird bei nitratfreiem Erntegut schnelles Anwelken auf 350 bis 400 g TM kg⁻¹ und der Zusatz biologischer Siliermittel empfohlen. Bei Trockenmassegehalten bis 300 g TM kg⁻¹ sind dagegen chemische, nitritthaltige Zusätze erforderlich, um die Clostridienentwicklung zu hemmen (KAISER *et al.*, 2002).

Schlussfolgerungen

Mit einer späten ersten Nutzung von Grünlandaufwüchsen können die Anzahl der Schnitte im Jahr und damit der Kostenaufwand reduziert werden. Gegenüber einer höheren Schnitthäufigkeit werden mit Knautgras und Rohrschwingel höhere Trockenmasseerträge erreicht, was für die Biogasnutzung unter ungünstigen Standortbedingungen von Vorteil sein kann. Die späte Nutzung der ersten Aufwüchse bewirkt eine Verschlechterung aller Parameter der Futterqualität (Anstieg der Gehalte an Rohfaser, NDF, ADF und ADL, Abnahme der Gehalte an Rohprotein, Rohfett und Mineralstoffen), dagegen aber keine Abnahme von Z/PK-Quotient und Vergärbarkeitskoeffizient. Bei den bereits sehr hohen Trockenmassegehalten der spät geschnittenen ersten Aufwüchse kann bei Einsatz von chemischen Siliermitteln der Verzicht auf das Anwelken oder kürzere Feldliegezeiten in Betracht gezogen werden, was das Witterungsrisiko mindern kann.

Literatur

- Das VDLUFA Methodenbuch (1976): Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 3. Aufl. einsch. 1.-8. Ergänzungslieferung.
- KAISER, E., WEIß, K. & POLIP, I. (2002) A new concept for the estimation of the ensiling potential of forages. In: Gechie L.M. and Thomas C. (eds). *Proc. XIIIth International Silage Conference*, Auchincruive, Scotland, 344-358.
- KAISER, E., WEIß, K. & MILIMONKA, A. (1999): Untersuchungen zur Gärqualität von Silagen aus nitratarmen Grünfütter. *Arch. Anim. Nutr.* 52, 75-93.
- LENGERKEN J. V. und ZIMMERMANN, K. (1991): *Handbuch der Futtermittelprüfung*. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 1. Aufl.
- PETERSEN, A. (1981). *Die Gräser*. Akademie-Verlag.
- SCHMALER, K. und BARTHELMES, G. (2012): Methanertragspotenzial von Grünlandbeständen bei unterschiedlicher Intensität der Schnittnutzung. In: Wachendorf, G. und G. Riehl (Hrsg.): *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 13, 35-39.
- SCHMALER, K., WEIß, K. & KRAUSE, R. (2010): Suitability of perennial grasses and legume-grass-mixtures for methane production. In: *Grassland in a changing world*. Eds. SCHNYDER, H., ISSELSTEIN, J., TAUBE, F., SCHELLBERG, J., WACHENDORF, M., HERMANN, M., GIERUS, M., AUERSWALD, K., WRAGE, N. & HOPKINS, A. *Grassland Science in Europe* 15, 283-285.
- WEIßBACH, F., SCHMIDT, L. & HEIN, E. (1974) Method of anticipation the run of fermentation in silage making, based on the chemical composition of green fodder. *Proc. XII. Intern. Grassland Congr.*, Moscow. Sec. 2, 663-673.
- www.eva-verbund.de.

Einfluss von Sorte und Umwelt auf den Gehalt löslicher Kohlenhydrate in *Lolium perenne* L.

Hofer, D., Suter, D. & Lüscher, A.

Agroscope, Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH, Zürich-Reckenholz, Schweiz,

daniel.suter@agroscope.admin.ch

Einleitung und Problemstellung

Lolium perenne L. ist eines der wichtigsten und wertvollsten Futtergräser. In letzter Zeit gezüchtete Sortentypen, allgemein unter der Bezeichnung Hochzuckergräser (HZG) bekannt, versprechen eine Steigerung der Tierproduktion: Durch erhöhte Gehalte an löslichen Kohlenhydraten (LK) sollen Wiederkäuer mit mehr leichtverfügbarer Energie versorgt und die Stickstoffeffizienz im Tier verbessert werden (MILLER *et al.*, 2001; STAERFL *et al.*, 2013). Es wird auch über eine durch HZG bedingte Steigerung der Futteraufnahme berichtet (MOORBY *et al.*, 2006). Da der LK-Gehalt in Futterpflanzen in Abhängigkeit sowohl der Saison als auch der Tageszeit stark variieren kann (BRITO *et al.*, 2008; FISCHER *et al.*, 1997), ist es wichtig, den Einfluss dieser Faktoren einordnen zu können. Weiter ist es nicht klar, ob erhöhte LK-Gehalte zwingend eine Verbesserung der Verdaulichkeit mit sich bringen, obwohl Hinweise darauf bestehen (BRITO *et al.*, 2008; EVANS *et al.*, 2011). Zudem ist nicht sicher, ob Sorten mit höheren LK-Gehalten im Wuchs gehemmt sind, da unter Umständen die dazu notwendigen Kohlenhydrate nicht in die Struktur eingebaut werden, sondern sich wegen einer Sink-Limitierung anhäufen (FISCHER *et al.*, 1997; WINGLER, 2015). Zur Beantwortung dieser offenen Fragen wurden in einem Feldversuch 63 Sorten von *L. perenne* und eine Sorte von *xFestulolium loliaceum* (Hudson) P. Fourn. auf ihre LK-Gehalte überprüft.

Material und Methoden

Im Frühjahr 2009 wurde in Zürich-Reckenholz (47°26'N, 8°30'O, 440 m ü. M., mittlere Jahrestemperatur: 9,4 °C, Jahresniederschlagsmenge: 1031 mm) ein Feldversuch mit insgesamt 63 Sorten von *Lolium perenne* und einer Sorte von *xFestulolium loliaceum* in Kleinparzellen zu 6 m × 1,5 m angelegt. Davon waren 28 Sorten diploid, darunter zwei HZG und 36 tetraploid. Bei der Versuchsanlage handelte es sich um ein lateinisches Rechteck mit vier Reihen beziehungsweise Spalten. Von jeder Parzelle wurde Ende Oktober 2010 (Herbst) sowie von einer repräsentativen Auswahl der Verfahren im ersten (Frühjahr) und dritten Aufwuchs (Sommer) 2011, jeweils bei Sonnenaufgang und bei Sonnenuntergang eine Stichprobe zu 200 g Frischmasse gezogen. Zusätzlich kam im Herbst für ein Screening aller Sorten eine Beprobung zur Mittagszeit hinzu (Abb. 1). Die Schnitthöhe lag bei 5 cm. Mit Hilfe eines Mikrowellengerätes wurde die Enzymaktivität im Probenmaterial unmittelbar nach der Probennahme gestoppt. Anschließend wurden die Proben bei 55 °C während 48 h getrocknet und bei einer Siebgröße von 0,75 mm mit einer Schneidmühle aufbereitet. Die Methode zur Extraktion der Zucker und anschließenden Analyse mit Anthron (FISCHER *et al.*, 1997) wurde gemäß TRETHERWEY und ROLSTON (2009) angepasst. Außerdem wurde der Extrakt vor der Analyse mit Chloroform gereinigt (BLIGH und DYER, 1959). Die in der Analyse photometrisch gemessenen LK wurden als Glucose-Äquivalente erfasst. Die verdauliche organische Substanz im Futter des Herbstschnittes wurde mittels Nahinfrarotspektroskopie (NORRIS *et al.*, 1976) indirekt bestimmt und anhand von Stichproben *in vitro* mit Hilfe von Pansensaft (TILLEY und TERRY, 1963) validiert. Der Einfluss von Sorte, Jahres- und Tageszeit auf den LK-Gehalt wurde an den Daten mittels Varianzanalyse untersucht. Die funktionalen Beziehungen zwischen LK-Gehalt und Trockenmasseertrag beziehungsweise verdaulicher organischer Substanz wurden am im Sommer geernteten Material mittels Regressionsrechnung überprüft. Für sämtliche statistischen Analysen kam die Software „R“ (Version 3.1.0) zur Anwendung.

Ergebnisse und Diskussion

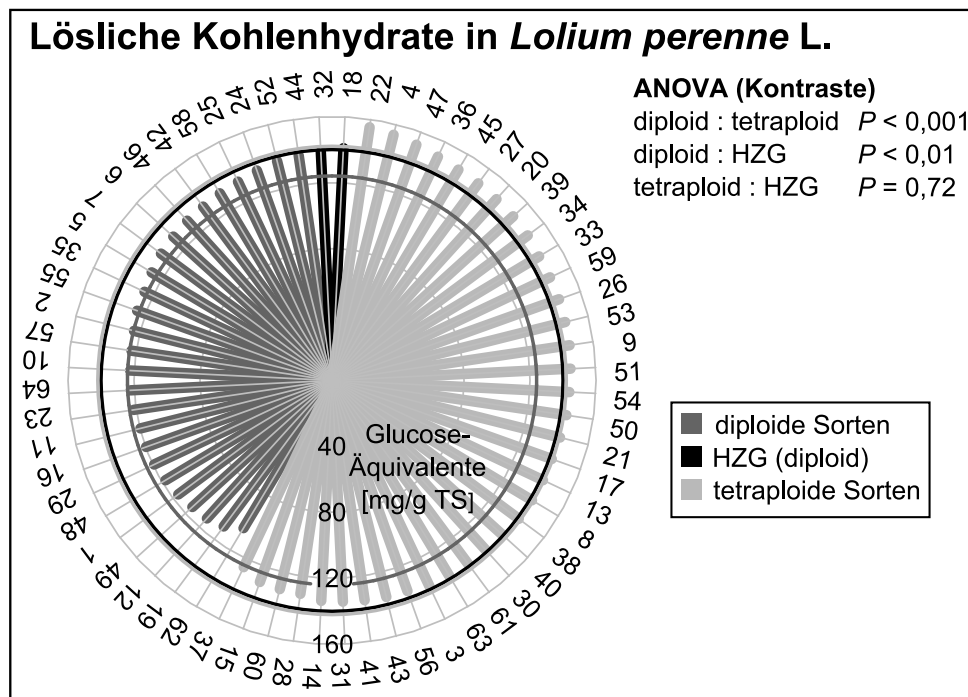


Abb. 1: Gehalt löslicher Kohlenhydrate, ausgedrückt in Glucose-Äquivalenten (mg/g TM), im Erntegut eines Herbstschnittes von 63 Sorten *Lolium perenne* L. und einer Sorte *xFestulolium loliaceum*. Gruppen herkömmlicher tetraploider (hellgrau) und diploider (dunkelgrau) Sorten, sowie diploider Sorten, die auf hohen Zuckergehalt gezüchtet worden sind (HZG, schwarz). Fett gezeichnete Kreise geben die Gruppenmittelwerte an.

Im Herbstscreening konnten aus allen berücksichtigten 64 Sorten vor allem die HZG-Sorten Nummer 18 und 32 für diploide Sorten hohe LK-Gehalte erreichen. Sie erzielten dabei Werte, die auf dem Niveau des Mittelwertes der tetraploiden Sorten lagen (Abb. 1). Dies ist ein deutlicher Fortschritt, da bei *L. perenne* der LK-Gehalt diploider Sorten in der Regel deutlich geringer ist als derjenige tetraploider Sorten (GILLILAND *et al.*, 2002; SALAMA *et al.*, 2012). Dieser Umstand dürfte diploide HZG-Sorten interessant für die Weidenutzung machen, da sie ähnliche LK-Gehalte wie tetraploide Sorten bieten, gleichzeitig aber als diploide Sorten einen dichteren, trittfesteren Bestand ergeben (SWIFT *et al.*, 1993).

Noch bedeutendere Auswirkungen als die Sorten scheinen die unterschiedlichen Umweltbedingungen auf die LK-Gehalte im Erntegut zu haben. Betrachtet man die tageszeitbedingten Unterschiede der mittleren LK-Gehalte (Abb. 2a), so liegen sie abends (284 mg Glucose-Äquivalente/g TM) signifikant ($P < 0,001$) um rund 20% höher als morgens (233 mg Glucose-Äquivalente/g TM). Es lohnt sich also vom Standpunkt der Maximierung des LK-Gehaltes aus, möglichst abends zu mähen. Es ist jedoch unklar, wieviel des Zuckers wieder durch Veratmung verlorengeht, bevor das Erntegut verfüttert oder im Konservierungsprozess stabilisiert wird (LEHMEIER *et al.*, 2010).

Im Frühjahr lag der LK-Gehalt im Mittel bei 376 mg Glucose-Äquivalente/g TM, nahm zum Sommer hin signifikant ($P < 0,05$) auf 222 mg ab und verringerte sich bis zum Herbst signifikant ($P < 0,05$) weiter auf 178 mg (Abb. 2b). Einige Sorten zeigten einen bedeutend stabileren Verlauf im LK-Gehalt als andere, was sich in einer statistisch gesicherten Wechselwirkung ($P < 0,05$) zwischen den Faktoren Sorte und Jahreszeit manifestierte. Das Niveau der LK-Gehalte war im Frühjahr so hoch, dass die Morgenwerte im Frühjahr die LK-Gehalte bei Ernte an einem Sommer- beziehungsweise Herbstabend deutlich übertrafen. Die Erkenntnisse zu den saisonalen Schwankungen der LK-Gehalte weisen darauf hin, dass es zur Erzielung eines möglichst zuckerreichen Jahresertrages wichtig ist, vor allem im ertragreichen Frühjahrsaufwuchs beste Qualität zu ernten.

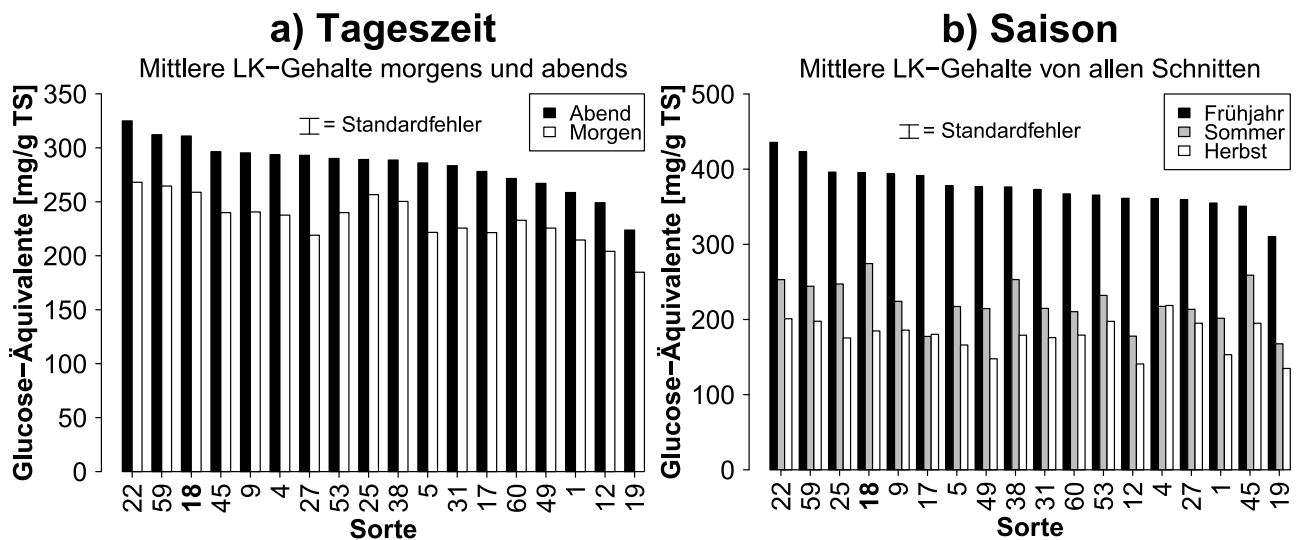


Abb. 2: Gehalt löslicher Kohlenhydrate (LK) im Erntegut einer repräsentativen Auswahl aus Sorten von *Lolium perenne* L., in Abhängigkeit von der Tageszeit (Abend und Morgen, a) und der Saison (Frühjahr, Sommer und Herbst, b), ausgedrückt als Glucose-Äquivalente (mg/g TM). Sortennummer des Hochzuckergrases (HZG) in fetter Schrift.

Der Zusammenhang zwischen dem LK-Gehalt im Erntegut und dem Ertrag der einzelnen Sorten war sehr schwach und erklärte mit einem R^2 von 0,09 lediglich 9% der Streuung des Ertrags (Abb. 3a). Aus diesem Grunde sollte es möglich sein, den LK-Gehalt bei ertragreichen Sorten züchterisch weiter steigern zu können, ohne dadurch einen Minderertrag in Kauf nehmen zu müssen. Darauf deuten auch neueste genetische Untersuchungen hin (GALLAGHER *et al.*, 2015). Die Streuung der verdaulichen organischen Substanz wird nur zu 3% durch den LK-Gehalt des Futters erklärt (Abb. 3b), obwohl in einigen Untersuchungen mit zunehmendem LK-Gehalt deutlichere Verbesserungen der Verdaulichkeit festgestellt werden konnten (BRITO *et al.*, 2008, EVANS *et al.*, 2011). Diese Versuche wurden jedoch mit Luzerne (*Medicago sativa* L.) beziehungsweise lediglich zwei Sorten von *L. perenne* durchgeführt. Die vorliegenden Ergebnisse weisen darauf hin, dass für die Verdaulichkeit andere Faktoren wie beispielsweise der Rohfasergehalt eine bedeutendere Rolle spielen dürften als der LK-Gehalt alleine. Deshalb genügt diesbezüglich wohl eine Auswahl nach LK-Gehalt nicht. Über den Rahmen des vorliegenden Versuches hinaus sind darum detailliertere Analysen von Fasern und Lignin notwendig, um genauere Aussagen machen zu können.

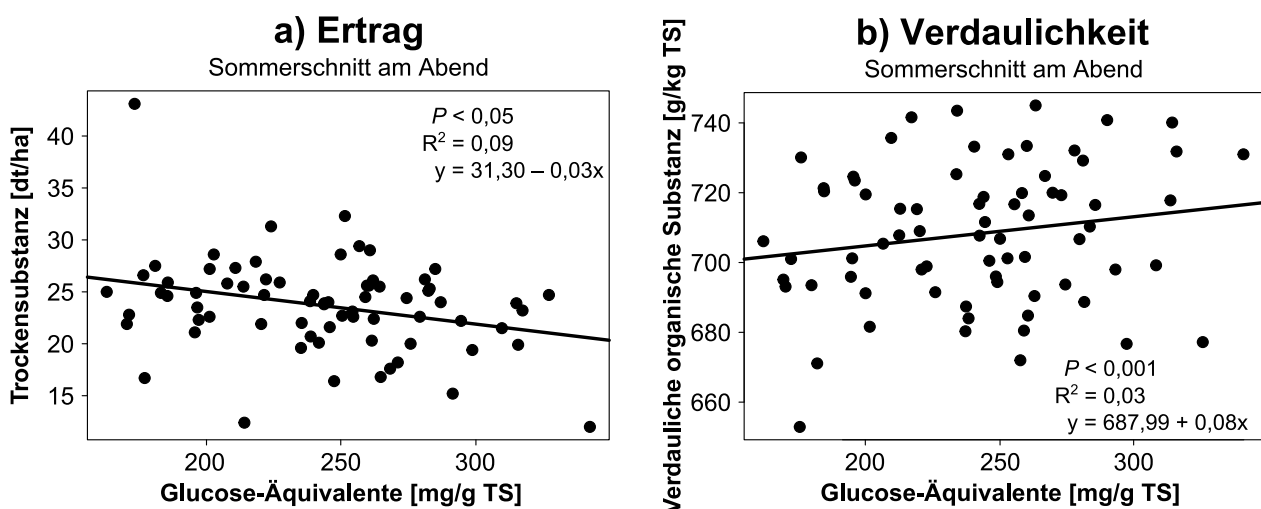


Abb. 3: Trockenmasseertrag (dt/ha) a) und Verdauliche organische Substanz (g/kg TS) b) in Abhängigkeit der löslichen Kohlenhydrate (LK), ausgedrückt als Glucose-Äquivalente (mg/g TM), im Erntegut eines Sommerschnittes einer repräsentativen Auswahl aus Sorten von *Lolium perenne* L.

Schlussfolgerungen

Diploide HZG-Sorten von *L. perenne* können hohe LK-Gehalte erreichen, die denjenigen herkömmlicher tetraploider Sorten durchaus entsprechen. Sie dürften deshalb für die Weidewirtschaft einen besonderen Wert erhalten, da sie, anders als tetraploide Sorten, eine dichte Grasnarbe erlauben, was für die Strapazierfähigkeit des Pflanzenbestandes wichtig ist. Die Variabilität der LK-Gehalte im Erntegut wird hauptsächlich von der Tageszeit und der Saison beeinflusst. Dies erlaubt es, das Ernteregime anzupassen. Das Fehlen eines Zusammenhanges zwischen LK-Gehalt und Ertrag ermöglicht es zudem, ertragreiche Sorten mit gleichzeitig erhöhtem LK-Gehalt zu züchten. Da ein hoher LK-Gehalt aber nicht automatisch zu einer Verbesserung der Verdaulichkeit führt, müssen im Züchtungsprozess weiterhin die direkt an der Verdaulichkeit beteiligten Größen wie Fasergehalt und Lignin berücksichtigt werden.

Literatur

- BLIGH, E.G. und DYER, W.J. (1959): A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* 37, 911–917.
- BRITO, A.F., TREMBLAY, G.F., BERTRAND, A., CASTONGUAY, Y., BÉLANGER, G., MICHAUD, R., LAPIERRE, H., BENCHAAAR, C., PETIT, H.V., OUELLET, D.R. & BERTHIAUME, R. (2008): Alfalfa Cut at Sundown and Harvested as Baleage Improves Milk Yield of Late-Lactation Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 91, 3968–3982.
- EVANS, J.G., FRASER, M.D., OWEN, I. & DAVIES, A. (2011): An evaluation of two perennial ryegrass cultivars (AberDart and Fennema) for sheep production in the uplands. *Journal of Agricultural Science* 149, 235–248.
- FISCHER, B.U., FREHNER, M., HEBEISEN, T., ZANETTI, S., STADELMANN, F., LÜSCHER, A., HARTWIG, U.A., HENDREY, G.R., BLUM, H. & NÖSBERGER, J. (1997): Source-sink relations in *Lolium perenne* L. as reflected by carbohydrate concentrations in leaves and pseudo-stems during regrowth in a free air carbon dioxide enrichment (FACE) experiment. *Plant Cell and Environment* 20, 945–952.
- GALLAGHER, J.A., TURNER, L.B., CAIRNS, A.J., FARRELL, M., LOVATT, J.A., SKØT, K., ARMSTEAD, I.P., HUMPHREYS, M.O., & ROLDAN-RUIZ, I. (2015): Genetic Differentiation in Response to Selection for Water-Soluble Carbohydrate Content in Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Bioenergy Research* 8, 77–90.
- GILLILAND, T.J., BARRETT, P.D., MANN, R.L., AGNEW, R.E. & FEARON, A.M. (2002): Canopy morphology and nutritional quality traits as potential grazing value indicators for *Lolium perenne* varieties. *Journal of Agricultural Science* 139, 257–273
- LEHMEIER, C.A., LATTANZI, F.A., GAMNITZER, U., SCHÄUFELE, R., & SCHNYDER, H. (2010): Day-length effects on carbon stores for respiration of perennial ryegrass. *New Phytologist* 188, 719–725.
- MILLER, L.A., MOORBY, J.M., DAVIES, D.R., HUMPHREYS, M.O., SCOLLAN, N.D., MACRAE, J.C. & THEODOROU, M.K. (2001): Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.): milk production from late-lactation dairy cows. *Grass and Forage Science* 56, 383–394.
- MOORBY, J.M., EVANS, R.T., SCOLLAN, N.D., MACRAE, J.C. & THEODOROU, M.K. (2006): Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Evaluation in dairy cows in early lactation. *Grass and Forage Science* 61, 52–59.
- NORRIS, K.H., BARNES, R.F., MOORE, J.E. & SHENK, J.S. (1976): Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Animal Science* 43, 889–897.
- SALAMA, H., LÖSCHE, M., HERRMANN, A., GIERUS, M., LOGES, R., FEUERSTEIN, U., INGWERSEN, B., STELLING, D., LUESINK, W. & TAUBE, W. (2012): Limited genotype- and ploidy-related variation in the nutritive value of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica: Soil & Plant Science* 62, 23–34.
- STAERFL, S.M., AMELCHANKA, S.L., KAELBER, T., SOLIVA, C.R., KREUZER, M. & ZEITZ, J.O. (2013): Effect of feeding dried high-sugar ryegrass ('AberMagic') on methane and urinary nitrogen emissions of primiparous cows. *Livestock Science* 150, 293–301.
- SWIFT, G., VIPOND, J.E., MCCLELLAND, T.H., CLELAND, A.T., MILNE, J.A. & HUNTER, E.A. (1993): A comparison of diploid and tetraploid perennial ryegrass and tetraploid ryegrass white clover swards under continuous sheep stocking at controlled sward heights. 1. Sward characteristics. *Grass and Forage Science* 48, 279–289.
- TILLEY, J. and TERRY, R. (1963): A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18, 104–111.
- TRETHEWEY, J.A.K and ROLSTON, M.P. (2009): Carbohydrate dynamics during reproductive growth and seed yield limits in perennial ryegrass. *Field Crops Research* 112, 182–188.
- WINGLER, A. (2015): Comparison of signalling interactions determining annual and perennial plant growth in response to low temperature. *Frontiers in Plant Science* 5, Article 794. 1–9.

Ein statistisches Modell zur Schätzung des Rohproteingehaltes der Dauerwiesen Südtirols

Romano, G.¹, Piepho, H.P.², Schaumberger, A.³, Bodner, A.¹, Florian, C.¹, Figl, U.¹
& Peratoner, G.¹

¹ Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg,

² Universität Hohenheim, ³ HBLFA Raumberg-Gumpenstein

giovanni.peratoner@provinz.bz.it

Einleitung und Problemstellung

Die Futterqualität kann am besten durch die laboranalytische Untersuchung von Futterproben bestimmt werden. Hinweise zur potenziellen Futterqualität von Wiesen können mittels Futterwerttabellen gewonnen werden, welche Schätzwerte für die verschiedenen Parameter der Futterqualität unter Berücksichtigung der Art der Futterkonservierung, des phänologischen Entwicklungsstadiums des Pflanzenbestandes sowie seiner botanischen Zusammensetzung im Sinne der Abundanz der funktionellen Gruppen Gräser, Leguminosen und Kräuter liefern (siehe z.B. DACCORD *et al.*, 2007; RESCH *et al.*, 2006). Für die Dauerwiesen Südtirols existieren bereits Futterwerttabellen für das Grünfutter beim ersten Aufwuchs (RESCH *et al.*, 2006). Das durchschnittliche Entwicklungsstadium des Bestandes ist ein Indikator für die Änderungen des Blatt/Halm-Verhältnisses sowie des Zellinhalt/Zellwände-Verhältnisses verschiedener Pflanzenteile im Laufe der phänologischen Entwicklung (BRUINENBERG *et al.*, 2002). Die botanische Zusammensetzung berücksichtigt dazu grundsätzliche Unterschiede zwischen Gräsern, Leguminosen und Kräutern im Verlauf der phänologischen Entwicklung.

Insbesondere stellt die Bestimmung des Entwicklungsstadiums des Pflanzenbestandes einen wichtigen Schritt dar. Da jede Pflanzenart einen artspezifischen Verlauf der phänologischen Entwicklung in Abhängigkeit der Umweltfaktoren aufweist (BOVOLENTA *et al.*, 2008), kann die Festlegung eines Entwicklungsstadiums, das für den gesamten Pflanzenbestand repräsentativ ist, schwierig werden. Auch die Verwendung von Referenzarten für die Bestimmung des Vegetationsstadiums, wie Knautgras und Goldhafer (RESCH *et al.*, 2006), kann problematisch werden, wenn der Hauptbestandbildner starke Unterschiede in der Entwicklung im Vergleich zur Referenzart aufweist (z.B. ein Wiesenfuchsschwanz-dominiertes Bestand, in dem Knautgras als Referenzart eingesetzt wird).

Ein möglicher ergänzender Ansatz zur genaueren Schätzung der Futterqualität besteht in der Mitbeziehung der Prognose von weiteren Variablen, welche den Wetterverlauf, die Topographie, die Bewirtschaftung, die Bodeneigenschaften sowie eine genauere Einstufung der botanischen Zusammensetzung (Wiesentyp) beschreiben. Ein erster Versuch in diese Richtung wurde mittels binärer logistischer Regression für den Rohproteingehalt der Südtiroler Dauerwiesen beim ersten Schnitt unternommen (PERATONER *et al.*, 2010). Damit konnte die Wahrscheinlichkeit der Überschreitung eines Grenzwertes mit relativ hoher Genauigkeit beschrieben werden. Im vorliegenden Beitrag wird die Weiterentwicklung dieses statistischen Modells beschrieben, um zu einer quantitativen Voraussage zu gelangen.

Material und Methoden

Für die Entwicklung der statistischen Vorhersagemodelle wurde ein umfangreicher Datenbestand herangezogen, welcher den Verlauf der Futterqualität des ersten Aufwuchses von Dauerwiesen in Südtirol ab dem Entwicklungsstadium des Schossens beschreibt. Futterproben wurden durch wöchentliche sequentielle Beprobung für einen Zeitraum von 7 Wochen ab dem Weidestadium (als 15 cm Bestandeshöhe definiert und dem Schossen gleichgestellt) an 175 Umwelten (35 Standorte x 5 Jahre) von 2003 bis 2007, an 20 Umwelten (5 Standorte x 4 Jahre) von 2009 bis 2012 und an 7 Umwelten in den Jahren 2013 und 2014 gesammelt. Die Umwelten umfassten eine breite Palette

an klimatischen Bedingungen (666 m bis 1.593 m Meereshöhe) und Bewirtschaftungsweisen (2 bis 5 Schnitte/Jahr). Bei jedem Erntetermin wurden die Proben in vierfacher Wiederholung innerhalb einer Fläche von 50 bis 100 m² in Kleinquadraten (0,25 m² Fläche) bei einer Schnitthöhe von 5 cm mit Akkuscheren gewonnen (KASAL *et al.*, 2010). Der Rohproteingehalt wurde mit einem N-Analyser TruSpecTM (Leco Instrumente GmbH, D) nach Trocknung bei 60°C und der Vermahlung mit einer P 25 Labormühle (Fritsch GmbH, D) mit einem 0,5 mm Sieb bestimmt.

Bei der Beprobung wurde der Pflanzenbestand jeder Probe nach DACCORD *et al.* (2007) beurteilt. Beim 3. oder 4. Beprobungstermin wurden dazu jährlich die Ertragsanteile aller vorkommenden Pflanzenarten geschätzt. Jede Beprobungsfläche wurde mittels Clusteranalyse zu einem von 7 Wiesentypen zugeordnet (PERATONER *et al.*, 2010). Zu Beginn der Untersuchung wurden dazu die wichtigsten Angaben zur Bewirtschaftung (Schnitthäufigkeit, Art und Menge der ausgebrachten Wirtschaftsdünger, Vorhandensein einer Beregnungsanlage) erhoben und eine Bodenprobe analysiert. Meereshöhe, Hangneigung und Exposition wurden aus einem DGM mit 5 m Auflösung mit ArcGIS 10.0 ermittelt. Der Stickstoffinput wurde aufgrund der mittleren Gehalte an Gesamtstickstoff und Ammoniumstickstoff (unveröffentlichte Daten des Bodenlabors des Land- und Forstwirtschaftlichen Versuchszentrums Laimburg) sowohl im Bezug auf den ersten Schnitt (Gaben zwischen Herbst und dem ersten Schnitt) als auch für das gesamte Jahr berechnet.

Für die Entwicklung der statistischen Vorhersagemodelle wurden außerdem die folgenden meteorologischen und klimatischen Größen herangezogen:

1) Temperatursumme: Für 20 der 35 Versuchsstandorte wurden Temperaturdaten in 2 m Höhe von Wetterstationen in begrenzter Entfernung, mit ähnlichen Meereshöhe und Exposition sowie mit fehlendem Abschirmungseffekt von dazwischenstehenden Reliefs herangezogen. Für die restlichen Standorte wurden nach SCHAUMBERGER (2011) räumlich interpolierte Daten mit 250 m Auflösung verwendet. Die Basistemperatur von 0°C wurde nach ROMANO *et al.*, (2014) ermittelt.

2) Summe der potenziellen Globalstrahlung, welche mit dem Tool Solar Analyst von ArcGIS 10.0 mit einer Auflösung von 100 m ermittelt wurde.

3) Die Summe (Sum ΔP) und der Mittelwert (Mean ΔP) der täglichen Abweichungen des Niederschlags vom langjährigen Tagesmittelwert (20 Jahre) von Referenzwetterstationen innerhalb homogener Niederschlagsbezirke. Letztere ergaben sich als Kombination einer Clusteranalyse der monatlichen Niederschlagssummen von 2001 bis 2013 der Wetterstationen des Messnetzes der Autonomen Provinz Bozen mit den Wassereinzugsgebieten, welche auf GIS-Basis definiert wurden und nach dem Ergebnis der Clusteranalyse agglomeriert wurden.

1), 2) und 3) wurden auf das Zeitintervall zwischen einer Woche vor dem Datum des Schossens und dem Schnittzeitpunkt bezogen.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels gemischter Modelle, welche die serielle Korrelation verschiedener Schnittzeitpunkte mit der Umwelt als Subjekt wiederholter Messungen berücksichtigten. Der Versuchsstandort, die Beprobungsfläche innerhalb des Standortes, das Jahr und die Wechselwirkung Jahr x Standort wurden als zufällige Effekte ins Modell eingeschlossen. Der Einfluss der Kovariaten wurde mittels polynomialer Regression beschrieben. Das statistische Modell wurde, ausgehend von einem Basismodell mit den Designeffekten und der Temperatursumme, schrittweise vorwärts (stepwise forward) entwickelt. Das Aikakesche Informationskriterium (AIC) wurde als Kriterium für die Aufnahme zusätzlicher Effekte verwendet. Effekte mit $P > 0,1$ wurden im Laufe der Modellentwicklung entfernt, mit der Ausnahme von marginalen Effekten von Polynomen oder Haupteffekten bei Wechselwirkungen (NELDER, 2000). Das Modell wurde weiter optimiert, bis keine weitere Verbesserung von AIC zu erreichen war. Anschließend wurde das erhaltene Modell schrittweise vorwärts and rückwärts durch fünffache Kreuzvalidierung (HAWKINS *et al.*, 2003) weiterentwickelt, bis die quadrierte Korrelation zwischen beobachteten und vorhergesagten Werten seinen höchsten Wert erreichte. Die vorhergesagten Werte des fixen Teils des Modells wurden dafür verwendet. Die Komponenten der mittleren quadrierten Abweichung (Mean Squared Error) nach GAUCH *et al.* (2003) wurden zusätzlich für die Modellbeurteilung verwendet. Die Auswertung erfolgte mit wurzeltransformierten Daten, um die Normalverteilung der Residuen sowie die Varianzhomogenität zu gewährleisten. Vier unterschiedliche Modelle wurden in der Annahme entwickelt, dass nicht alle notwendigen Informationen bei ihrem praktischen Einsatz dem Nutzer effektiv zur Verfügung stehen oder geliefert werden können. So wurde ein Modell mit allen potenziell verfügbaren Variablen, eins nur mit den wahrscheinlich immer verfügbaren Variablen (Verzicht auf die Information zu Wiesentyp und Bodeneigenschaften) sowie zwei weitere Modelle, bei denen die

zusätzliche Verfügbarkeit der Information zu Wiesentyp (Verzicht auf die Bodeneigenschaften) oder zu den Bodeneigenschaften (Verzicht auf den Wiesentyp) angenommen wurde.

Ergebnisse und Diskussion

Die Modellselektion wurde in 13 bis 16 Schritten in Abhängigkeit der Konstellation an verfügbaren Variablen abgeschlossen (Abb. 1a bis 1d). Die Änderung der AIC-Werte im Laufe der Modellentwicklung für Rohprotein zeigen, dass die Temperatursummen und der Pflanzenbestand die größte Verbesserung der Modellanpassung hervorrufen. Quantitativ weniger relevante aber dennoch signifikante Verbesserungen konnten durch die Aufnahme weiterer Variablen ins Modell erzielt werden. Alle meteorologischen und klimatischen Variablen wurden im Modell aufgenommen mit der Ausnahme von Mean Δ P bei den Modellen c) und d), die vollständig übereinstimmten. Im Gegensatz zum Pflanzenbestand spielte der Wiesentyp eine untergeordnete Rolle und wurde nur im Laufe der Optimierung durch Kreuzvalidierung des Modells a) aufgenommen.

Somit wird die Bedeutung der phänologischen Phase der Vegetation bestätigt, welche im Bezug auf die Temperatursummen und die botanische Zusammensetzung des Futters beschrieben werden kann (BOVOLENTA *et al.*, 2008).

- Temperatursumme (2 kennzeichnet das quadratische Glied des Polynoms)
- Pflanzenbestand

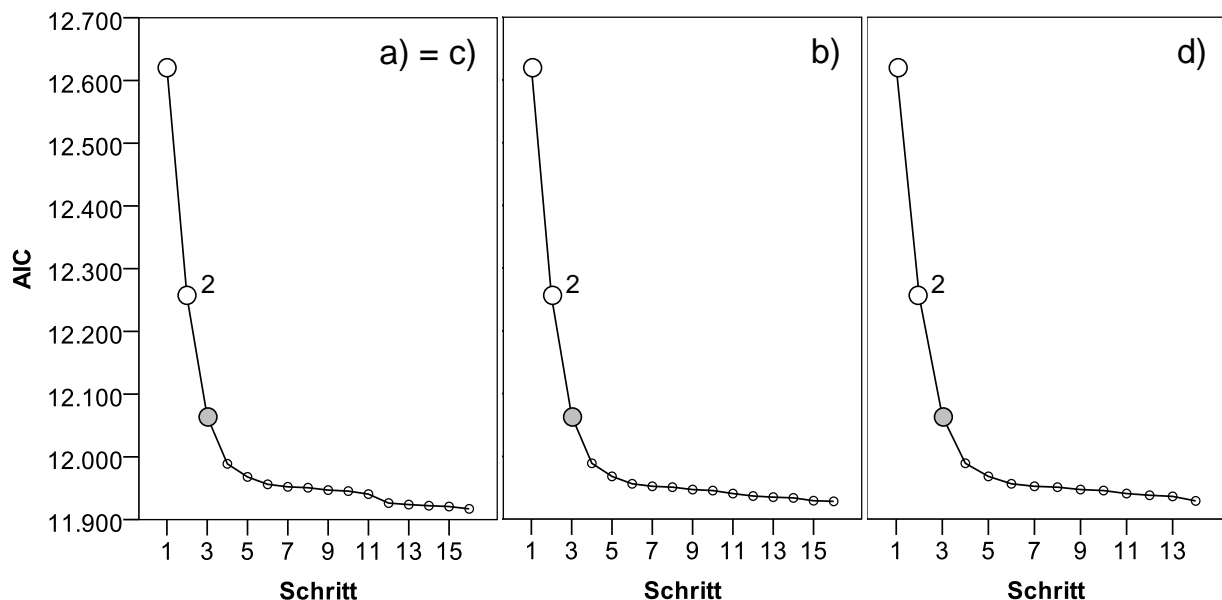


Abb. 1: Änderung der AIC-Werte bei der schrittweisen Modellselektion für Rohprotein. a) Verwendung aller verfügbaren Variablen, b) Ohne Verwendung der Bodeneigenschaften, c) Ohne Verwendung des Wiesentyps, d) Ohne Verwendung der Bodeneigenschaften und des Wiesentyps.

Tab. 1: Anpassung der entwickelten Modelle für Rohprotein. a) Verwendung aller verfügbaren Variablen, b) Ohne Verwendung der Bodeneigenschaften, c) Ohne Verwendung des Wiesentyps, d) Ohne Verwendung der Bodeneigenschaften und des Wiesentyps.

Parameter	Modell			
	a)	b)	c)	d)
R ²	0,702	0,680	0,686	0,680
SB (Quadrierte Verzerrung)	0,002	0,003	0,002	0,003
NU (Uneinheitliche Neigung)	0,001	0,002	0,001	0,002
LC (Fehlende Korrelation)	1,116	1,198	1,178	1,198

Die Validierung des Modells wies ein Bestimmtheitsmaß zwischen 0,680 und 0,702 in Abhängigkeit der Anzahl der berücksichtigten Variablen auf (Tab. 1). Die Komponenten der mittleren quadrierten Abweichung zeigen bei allen Modellen sehr niedrige Werte für Translation und Rotation, welche von SB bzw. NU quantifiziert werden, während die fehlende Korrelation (LC) als vorwiegende Fehlerquelle zu betrachten ist (Tab. 1). Modell a), das unter Berücksichtigung aller verfügbaren Variablen entwickelt wurde, wies auch die niedrigste fehlende Korrelation auf. Die Unterschiede zwischen den Modellen a) bis d) sind allerdings insgesamt bescheiden.

Schlussfolgerungen

Durch statistische Modelle kann der Rohproteingehalt von Dauerwiesen relativ genau vorausgesagt werden. Dabei haben Temperatursummen und Pflanzenbestand den größten Einfluss, aber die Verwendung anderer Variablen führt zu einer weiteren Verbesserung der Vorhersagegenauigkeit.

Danksagung

Wir danken dem operationellen Programm "Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung" EFRE 2007–2013 der Autonomen Provinz Bozen für die Finanzierung des Projektes webGRAS und dem Hydrographischen Amt der Autonomen Provinz Bozen für die Bereitstellung der meteorologischen Daten.

Literatur

- BOVOLENTA, S., SPANGHERO, M., DOVIER, S., ORLANDI, D. & CLEMENTEL, F. (2008): Chemical composition and net energy content of alpine pasture species during the grazing season. *Animal Feed Science and Technology* 146, 178-191.
- BRUINENBERG, M.H., VALK, H., KOREVAAR, H. & STRUIK, P.C. (2002): Factors affecting digestibility of temperate forages from seminatural grasslands: a review. *Grass and Forage Science* 57, 292–301.
- DACCORD, R., WYSS, U., JEANGROS, B. & MEISSER, M. (2007): Bewertung von Wiesenfutter. Nährstoffgehalt für die Milch- und Fleischproduktion. AGFF Merkblatt 3. AGFF, Zürich.
- GAUCH, H.G., HWANG, J.T.G. & FICK, G.W. (2003): Model evaluation by comparison of model-based prediction and measured values. *Agronomy Journal* 95, 1442–1446.
- HAWKINS, D.M., BASAK, S.C. & MILLS, D. (2003): Assessing model fit by cross-validation. *Journal of Chemical Information and Computer Science* 43, 579–586.
- KASAL, A., STIMPFL, E. & PERATONER, G. (2010): A test of sampling methods for the investigation of forage quality in permanent meadows. *Grassland Science in Europe* 15, 542–544.
- NELDER, J.A. (2000): Functional marginality and response-surface fitting. *Journal of Applied Statistics* 27, 109–112.
- PERATONER, G., BODNER, A., STIMPFL, E., WERTH, E., SCHAUMBERGER, A. & KASAL, A. (2010): A simple model for the estimation of protein content of first-cut meadow forage. *Grassland Science in Europe* 15, 539-541.
- RESCH, R., GUGGENBERGER, T., GRUBER, L., RINGDORFER, F., BUCHGRABER, K., WIEDNER, G., KASAL, A. & WURM, K. (2006): Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. *Der fortschrittliche Landwirt* 84, 1–20.
- ROMANO, G., SCHAUMBERGER, A., PIEPHO, H.P., BODNER, A. & PERATONER, G. (2014): Optimal base temperature for computing growing degree-day sums to predict forage quality of mountain permanent meadow in South Tyrol. *Grassland Science in Europe* 19, 655-657.
- SCHAUMBERGER, A. (2011): Räumliche Modelle zur Vegetations- und Ertragsdynamik im Wirtschaftsgrünland. *Dissertation*. Universität von Graz.

Physiologische Reife, Siliereignung und Gärqualität von Rohrschwingel im Vergleich zu anderen Gräsern und einer Grasmischung

Nußbaum, H.

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW)

Atzenberger Weg 99, D-88326 Aulendorf, hansjoerg.nussbaum@lazbw.bwl.de

Einleitung und Problemstellung

Der Rohrschwingel (*Festuca arundinacea*) ist ein sehr ertragreiches und wenig anspruchsvolles Futtergras. Er bevorzugt wechselfeuchte Bedingungen, erträgt durch sein ausgeprägtes Wurzelwerk aber auch Trockenperioden und Kälte sehr gut. In der Praxis fand der Anbau von Rohrschwingel aufgrund der Verkieselung und rauen Beschaffenheit der Blätter außer für Begrünungszwecke oder auf Pferderennbahnen wenig Verwendung (SCHUBIGER *et al.*, 1995). Dieser Nachteil konnte durch neue Zuchtsorten (Kreuzung von Rohrschwingel mit Welschem Weidelgras) mit schmalen Blättern vermindert werden (SUTER *et al.*, 2009). Rohrschwingel besitzt ein hohes Ertragsvermögen (NIEMELÄINEN *et al.*, 2001), zur Siliereignung, insbesondere bei verschiedenen physiologischen Reifestadien, liegen bisher nur wenige Informationen vor (OPTIZ VON BOBERFELD, 2005; NIEMELÄINEN *et al.*, 2012). Deshalb wurden am Standort Aulendorf Rohrschwingel im Vergleich mit anderen Grasarten und einer Grasmischung angebaut und der erste Aufwuchs an zwei Ernteterminen einsiliert.

Material und Methoden

Standort Aulendorf:

- Höhenlage 610 m über NN (Versuchsfeld)
- Jahresniederschlag: 910 mm, Jahresdurchschnittstemperatur: 8,4 °C

Varianten:

1. Rohrschwingel (*Festuca arundinacea* Schreb.): Sorte Lipalma
2. Sanftblättriger Rohrschwingel (*Festuca arundinacea* Schreb.): Sorte Bariance
3. Wiesenschwingel (*Festuca pratensis* Huds.): Sorte Cosmonaut
4. Deutsches Weidelgras frühe Reifegruppe (*Lolium perenne*): Sorte Ivana
5. Deutsches Weidelgras mittelfrühe Reifegruppe (*Lolium perenne*): Sorte Premium
6. Deutsches Weidelgras späte Reifegruppe (*Lolium perenne*): Sorte Kabota
7. Grünlandmischung GSWI: Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*) der Sorten Lipresso, Obisque, Kabota, Wiesenlieschgras (*Phleum pratense* L.) Sorte Comer, Wiesenripse (*Poa pratensis* L.) Sorte Lato und Weißklee (*Trifolium repens* L.) Sorte Milkanova

Erntetermine:

- erster Termin: 07.05.12
- zweiter Termin: 14.05.12

Siliverversuche: analog DLG-Prüfrichtlinien zur Prüfung von Silierzusätzen
Laborsilos 1,5 Liter (n=3), Lagerdauer 90 Tage bei 25 °C

Ergebnisse und Diskussion

Futterwert des Ausgangsmaterials

An beiden Ernteterminen wurde im Mittel auf knapp 38% TM angewelkt, die Spanne reichte von 34 bis 44% TM. Innerhalb einer Woche nahmen die Gehalte an Rohprotein im Mittel um absolut 2,3% ab, die an ADF um absolut 4% zu (Tab. 2). Dadurch wiesen bis auf die späte Sorte DW (Kabota)

alle Varianten mehr als 30% ADF i.TM auf. Folglich nahm der Gehalt an Energie um fast 0,5 MJ NEL/kg TM ab. Anfang Mai (T1) wies der Rohrschwengel mit 6,2 MJ NEL/kg TM die signifikant niedrigste Energiekonzentration auf (Tab. 1). Zu diesem Zeitpunkt lagen der sanftblättrige Rohrschwengel, der Wiesenschwengel und das frühe Deutsche Weidelgras mit 6,3 bis 6,4 MJ NEL/kg TM auf gleichem Niveau. Die höchsten Gehalte an Energie waren bei den mittelspäten und späten Sorten des Weidelgrases sowie in der Grünlandmischung zu finden. Der Unterschied zu Rohrschwengel betrug rund 0,4 MJ NEL/kg TM. Die um eine Woche verzögerte Nutzung (T2) bewirkte bei den Schwengelarten (V1 – V3) einen Abnahme der Energie um 0,4 MJ NEL/kg TM, bei den Weidelgrassorten um 0,5 MJ NEL/kg TM.

Tab. 1: Ausgangsmaterial des ersten Erntetermins (07. Mai)

Var	n	TM % i.FM	XP	XA % i.TM	ADF	NEL MJ/kg TM	Zucker % i.TM	PK g MS	Z/PK	VK**
1	3	37,2 d*	16,3 b	11,0 b	29,7 a	6,19 c	9,2 e	4,9 ab	1,9 c	52,4 c
2	3	43,1 a	15,6 c	11,4 a	28,1 b	6,32 b	10,5 d	4,8 ab	2,2 bc	60,7 b
3	3	37,1 d	15,2 c	10,4 c	30,6 a	6,30 b	10,7 d	4,9 ab	2,2 bc	54,5 c
4	3	38,4 c	12,1 e	9,6 d	27,2 bc	6,39 b	15,7 a	4,3 ab	3,8 a	68,7 a
5	3	34,3 e	14,4 d	10,6 c	26,2 c	6,62 a	14,8 b	4,2 ab	3,6 a	62,7 b
6	3	34,2 e	17,4 a	10,9 b	27,3 bc	6,67 a	12,7 c	4,9 ab	2,6 b	55,0 c
7	3	39,4 b	14,6 d	9,4 e	27,2 bc	6,62 a	14,9 b	4,1 b	3,6 a	68,5 a
GD 5%		0,7	0,5	0,2	1,4	0,1	0,6	0,8	0,6	4,9
MW	21	37,7	15,1	10,5	28	6,45	12,6	4,6	2,8	60,4

*ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit

**VK = (8 x Z/PK) + TM

Tab. 2: Ausgangsmaterial des zweiten Erntetermins (14. Mai)

Var	n	TM % i.FM	XP	XA % i.TM	ADF	NEL MJ/kg TM	Zucker % i.TM	PK g MS	Z/PK	VK
1	3	40,6 b*	13,8 b	10,6 bc	31,8 c	5,84 d	8,8 c	4,2 b	2,1 e	57,4 d
2	3	39,6 b	13,5 b	10,9 b	31,6 cd	5,97 c	8,7 c	4,4 a	2,0 e	55,6 d
3	3	34,4 de	12,3 c	10,2 c	33,7 a	5,82 d	8,0 c	4,2 b	1,9 e	49,5 e
4	3	44,4 a	10,5 e	8,4 e	30,9 d	5,98 bc	15,2 a	3,1 c	4,9 a	83,4 a
5	3	33,8 e	11,6 d	9,7 d	33,8 a	5,77 d	12,4 b	3,2 c	3,9 b	64,9 b
6	3	36,2 c	14,5 a	12,7 a	29,3 e	6,36 a	13,1 b	4,3 a	3,1 d	60,7 c
7	3	35,3 cd	13,5 b	9,5 d	32,9 b	6,07 b	14,3 a	4,2 b	3,5 c	62,9 bc
GD 5%		1,3	0,5	0,4	0,7	0,11	1,0	0,2	0,3	2,6
MW	21	37,8	12,8	10,3	32,0	5,97	11,5	3,9	3,0	62,1

*ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit

Silierbarkeit

Die Silierbarkeit wird durch den Gehalt an vergärbaren Kohlenhydraten, die Pufferkapazität und dem Verhältnis dieser beiden Parameter (Ziel: möglichst > 2,0) bestimmt. Im Vergärbarkeitskoeffizient wird der TM-Gehalt mit verrechnet. Ab einem VK von mehr als 45 ist eine sehr gute Silierbarkeit erreicht. Anfang Mai (T1) wiesen alle drei Schwengelarten (V1 – V3) mit im Mittel 10,1% i.TM signifikant niedrigere Gehalte an Zucker auf als die Weidelgrassorten (im Mittel 14,4% i.TM) bzw. die Grünlandmischung mit 14,9% i.TM (Tabelle 1). Sanftblättriger Rohrschwengel hatte einen signifikant höheren Zuckergehalt als Rohrschwengel. Da sich die Pufferkapazität zwischen den Varianten kaum unterschied, sind die Unterschiede im Zuckergehalt auch im Quotienten aus Zucker und Pufferkapazität wieder zu finden. Die Schwengelarten lagen im Mittel bei 2,1 gegenüber den Weidelgrassorten mit 3,3. Daraus errechnete sich bei allen Varianten ein VK, der im Mittel bei 60,4 lag (Spanne 52 – 68). Somit war immer eine sehr gute und leichte Vergärbarkeit gegeben. Durch die um eine Woche verzögerte Nutzung nahm der Gehalt an vergärbaren Kohlenhydraten (Abbildung 1) bei den Schwengelarten stärker ab (im Mittel – 1,6% absolut) als bei den Weidelgrassorten (- 0,8% absolut). Da die Pufferkapazität bei allen Varianten im Verhältnis stärker abnahm als die Gehalte an Zucker, verbesserte sich das Verhältnis Z/PK von im Mittel 2,8 (T1) auf

3,0 (T2). Das ist vermutlich auf die verminderten Gehalte an Rohprotein und Rohasche zurück zu führen. Demzufolge nahm auch der VK zu. Den signifikant niedrigsten VK wies mit 49,5 der sanftblättrige Rohrschwengel bei T2 auf.

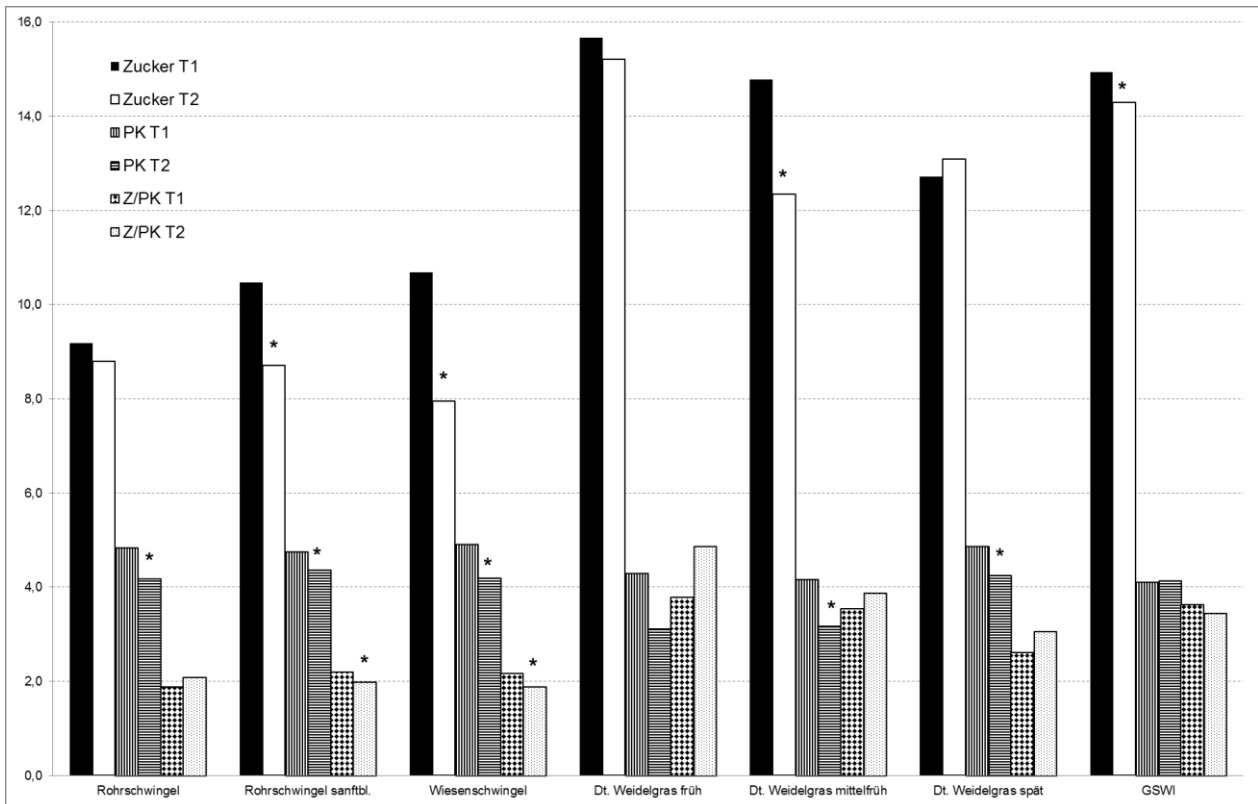


Abb. 1: Parameter der Silierbarkeit in Abhängigkeit von Art bzw. Mischung und Erntetermin
 * signifikante Unterschiede zwischen T1 und T2 bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit, Einheiten s.Tab. 1

Gärqualität

Aufgrund der guten Vergärbarkeit unabhängig von Erntetermin und Ansaatvariante waren alle Silagen sehr gut vergoren und wiesen keine Buttersäure auf. Folglich waren auch die Gärverluste niedrig (im Mittel unter 4,7% der TM), ebenso die Gehalte an Ammoniak-Stickstoff ($\text{NH}_3\text{-N} : \text{N}_t$ zwischen 6,6 und 8,1%). Die sehr gute Silierbarkeit hatte niedrige pH-Werte zur Folge, die sich zwischen T1 und T2 nicht unterschieden (im Mittel 4,7). Gleichwohl wiesen die Weidelgrasvarianten immer niedrigere pH-Werte als die Schwengelarten auf (Abbildung 2). Bei T1 und T2 hatten die Silagen des sanftblättrigen Rohrschwengels jeweils den höchsten pH-Wert. Durch die um eine Woche verzögerte Ernte ging im Mittel aller Varianten die Gärintensität zurück. So lagen die Gehalte an Milchsäure bei T2 um 0,8, die Gehalte an Essigsäure um 0,2% i.TM (absolut) niedriger als bei T1. Dabei ist auch eine Beziehung zwischen Gärintensität und Anwelkgrad zu erkennen. Silagen mit einem TM-Gehalt von über 40% wiesen stets einen niedrigeren Gehalt an Gärsäuren auf als Silagen unter 40% TM. Den höchsten Gehalt an Milchsäure war in den Silagen des Rohrschwengels (T1) bzw. des sanftblättrigen Rohrschwengels (T2) nachzuweisen. Hinsichtlich der Gehalte an Essigsäure waren nur geringe Unterschiede zwischen den Varianten zu beobachten. Gleiches gilt für die Gehalte an Ethanol (nicht dargestellt). Die Gehalte an Restzucker (nicht dargestellt) lagen in den Silagen beider Ernteterminen in den Weidelgrassilagen immer um das drei- bis vierfache höher als in den Silagen aus den Schwengelarten.

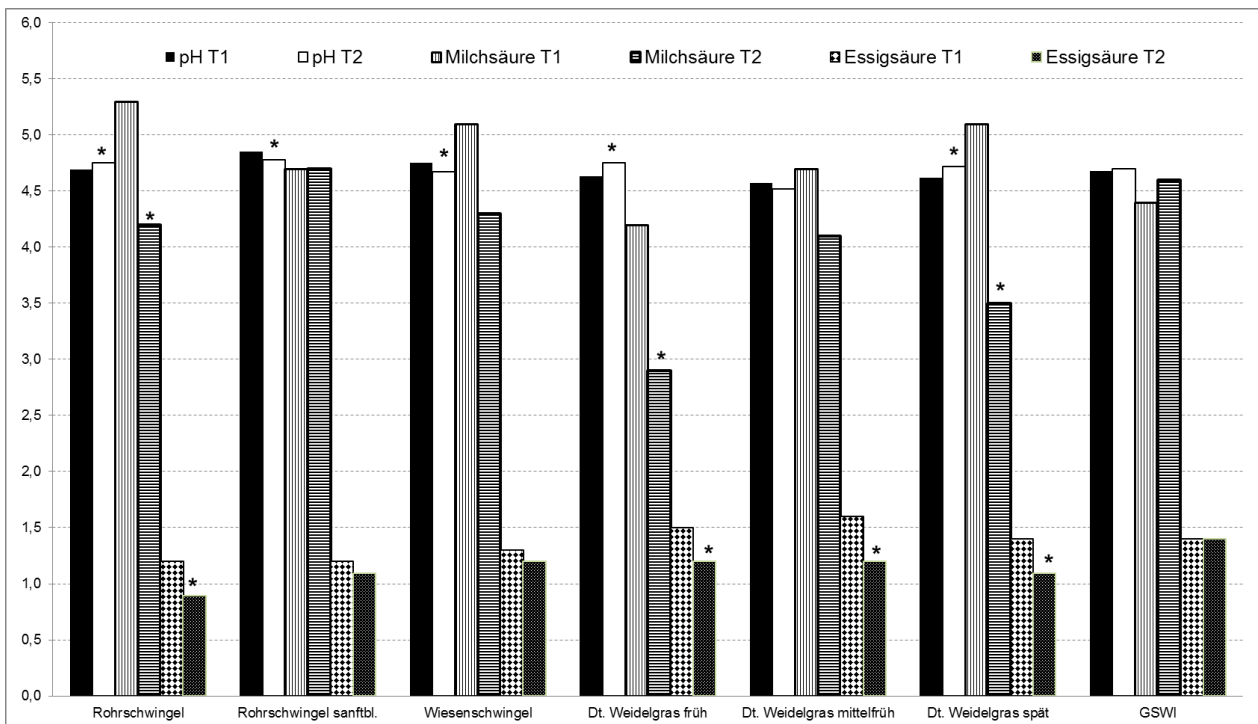


Abb. 2: Gärqualität in Abhängigkeit von Art bzw. Mischung und Erntetermin

* signifikante Unterschiede zwischen T1 und T2 bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit, Gehalte: % i.TM

Schlussfolgerungen

Sanftblättriger Rohrschwengel wies vor allem beim frühen Erntetermin eine bessere Silierbarkeit als Rohrschwengel auf. Die Gehalte an vergärbaren Kohlenhydraten und somit das Verhältnis zwischen Zucker und Pufferkapazität lagen jedoch immer signifikant unter denen der Weidelgrasarten bzw. der weidelgrasbetonten Grünlandmischung. Durch die um eine Woche verzögerte Nutzung ging die Silierbarkeit bei den Schwengelarten stärker zurück als bei den Weidelgräsern. Demnach ist beim Anbau von Rohrschwengelarten mehr noch als bei Weidelgräsern auf eine Nutzung zum optimalen physiologischen Reifestadium zu achten. Aufgrund der sehr guten Vergärbarkeit ($VK > 45$) waren alle Silagen unabhängig von Ansaatvariante und Erntetermin sehr gut vergoren und frei von unerwünschten Gärprodukten.

Literatur

- DANIEL S., FRICK R., HIRSCHI H. & CHAPUIS S. (2009): Rohrschwengel- und Timothesorten geprüft. *Agrar-Forschung* 16 (7): 250-255.
- NIEMELÄINEN O., JAUHAINEN L. & MIETTINEN E. (2001): Yield profile of tall fescue (*Festuca arundinacea*) in comparison with meadow fescue (*Festuca pratensis*) in Finland. *Grass and Forage Science* 56, 249-258.
- NIEMELÄINEN O., NISKANEN M. & JAUHAINEN L. (2012): Productivity and quality of meadow fescue, tall fescue and festulolium in silage cutting regime in Finland. *Proc. XVI International Silage Conference*, Hämeenlinna, Finland, 2-4 July 2012, 174-175.
- OPITZ VON BOBERFELD W., DANIEL P. & STERZENBACH M. (2003): Zu den Gäreigenschaften und der Silagequalität von *Festuca arundinacea* Schreb. verglichen mit anderen Gräsern. Mitteilung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V., *Beiträge der 47. Jahrestagung* in Braunschweig, 199-202.
- OPITZ VON BOBERFELD (2005): Gäreigenschaften und Silagequalität von *Festuca arundinacea* sowie fetucoi-der und loloider x*Festulolium*-Hybriden. *Pflanzenbauwissenschaften* 9 (2), 75-79.
- SCHUBIGER F.X., BOSSHARD H. & LEHMANN J. (1997): Nährwert von Knaulgras- und Rohrschwengelsorten. *Agrar-Forschung* 4 (6), 245-248.
- WYSS U. (2006): Silierbarkeit und Silagequalität von Gräsern und Leguminosen. *Agrar-Forschung* 13 (10), 442-44.

Einfluss des Fütterungssystems auf die Fett- und Proteinzusammensetzung der Milch

Sutter, M.¹, Bär, C.², Egger, C.², Portmann, R.², Bisig, W.² & Reidy, B.¹

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

3052 Zollikofen ² Agroscope Institut für Lebensmittelwissenschaften 3003 Bern

michael.sutter@bfh.ch

Einleitung und Problemstellung

Mit der Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion haben wiesenfutterbasierte Milchproduktionssysteme in den vergangenen Jahrzehnten in vielen Regionen der Welt an Bedeutung verloren. Gleichzeitig mit diesem starken Wandel in der Milchproduktion haben sich die Ernährungsgewohnheiten und die Erkenntnisse, was eine gesunde Ernährung ausmacht, weiterentwickelt. So sind heute diverse Inhaltsstoffe bekannt, denen positive ernährungsphysiologische Eigenschaften zugesprochen werden. Einige dieser Verbindungen sind auch in Milch enthalten, wie zum Beispiel die mehrfach-ungesättigte Alpha-Linolensäure, eine Omega-3-Fettsäure, welche sich im Zusammenhang mit Herz-Kreislauf Erkrankungen positiv auswirken kann (AMARÙ *et al.*, 2010; EFSA 2011) oder Alpha-Lactalbumin, ein Protein mit einer für den Menschen sehr hohen biologischen Wertigkeit (KUKOVICS und NÉMETH, 2013). Aus verschiedenen Studien ist bekannt, dass wiesenfutterbasierte Milch einen höheren Gehalt an einfach- und mehrfach-ungesättigten Fettsäuren hat (WYSS *et al.*, 2011; WOODS und FEARON, 2009; LOURENÇO *et al.*, 2008). Daher ist das Ziel dieser Studie, zu untersuchen, welchen Einfluss ein spezifisches Fütterungssystem auf die Milchzusammensetzung und insbesondere auf potenziell wertgebende Inhaltsstoffe hat.

Material und Methoden

Die Datenerhebung fand auf zwölf Praxisbetrieben in der Schweiz statt, wobei pro Fütterungssystem jeweils drei Betriebe untersucht wurden. Die Fütterungssysteme unterschieden sich primär in Bezug auf den Anteil an Wiesenfutter, Maissilage und Krafftutter in der Ration (Tab. 1). Die Betriebe des Fütterungssystems *Wiesenfutter hoch* hielten Kühe der Rasse Brown Swiss, die übrigen Redholstein, Holstein oder Swiss Fleckvieh. Die Herdengrösse variierte zwischen 19 und 38 laktierenden Tieren, wobei die Betriebe der Fütterungssysteme *Wiesenfutter hoch* und *Wiesenfutter hoch & silofrei* tendenziell kleinere Herden besaßen, als die Betriebe der beiden anderen Systeme (Mittelwert Anzahl laktierender Milchkühe übers Jahr: *Mais & Krafftutter hoch*: n= 36, *Wiesenfutter mittel*: n= 38, *Wiesenfutter hoch & silofrei*: n= 19, *Wiesenfutter hoch*: n= 19). Die ausgewählten Betriebe sind in verschiedenen Regionen und Höhenstufen in der Schweiz situiert, wobei sich Betriebe desselben Fütterungssystems in der gleichen Region und Höhenstufe befinden.

Für die Analyse der Rohmilch wurde im Jahr 2014 jeden Monat eine Rohmilchprobe von der gesamten Herdenmilch auf den Betrieben gezogen (n=144). Im Anschluss wurden bei den Proben rund 70 verschiedene Milchfettsäuremethylester mittels hochauflösender Gaschromatografie (GC) quantifiziert. Im Rahmen dieses Projektes wurde zudem eine neue Methode entwickelt, um die 20 mengenmässig wichtigsten Proteine in der Milch zu bestimmen. Diese Quantifizierung fand mittels Flüssigchromatografie mit Massenspektrometrie-Kopplung (LCMS) statt (MATHIS *et al.* 2012).

Die genaue Zusammensetzung der Futtermittel wurde mit einer monatlichen Auflösung für alle laktierenden Milchkühe bestimmt. Um die Angabe zu plausibilisieren, wurden für die Erhebung zwei Bilanzen berechnet: 1. Vergleich Verzehr (Trockenmasse TM, Energie und Protein) mit dem Bedarf für die Produktion und die Erhaltung. 2. Vergleich der Futtermittelproduktion und – zukauf mit dem Futtermittelbedarf. Damit diese Bilanzen erstellt werden konnten, wurden verschiedene Daten der Zuchtverbände (Tagesmilchmengen, Milchgehalte, Laktationskennzahlen, Exterieurbeurteilungen) und der amtlichen Tierverkehrsdatenbank bezogen. Diese Daten wurden im Anschluss auf die Einheit Herde und Monat gemittelt. Die eigentliche Erhebung der Futtermittel fand auf dem Betrieb statt, wobei gemeinsam mit dem Betriebsleiter die Futterflächen inkl. der Er-

träge erfasst wurden. Im Anschluss wurden alle Futtermittelzu- und verkäufe erhoben und die Rationen pro Monat berechnet.

Tab. 1: Kennzahlen der Rationszusammensetzung der vier untersuchten Fütterungssysteme. Pro Fütterungssystem wurden drei Betriebe analysiert.

Anteil TM an der Gesamtration	Mais & Kraftfutter hoch	Wiesenfutter mittel	Wiesenfutter hoch & silofrei	Wiesenfutter hoch
Wiesenfutter konserviert	< 40 %	< 60 %	> 50 %	> 50 %
Wiesenfutter frisch	< 10 %	> 10 %	> 25 %	> 25 %
Maissilage	> 30 %	> 10 %	< 10 %	< 10 %
Kraftfutter	> 10 %	> 10 %	< 10%	< 10 %
Andere Futtermittel	> 10 %	< 10 %	< 5 %	< 5 %

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen eine positive Korrelation zwischen dem Anteil Wiesenfutter und dem Gehalt an Omega-3-Fettsäuren und bestätigen somit frühere Studien (WYSS *et al.*, 2011; COLLOMB *et al.*, 2008). So weisen in der vorliegenden Untersuchung die Betriebe des Fütterungssystems *Wiesenfutter hoch*, einen bis zu vier Mal höheren Gehalt an Omega-3-Fettsäuren auf, als die Betriebe mit einem hohen Anteil Maissilage und Kraftfutter in der Ration (*Mais & Kraftfutter hoch*) (Abb. 1). Weiter zeigen die Ergebnisse einen weitaus deutlicheren Jahresverlauf, je höher der Anteil Wiesenfutter in der Ration ist. Das Fütterungssystem *Wiesenfutter hoch & silofrei* bildet eine Ausnahme. Aufgrund der ersten Auswertungen ist die Ursache für den fehlenden Anstieg der Omega-3-Fettsäuren im Herbst (System *Wiesenfutter hoch & silofrei*) in der Zufütterung von Grünmais zu suchen. Da diese Betriebe keine Silagen verfüttern dürfen, sie dennoch ackerfähiges Land besitzen, verfüttern alle drei Betriebe in den Monaten August, September und Oktober Grünmais.

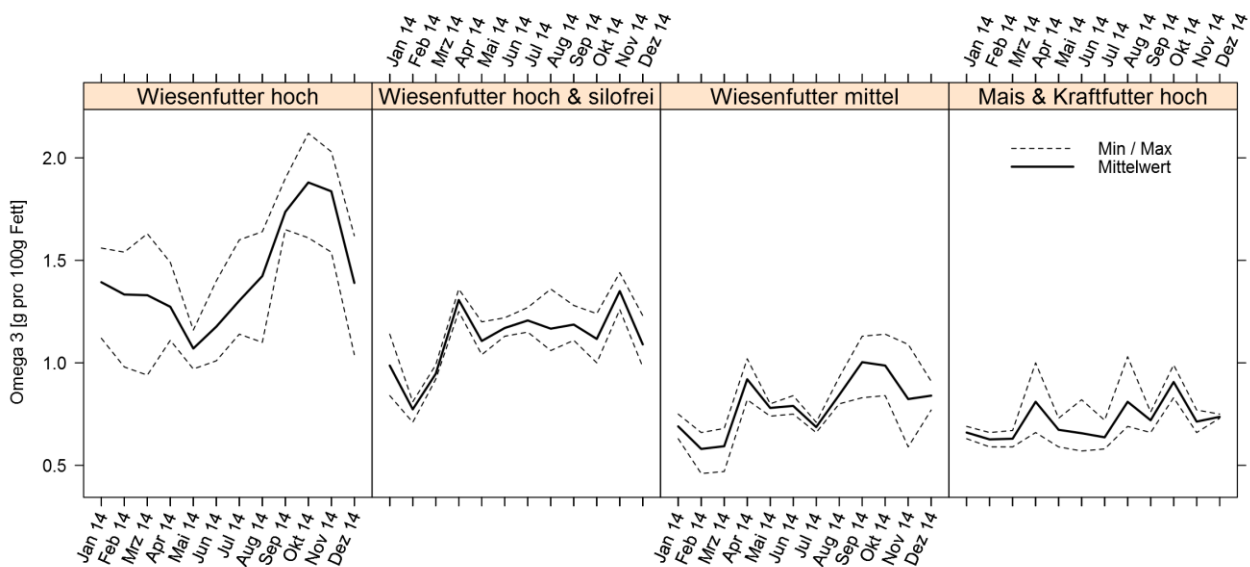


Abb. 1: Vergleich des Omega-3-Fettsäuren Gehaltes (g / 100 g Fett) in der Milch der vier Fütterungssysteme im Jahresverlauf 2014.

Neben den unterschiedlichen Jahresverläufen zwischen den Fütterungssystemen fallen die unterschiedlichen Streuungen innerhalb der Systeme auf. Die Betriebe des Systems *Wiesenfutter hoch* weisen für den Gehalt an Omega-3-Fettsäuren eine grössere Streuung im Jahresverlauf auf, als die übrigen Systeme. Offenbar ist dafür ebenfalls die Zufütterung von Mais auf einem Betrieb verantwortlich. So verfüttert ein Betrieb mit Ausnahme der Monate August und September, das ganze

Jahr Silomais. Dieser Betrieb weist im Mittel einen mit 1.19 g / 100 g Fett deutlich tieferen Omega-3-Fettsäure Gehalt auf, als die beiden übrigen Betriebe (1.49 resp. 1.60 g / 100 g Fett). Ähnliche Jahresverläufe wie für die Omega-3-Fettsäuren konnten für die konjugierte Linolsäure (CLA) festgestellt werden.

Am Beispiel des Gehalts der beiden Proteine Alpha-S2-Kasein (Abb. 2) und Lactoferrin (Abb. 3) erscheinen die Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen weitaus weniger ausgeprägt als bei den Omega-3-Fettsäuren. Dies würde die Erkenntnisse von KUKOVICS und NÉMETH (2013), KRIZOVA *et al.* (2014) und SCHWENDEL *et al.* (2012) bestätigen. Dennoch unterscheidet sich der Verlauf des Gehalts der beiden Proteine im Jahresverlauf deutlich. Ob diese unterschiedlichen Verläufe auf die Fütterung zurückzuführen sind oder weitere Faktoren wie Laktationsstadium, Anzahl Laktation oder Rasse dafür verantwortlich sind, muss noch eruiert werden.

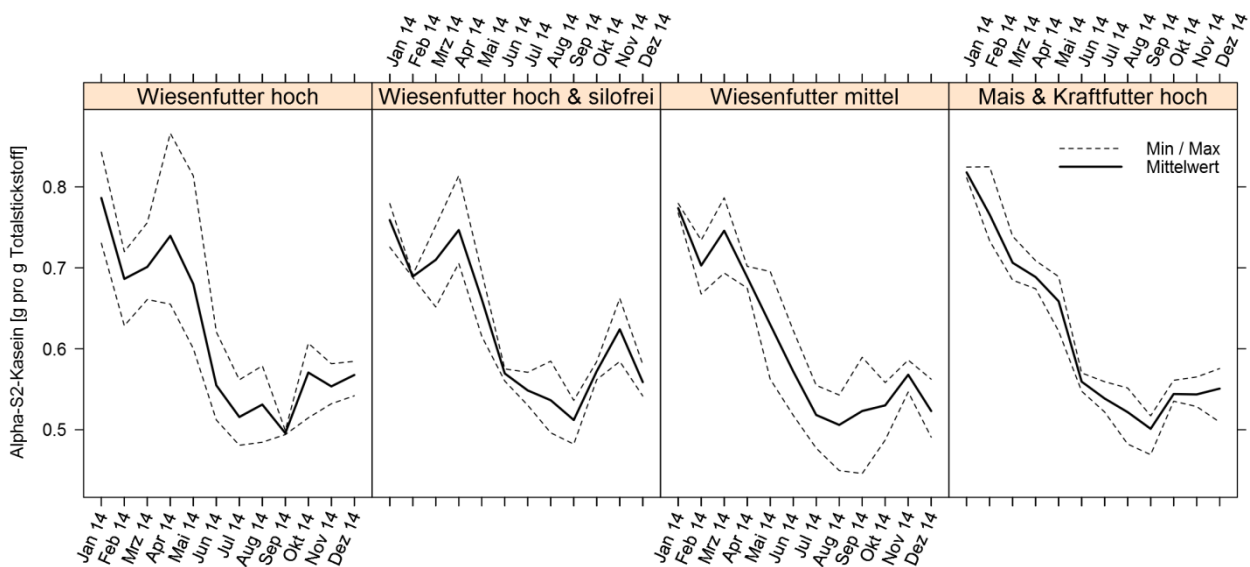


Abb. 2: Gegenüberstellung des Alpha-S2-Kasein Gehalts (g / g Totalstickstoff) in der Milch der vier Fütterungssysteme im Jahresverlauf 2014.

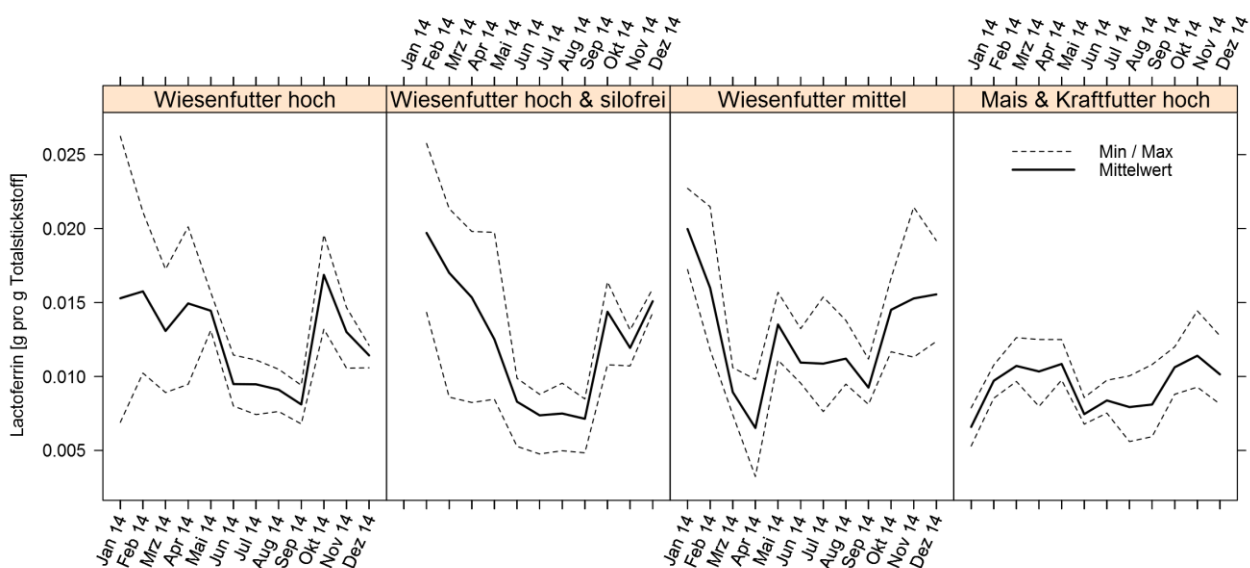


Abb. 3: Gegenüberstellung des Lactoferrin Gehalts (g / g Totalstickstoff) in der Milch der vier Fütterungssysteme im Jahresverlauf 2014.

Schlussfolgerungen

Wie bereits aus früheren Studien bekannt, konnte im Rahmen dieser Untersuchung ein starker Einfluss des Fütterungssystems auf die Fettsäurezusammensetzung von Milch gemessen werden. So wiesen die Betriebe mit einem hohen Anteil Wiesenfutter in der Ration über das ganze Jahr einen höheren Gehalt an Omega-3-Fettsäuren auf, als die Betriebe mit einem hohen Mais- und Kraftfutteranteil in der Ration. Diesen Fettsäuren werden positive Eigenschaften zugesprochen (AMARÜ *et al.*, 2010; EFSA, 2011).

Basierend auf dem gegenwärtigen Stand der Auswertungen scheint der Einfluss des Fütterungssystems auf den Verlauf der Proteinzusammensetzung weniger ausgeprägt zu sein. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass nebst der Fütterung auch weitere Faktoren wie zum Beispiel die Genetik oder das Laktationsstadium und die Anzahl Laktationen einen ausgeprägten Einfluss auf den Gehalt der untersuchten Proteine hat. Es gilt deshalb in einem nächsten Auswertungsschritt, den Einfluss dieser Faktoren zu eruieren.

Literatur

- AMARÜ, D.L., BIONDO, P.D. & FIELD, C.J. (2010): The Role of Conjugated Linoleic Acid in Breast Cancer Growth and Development. In: TONUTRAJ 3 (1), 30–46.
- COLLOMB, M., BISIG, W., BÜTIKOFER, U., SIEBER, R., BREGY, M. & ETTER, L. (2008): Seasonal variation in the fatty acid composition of milk supplied to dairies in the mountain regions of Switzerland. In: Dairy Sci. Technol. 88 (6), 631-647.
- EFSA (2011): Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to alpha linolenic acid and contribution to brain and nerve tissue development pursuant to Article 14 of Regulation (EC) No 1924/2006. In: EFSA Journal 9 (4), 2130.
- KRIZOVA, L., HANUS, O., HADROVA, S., KUCERA, J., SAMKOVA, E., ROUBAL, P. & VESELY, A. (2014): Composition, physical and technological properties of raw milk as affected by cattle breed, season and type of diet. In: Annals of Animal Science 14(3), 721–736.
- KUKOVICS, S. and NÉMETH, T. (2013): Milk Major and Minor Proteins, Polymorphisms and Non-protein Nitrogen. In: Young W. Park (Hg.): Milk and dairy products in human nutrition. Production, composition and health. Chichester: Wiley-Blackwell, 80–110.
- LOURENÇO, M., VAN RANST, G., VLAEMINCK, B., SMET, S. DE & FIEVEZ, V. (2008): Influence of different dietary forages on the fatty acid composition of rumen digesta as well as ruminant meat and milk. In: Enzymes, Direct Fed Microbials and Plant Extracts in Ruminant Nutrition 145 (1–4), 418–437.
- MATHIS, D., SCHWANDER, F., KOPF-BOLANZ, K., EGGER, C. & PORTMANN, R. (2012): Absolute quantification of 20 major proteins in dairy products by LC-MS/MS. Posterbeitrag an der COST-Konferenz in Cesena, Italien.
- SCHWENDEL, B.H., MOREL, P.C.H., WESTER, T.J., TAVENDALE, M.H., DEADMAN, C., FONG, B. *et al.* (2012): Differentiation of organic from conventionally produced milk. In: Australasian Dairy Science Symposium 2012, 13–15.
- WOODS, V.B. and FEARON, A.M. (2009): Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: a review. In: Livestock Science; 2009 126, 1–20.
- WYSS, U., MAUER, J., FREY, H.J., REINHARD, T., BERNET, A. & HOFSTETTER, P. (2011): Aspekte zur Milchqualität und Saisonalität der Milchlieferungen. In: Agrarforschung Schweiz 2 (9), 412–417.

Einfluss von Reifetyp und Art des Begleitgrases für Ertrag und Qualität von Rot- bzw. Weißklee gras

Loges, R., Hamacher, M., Kluß, C. & Taube, F.

Institut für Pflanzenbau und –züchtung, Grünland & Futterbau/ Ökologischer Landbau

Christian-Albrechts-Universität Kiel, Hermann-Rodewald-Strasse 9, 24118 Kiel

rloges@email.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Über die Steuergrößen Leguminosen- bzw. Begleitgrasart, Saatmischungsverhältnis, Etablierungsverfahren, Nutzungsart und -häufigkeit sowie Düngung lassen sich Ertrag, N₂-Fixierungsleistung und Futterqualität von Klee gras in weiten Bereichen beeinflussen (LOGES, 1998; KASKE, 2000). In Klee gras gemengen sind Leguminosenanteil bzw. -teilertrag die determinierenden Größen für die N₂-Fixierungsleistung (HØGH-JENSEN *et al.*, 2004). Energiegehalt und Silierfähigkeit von Klee gras steigen mit zunehmenden Grasanteil, während die Höhe des Proteingehaltes im Wesentlichen mit der Höhe des Leguminosenanteils korreliert (LOGES *et al.*, 2002). Ein unter deutlichen Klimaverhältnissen bisher wenig untersuchtes Steuerungselement stellt die Wahl unterschiedlich konkurrenzkräftiger Begleitgrasarten als Mittel zur Einstellung eines für den jeweiligen Einzelbetrieb optimalen Kleeanteiles dar. Wenig bekannt ist auch welches Potential in der Wahl des Reifetyps der Begleitgrasart liegt. Sollten z.B. späte Sorten gewählt werden, die zeitgleich mit der gewählten Kleeart in die generative Phase gehen oder liegt vielmehr ein Potential darin mit frühen Grassorten höhere Grasanteile zu realisieren? Die vorliegende Studie widmet sich dem Einfluss der Begleitgrasart auf Ertrag und Qualität von binären Rot- bzw. Weißklee gras gemengen unter Berücksichtigung des Reifetyps der jeweiligen Grasart (früh versus spät).

Material und Methoden

Die Ergebnisse basieren auf einem Feldversuch, der in den Jahren 2010 und 2013 im östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins auf dem ökologisch bewirtschafteten Versuchsgut „Lindhof“ der Universität Kiel mit den in Tabelle 1 dargestellten Faktoren und Faktorstufen durchgeführt wurde. Bei der Bodenart des Lindhofes handelt es sich um aus weichseleiszeitlichem Geschiebemergel entstandenen sandiger Lehm mit ca. 40 Bodenpunkten. Die wichtigsten Witterungsdaten im Jahresmittel sind eine Durchschnittstemperatur von 8,8°C bei 769 mm Jahresniederschlag.

Der Versuch wurde jeweils im Vorjahr des jeweiligen Versuchsjahres als Untersaat in abtragendem Sommergetreide etabliert (Split-Plot-Design mit je drei Wiederholungen).

Die jeweiligen Saatmischungen bestanden aus je der Hälfte der für den Standort empfohlenen Reinsaatmenge der untersuchten Grasarten und im Falle der betrachteten Rotklee gras bestände aus 8 kg ha⁻¹ Rotklee. Im Falle von Weißklee gras wurde an Statt Rotklee 4 kg ha⁻¹ Weißklee verwendet.

Bei der Rotklee saart handelte es sich um eine Mischung der Sorten Pirat und Rajah. Als Weißklee wurde eine Mischung der Sorten Klondike und Liflex verwendet. Gemäß Tabelle 1 wurden je Grassart parallel 2 Sorten getestet, von denen eine dem Typ „früh“ bzw. die andere den Typ „spät“ repräsentierte. Im Folgenden sind die jeweils verwendeten Grasarten in Verbindung mit den beiden Sortentypen früh (f) bzw. spät (s) sowie die jeweils verwendete Grasteilsaatmenge genannt:

1.1 Deutsches Weidelgras:	Sorte Liconda (f) vers. Polim (s)	bei 16 kg ha ⁻¹
1.2 Bastard-Weidelgras:	Sorte Diplomaxi (f) vers. Storm (s)	bei 17 kg ha ⁻¹
1.3 Welsches Weidelgras:	Sorte Zorro (f) vers. Zarastro (s)	bei 18 kg ha ⁻¹
1.4 Rotschwengel:	Sorte Light (f) vers. Gondolin (s)	bei 16 kg ha ⁻¹
1.5 Wiesenschwengel:	Sorte Liherold (f) vers. Pampero (s)	bei 18 kg ha ⁻¹
1.6 Rohrschwengel:	Sorte Lipalma (f) vers. Tower (s)	bei 18 kg ha ⁻¹
1.7 Wiesenschweidel:	Sorte Perun (f) vers. Perseus (s)	bei 18 kg ha ⁻¹
1.8 Wiesenlieschgras:	Sorte Tiller (f) vers. Winnetou (s)	bei 9 kg ha ⁻¹
1.9 Wiesenrispe:	Sorte Balin (f) vers. Oxfort (s)	bei 9 kg ha ⁻¹

Die Ertrags- und Qualitätsbeprobung erfolgte zu vier Schnitterminen auf einer Beprobungshöhe von 5 cm. Die Futterqualitätsparameter Rohprotein (RP%), Nettoenergie (MJ NEL), sowie die Faserfraktionen ADF und NDF (%) wurden gestützt auf Nahinfrarotspektroskopie in getrockneten unsilierten Proben ermittelt. Die statistische Auswertung erfolgte über ein linear gemischtes Model mit den Faktoren Begleitgrasart, Grassortentyp und Leguminosenart als fixe Faktoren.

Tab. 1: Versuchsfaktoren und Faktorstufen

Faktor	Faktorstufe
1. Begleitgrasart	1.1. Deutsches Weidelgras / <i>Lolium perenne</i> (DtW)
	1.2 Bastard-Weidelgras / <i>Lolium hybridum</i> (BW)
	1.3 Welsches Weidelgras / <i>Lolium multiflorum</i> (WW)
	1.4 Rotschwingel / <i>Festuca rubra</i> (RotS)
	1.5 Wiesenschwingel / <i>Festuca pratense</i> (WiS)
	1.6 Rohrschwingel / <i>Festuca pratense</i> (RohS)
	1.7 Wiesenschweidel / <i>Festulolium braunii</i> (FeLo)
	1.8 Wiesenlieschgras / <i>Phleum pratense</i> (WiLi)
	1.9 Wiesenrispe / <i>Poa pratensis</i> (WiRi)
2. Grassortentyp	2.1 früh
	2.2 spät
3. Kleeart (Mischungspartner)	3.1 Rotklee / <i>Trifolium pratense</i> (RK)
	3.2 Weißklee / <i>Trifolium repens</i> (WK)
4. Versuchsjahr	4.1 2010
	4.2 2013

Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 2 zeigt als Ergebnisse der Varianzanalysen den Einfluss der Versuchsfaktoren sowie deren Wechselwirkungen auf die Ausprägung ausgewählter Ertrags- und Futterqualitätsparameter. Die Faktoren Begleitgrasart und Kleeart erweisen sich sowohl im ersten Aufwuchs als auch in der Jahressumme als höchst signifikante Steuergrößen in Bezug auf Gesamtertrag und Kleeanteil. Beide Faktoren beeinflussen ebenfalls hoch signifikant die Gehalte des geernteten Futters an Rohprotein, Nettoenergieklaktation (NEL) sowie der Faserfraktionen NDF und ADF. Der Grassortentyp besitzt prägenden Einfluß auf alle im 1. Aufwuchs untersuchten Ertrags- und Qualitätsparameter, während sich sein Einfluß bei der Betrachtung der Summe aller 4 Aufwüchse nicht mehr bemerkbar macht. Im ersten Aufwuchs führen frühe Grasarten zu höheren Grasteilerträgen bzw. -anteilen. Höhere Grasanteile führen im ersten Aufwuchs zu höheren NEL-Gehalten aber zu niedrigeren RP-Konzentrationen (ohne Abbildung).

In Abbildung 1 ist der Einfluß der gewählten Versuchsfaktoren auf die Ausprägung des Gesamt-Jahres-TM-Ertrages bzw des Klee-Teil-Ertrages am Jahres-TM-Ertrag dargestellt. Vor allem der Klee-Teil-Ertrag/Kleeanteil zeigt sich in starkem Maße von der Wahl der Klee- bzw. Begleitgrasart geprägt. Bestände mit Rotklee weisen höhere Gesamterträge und deutlich höhere Klee-Teil-Erträge als Weißkleeertrag auf. Im Gegensatz zum 1. Aufwuchs bleibt der Sortentyp ohne prägenden Einfluß.

Tab. 2: F-Werte und Signifikanzniveaus der Varianzanalyse zur Ermittlung des Einflusses der Faktoren Begleitgrasart (GRA), Grassortentyp (GST) und Kleeart (KLA) sowie deren Wechselwirkungen auf die Ausprägung des Gesamtertrages bzw. Kleeanteils im 1. Aufwuchs bzw. in der Jahressumme sowie auf die Gehalte an RP, NEL, NDF und ADF im 1. Aufwuchs

Parameter	Varianzursache (F-Wert/Sign.)						
	Grasart	Grassortentyp	Kleeart	GRA* GST	GRA* KLA	GST* KLA	GRA*GST*KLA
Kleegrasertrag 1. Aufwuchs	3,93 ^{***}	4,04 ^{**}	204,75 ^{***}	0,24 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,19 ^{ns}
Jahres- Kleegrasertrag	6,15 ^{***}	2,26 ^{ns}	173,74 ^{***}	0,73 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,70 ^{ns}
Kleeanteil am 1. Aufwuchs	39,37 ^{***}	19,68 ^{***}	215,07 ^{***}	1,26 ^{ns}	7,45 ^{***}	0,70 ^{ns}	0,80 ^{ns}
Kleeanteil am Jahresertrag	52,92 ^{***}	1,06 ^{ns}	226,78 ^{***}	1,04 [*]	15,87 ^{***}	0,70 ^{ns}	0,60 ^{ns}
RP-Gehalt 1. Aufwuchs	37,28 ^{***}	13,68 ^{***}	7,88 ^{**}	2,08 [*]	12,27 ^{***}	0,75 ^{ns}	1,14 ^{ns}
NEL-Gehalt 1. Aufwuchs	17,44 ^{***}	19,68 ^{***}	88,97 ^{***}	0,97 ^{ns}	4,18 ^{***}	0,36 ^{ns}	1,56 ^{ns}
NDF-Gehalt 1. Aufwuchs	18,58 ^{***}	15,71 ^{***}	9,39 ^{**}	0,52 ^{ns}	8,71 ^{**}	1,85 ^{ns}	1,59 ^{ns}
ADF-Gehalt 1. Aufwuchs	7,41 ^{**}	6,05 ^{**}	134,40 ^{***}	0,50 ^{ns}	6,09 [*]	1,64 ^{ns}	2,04 ^{ns}

Unabhängig von der Kleeart führen Weidelgrasarten zu deutlich höheren Gras-Teilerträgen als die Schwingelarten. Dem durch eine langsame Jugendentwicklung geprägten Wiesenlieschgras gelingen nur mit Weißklee nennenswerte Grasanteile am TM-Ertrag. Die Untergräser Wiesenrispe und Rotschwingel zeigen auch gegenüber dem Weißklee nur geringe Konkurrenzkräft. Neben dem Welschen Weidelgras zeichnet sich Festulolium (Schweidel) als Kreuzung aus je einer Weidelgras- und einer Schwingelart als konkurrenzkräftigste Begleitgrasart. Beide Grasarten erzielen jeweils überdurchschnittliche Gesamt-Jahres-Erträge. Im Mittel der Kleearten und Grassortentypen zeigt sich Dt. Weidelgras als konkurrenzschwächste und Welsches Weidelgras als konkurrenzstärkste Weidelgrasart. Erwartungsgemäß nimmt Bastardweidelgras als Kreuzung beider Arten in Bezug auf die Konkurrenz gegenüber Klee eine mittlere Position ein.

Schlussfolgerungen

Die Wahl der Begleitgrasart stellt ein wirksames Werkzeug in Bezug auf die Beeinflussbarkeit des Klee-Ertragsanteils und damit zentraler Futterqualitätseigenschaften von Kleegrasmischungen dar. Besteht die Gefahr zu hoher Kleeanteile erwies sich Festulolium als ertragreiche und konkurrenzkräftige Alternative zu Weidelgräsern. Im ökologischen Kleegrasanbau ohne nennenswerte Zudüngung von N kommt der Wahl des Grassortentyps (früh versus spät) nur eine untergeordnete Bedeutung zu.

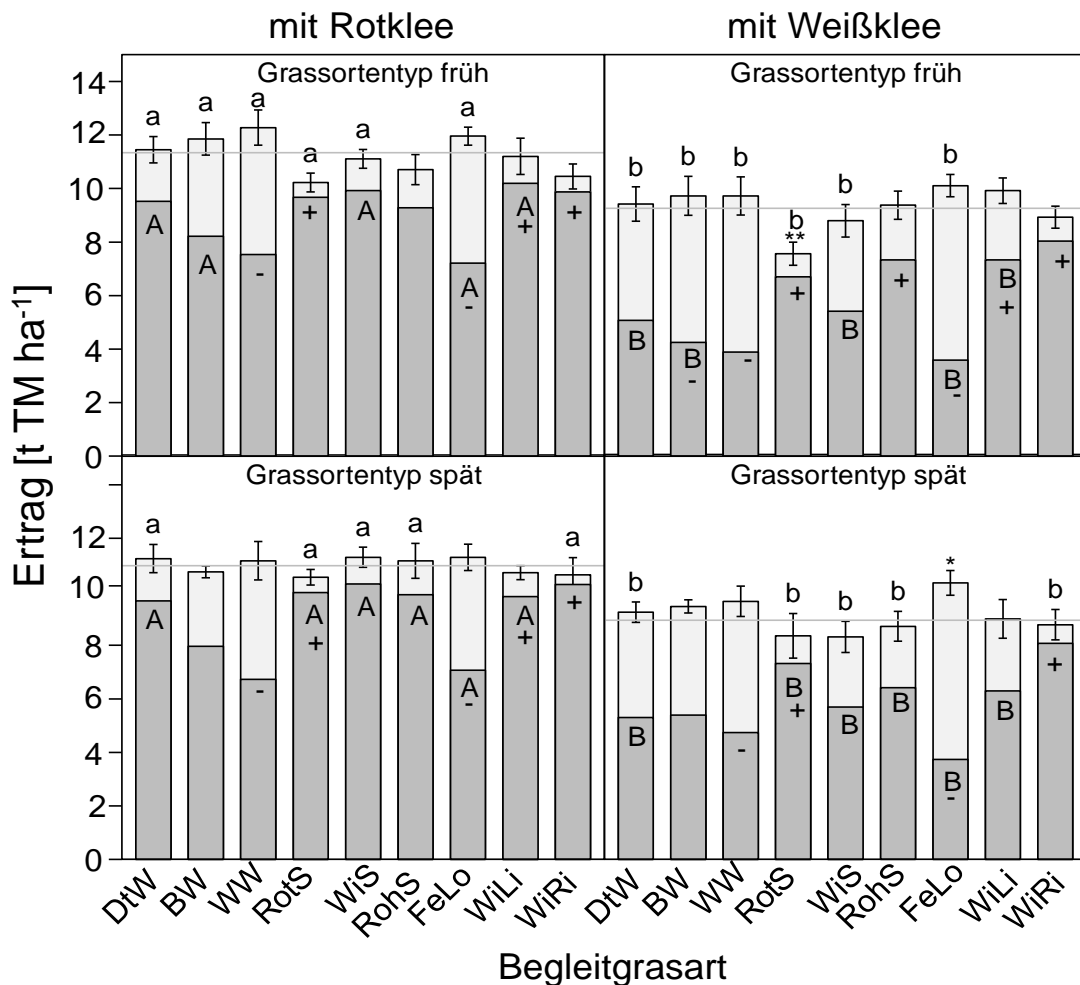


Abb. 1: Gesamt-Jahres-Ertrag [t TM ha⁻¹] bzw Klee-Teil-Ertrag am Jahres-TM-Ertrag (in Grau) [t TM ha⁻¹] in Abhängigkeit der Faktoren Begleitgrasart, Grassortentyp und Kleeart (* = Jahres-Gesamtertrag signifikant über/unter dem Mittel (GrandMean) der Grasarten innerhalb einer Kleeart und eines Grassortentyps, +/- = Kleeteilertrag signifikant über/unter dem Mittel der Grasarten innerhalb einer Kleeart und eines Grassortentyps, Unterschiedliche Kleinbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede in Bezug auf den Gesamtertrag zwischen Rot- und Weißklee innerhalb einer Grasart und eines Grassortentyps (Tukey), unterschiedliche Großbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede in Bezug auf den Kleeanteil am Gesamtertrag zwischen Rot- und Weißklee innerhalb einer Grasart und eines Grassortentyps.)

Literatur

- HØGH-JENSEN, H., LOGES, R., JØRGENSEN, F., VINThER, F. & JENSEN, E. (2004): An empirical model for quantification of symbiotic N-fixation in grass-clover. *Agricultural Systems* 82, 181-194.
- KASKE, A (2000): Leistungen unterschiedlich bewirtschafteter Futterleguminosenbestände und deren Auswirkungen auf Ertrag und ausgewählte Kenngrößen des Stickstoffhaushaltes der Folgefrucht Winterweizen. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- LOGES, R. (1998): Ertrag, Futterqualität, N₂-Fixierungsleistung und Vorfruchtwert von Rotklee- und Rotklee-grasbeständen. Dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- LOGES R., THAYSEN J. & TAUBE F. (2002): Untersuchungen zur Silagequalität und Siliereignung von Rotklee und Luzerne sowie deren Gemenge mit Dt. Weidelgras. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*. Bd. 3, Tagungsband der 46. Jahrestagung der AGFF in Rostock 268-276.

Wachstums- und Futterqualitätsdynamiken von unterschiedlich intensiv genutzten Klee grasbeständen

Loges, R., Lorenz, H., Hamacher, M., Kluß, C. & Taube, F.

Institut für Pflanzenbau und –züchtung, Grünland & Futterbau/ Ökologischer Landbau

Christian-Albrechts-Universität Kiel, Hermann-Rodewald-Straße 9, 24118 Kiel

rloges@email.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

In Zeiten steigender Energiepreise wird Beweidung auch aus Kostengründen verstärkt als Alternative zur ganzjährigen Stallhaltung von Milchkühen diskutiert (DUDZINSKI, 2013). Beweidung kombiniert nach DILLON (2006) gleichzeitig hohe Wirtschaftlichkeit mit Tierschutzaspekten. GREIMEL (1999) betont, dass insbesondere die Weide ein kostengünstiges Futtermittel darstellt, weil dieses direkt vom Tier konsumiert wird und somit keine Kosten im Bereich der Futtereinbringung anfallen. Aufgrund der Schwankungen im Nährstoffangebot der Weide über die Saison steht die Weidehaltung in dem Ruf keine geeignete Methode für die modernen Hochleistungskühe zu sein (LEITHOLD *et al.*, 2009). Es stellt sich die Frage, ob dieser schlechte Ruf berechtigt ist. Kann die Weide tatsächlich nicht die Leistung erbringen, um in hochleistenden Milchviehherden neben der Gras- und Maissilage und als Hauptgrundfuttermittel eingesetzt werden zu können?

Nach DILLON (2006) stellt Rotationsweide eine Möglichkeit der gleichmäßigen Versorgung der Tiere mit Futter hoher Qualität dar. Das Rotationsweideprinzip beruht auf der Bereitstellung zahlreicher Koppeln, die sukzessive nach einander abgeweidet werden. Zwischen den Nutzungen liegt eine mehrtägige Phase in der die zwischenzeitlich von Beweidung ausgeschlossenen Koppeln Biomasse bis zu einer gewünschten Wuchshöhe (z.B. Dreiblattstadium der Gräser) akkumulieren. Zur Absicherung eines gleichmäßigen Futterangebotes hoher Qualität wird die Anzahl der Koppeln, die beweidet werden in Abhängigkeit der aktuellen Zuwachsrate erhöht oder erniedrigt. In Perioden hoher Zuwachsraten wird der Zuwachs der überzähligen bzw. übersprungenen Koppeln für die Witterfütterung konserviert. Die Länge der Ruhezeit bzw. die Nutzungshäufigkeit besitzen großen Einfluss auf Ertragsleistung, Futterqualität und botanische Zusammensetzung von Dauergrünland und Klee grasbeständen (z. B. CHESTNUTT *et al.*, 1977). Ein weiterer Faktor, der Zuwachs und Qualität beeinflusst ist die Artenzusammensetzung. Leguminosen tragen über hohe Rohproteingehalte und Kräuter über hohe Mineralstoffgehalte sowie sekundäre Inhaltsstoffe positiv zur Futterqualität bei. Unter extremen Witterungsbedingungen können Mischbestände ertragliche Vorteile bieten (HUGUENIN-ELIE *et al.*, 2014). In Bezug auf Beratungsempfehlungen fehlen gerade unter norddeutschen Bedingungen Datensätze, die das Ertrags- und Qualitätspotential von leguminosenbasierten Beständen unter dem Einfluss der Wechselwirkung aus botanischer Zusammensetzung und Nutzungsfrequenz beschreiben. Vor diesem Hintergrund wurde auf dem Versuchsgut Lindhof der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel ein Feldversuch zur Bestimmung der Ertrags- und Qualitätsdynamiken von Klee grasbeständen unter norddeutschen Anbaubedingungen in Abhängigkeit der Faktoren Nutzungsfrequenz und Saatmischung durchgeführt.

Material und Methoden

Die dargestellten Ergebnisse basieren auf einem Feldversuch, der im Jahre 2014 im östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins auf dem ökologisch bewirtschafteten Versuchsgut „Lindhof“ der Universität Kiel mit den in Tab. 1 dargestellten Faktoren und Faktorstufen durchgeführt wurde. Bei der Bodenart des Lindhofes handelt es sich um aus weichseleiszeitlichem Geschiebemergel entstandenen sandiger Lehm mit ca. 40 Bodenpunkten. Die wichtigsten Witterungsdaten im Jahresmittel sind eine Durchschnittstemperatur von 8,8°C bei 769 mm Jahresniederschlag.

Der Versuchsfaktor Nutzungsfrequenz beinhaltete drei Stufen: 1. Nutzung alle 3 Wochen (simulierte Weide 1), 2. Nutzung alle 4 Wochen (simulierte Weide 2) bzw. 3. ein Silage-Schnittsystem mit 4 Nutzungen. Der Faktor Saatmischung besaß 2 Faktorstufen: 1. Klee gras-Mischung (KG), beste-

hend aus Deutschem Weidelgras, Rotklee und Weißklee und 2. Klee gras-Kräuter-Mischung (KG+) die bei halber Klee grasausaatmenge äquivalent die Leguminosen Hornschotenklee und Esparsette und die Kräuter Zichorie, Kümmel, Kleiner Wiesenknopf und Spitzwegerich beinhaltet. Der Versuch wurde im Vorjahr des Versuchsjahrs als Untersaat in abtragendem Wintergetreide in Form einer randomisierten Spaltanlage mit vier Wiederholungen angelegt. Zur Ableitung von täglichen Wachstumsraten wurde in den alle 3 bzw. alle 4 Wochen genutzten Schnittsystemen ein Seriensystem angewandt, das aus jeweils 3 bzw. 4 zeitversetzten Serien bestand und eine wöchentliche Hand-Beprobung aller Faktorkombinationen ermöglichte. Die Ertrags- und Qualitätsbeprobung erfolgte auf einer Beprobungshöhe von 5 cm. Zu jeder Nutzung erfolgte eine Analyse der Artenzusammensetzung sowie NIRS-Analysen zur Bestimmung der Futterqualitätsparameter Rohprotein (RP%), Nettoenergie (MJ NEL), sowie die Faserfraktionen ADF und NDF (%) in getrockneten Proben. Die statistische Auswertung erfolgte über ein linear gemischtes Model mit den Faktoren Nutzungsfrequenz und Saatmischung als fixe Faktoren eingingen.

Tab. 1: Versuchsfaktoren und Faktorstufen

Faktor	Faktorstufe	
1. Nutzungsfrequenz	1.1 alle 3 Wochen (simulierte Weide 1)	(3W)
	1.2 alle 4 Wochen (simulierte Weide 2)	(4W)
	1.3 Silage-Schnittsystem mit 4 Nutzungen	(4Sch)
2. Saatmischung	2.1 Klee gras	(KG)
	2.2 Klee gras mit Wiesenkräutern	(KG+)

Ergebnisse und Diskussion

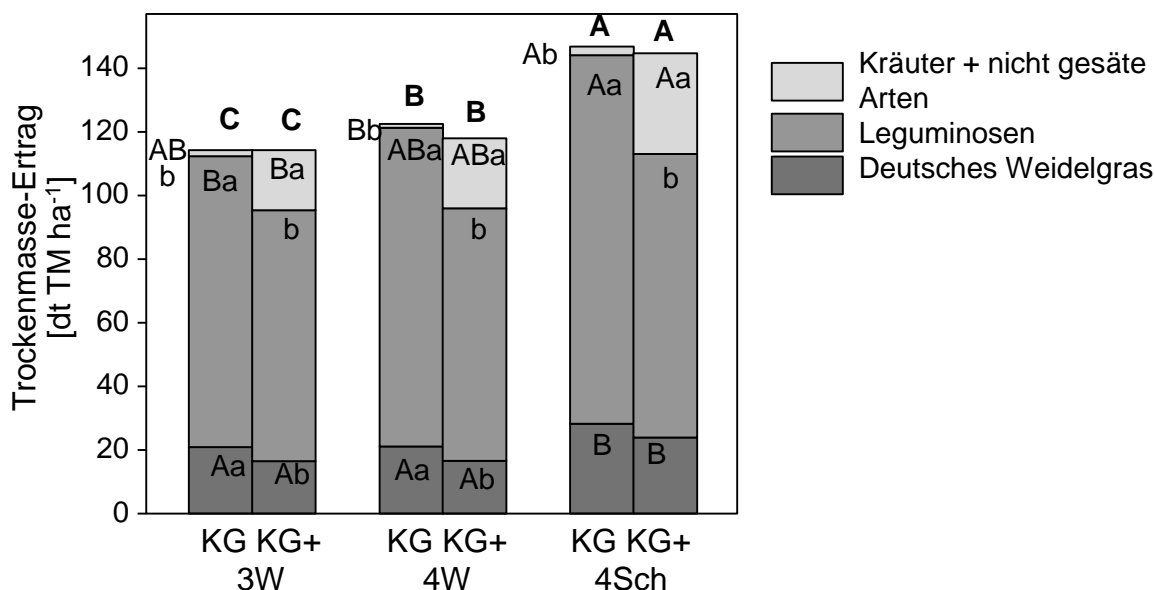


Abb. 1: Gesamt-Jahres-Ertrag [dt TM ha⁻¹] (Gesamtsäule) bzw. Teilerträge der Fraktionen Dt. Weidelgras, Leguminosen sowie Kräuter inklusive nicht angesäeter Arten in Abhängigkeit der Faktoren Saatmischung und Nutzungsintensität (Unterschiedliche Großbuchstaben = Signifikanzen zwischen den Nutzungsintensitäten innerhalb einer Mischung, unterschiedliche Kleinbuchstaben = Signifikanzen zwischen Saatmischungen innerhalb einer Nutzungsintensität).

Abb. 1 zeigt den Einfluss der Versuchsfaktoren Saatmischung und Nutzungsintensität auf die Ausprägung des Gesamt-Jahres-Ertrages [dt TM ha⁻¹] bzw der Teilerträge der Fraktionen Deutsches Weidelgras, Leguminosen und Kräuter inklusive nicht angesäeter Arten. Eine Zunahme der Nutzungsintensität führte in Übereinstimmung mit der Literatur zu einer Abnahme der Ertragsleistungen. Die Reduktion der Teilsaatmengen an Dt. Weidelgras von 20 auf 10 kg ha⁻¹ zu Gunsten eines äquivalenten Ersatzes durch Wiesenkräutersaat bei gleichzeitiger Reduktion der Teilsaatmen-

gen des Rotkleees von 6 auf 3 kg ha⁻¹ sowie des Weißkleees von 2 auf 1 kg ha⁻¹ zu Gunsten von sekundären Leguminosen führte bei keiner Nutzungsintensität zu Ertragsrückgang. Die Reduktion der Grasteilsaatmenge führte zu niedrigeren Grasteilerträgen in der Mischung mit Wiesenkräutern. Infolge des geringen Etablierungserfolges von Esparsette wurden in der gleichen Saatmischung zusätzlich geringere Leguminosenteilerträge registriert, Beide Rückgänge wurden allerdings komplett von der Fraktion der Wiesenkräuter, im Wesentlichen durch Zichorie und Spitzwegerich aber auch durch Wiesenkümmel kompensiert.

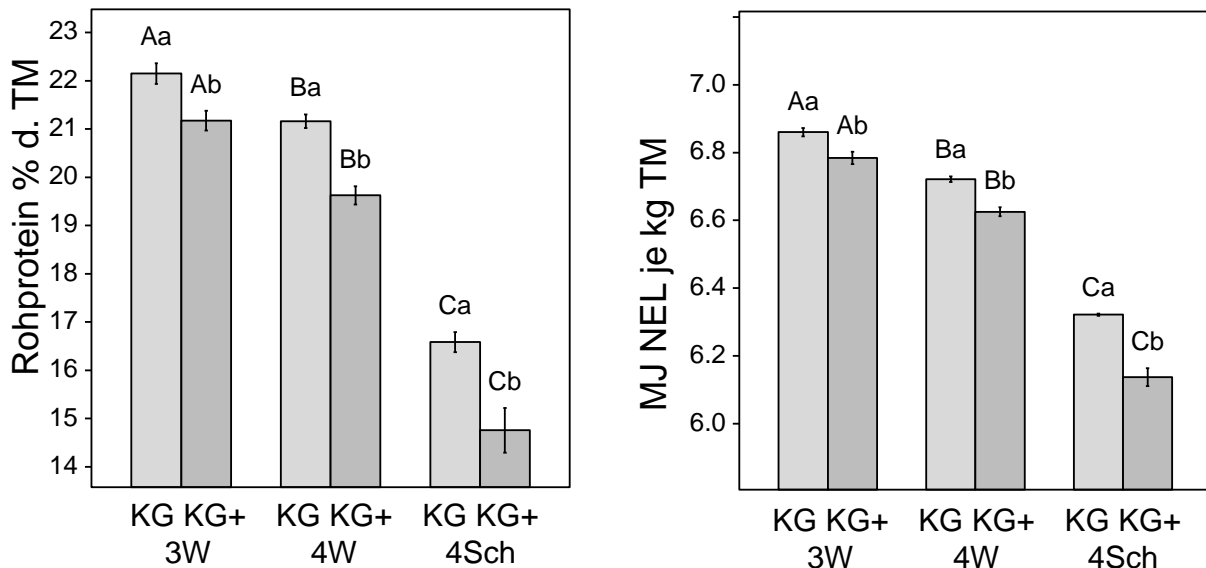


Abb. 2: Rohprotein- [% der TM] und Energiegehalte [MJ NEL je kg TM] der Gesamtbestände (Unterschiedliche Großbuchstaben = Signifikanzen zwischen den Nutzungsintensitäten innerhalb einer Mischung, unterschiedliche Kleinbuchstaben = Signifikanzen zwischen Saatmischungen innerhalb einer Nutzungsintensität).

Abb. 2. zeigt den Einfluss der Versuchsfaktoren Saatmischung und Nutzungsintensität auf die Ausprägung der Rohprotein- und Nettoenergiegehalte der Gesamtbestände. Eine Zunahme der Nutzungsintensität führte in Übereinstimmung mit der Literatur zu einer Zunahme beider Qualitätsparameter. Mit Messwerten von über 21% Rohprotein bzw. 6,8 MJ NEL zeigt sich der Aufwuchs des alle 3 Wochen beernteten Systems als bestens geeignet für die Fütterung von hochleistenden Milchviehherden. Gleiches gilt auf für das alle 4 Wochen beerntete Klee gras. Mit leichten Abstrichen gilt dies auch für die alle 4 Wochen beernteten Bestände mit Kräuterbeimischung. Infolge selektiven Fressens ist bei Futteraufnahme über Beweidung eher mit Qualitätsverbesserungen als mit -verschlechterungen zu rechnen. Generell führte die Beimischung der Wiesenkräuter unabhängig von der Nutzungsintensität zu einer Reduktion der klassischen Futterqualitätsparameter Rohprotein- und Nettoenergiegehalt. In eine abschließende Bewertung sollten aber auch die erzielten Mineralstoffgehalte, die Gehalte an sekundären Inhaltsstoffen sowie Biodiversitätsaspekte mit einbezogen werden. In Abb. 3 ist das Zuwachsverhalten der alle 3 bzw. alle 4 Wochen beernteten Bestände in Abhängigkeit der Saatmischung dargestellt. Die Zuwachskurven zeigen einen charakteristischen Verlauf mit hohen Zuwachsraten in den Monaten Mai und Juni gefolgt von einem weiteren Peak im August nach wieder einsetzenden Niederschlägen nach einer längeren Trockenphase im Juli. Trockenheit Anfang September führte ebenfalls zu einer zwischenzeitlichen Ertragsdepression. Die festgestellten Zuwachsraten im Zeitraum Mai bis September entsprechen denen von hochgedüngten Beständen aus irischen Untersuchungen. Aufgrund der unterschiedlichen Wachstumscharakteristik von Gräsern und Kräutern verlief der Wachstumsspeak der Summe beider Fraktionen im Frühjahr flacher als vom Gras des Klee gras. In der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode wurde der Zuwachsrückgang des Grases von Kräutern kompensiert und somit in dieser Phase höhere Zuwächse durch den Mischbestand realisiert.

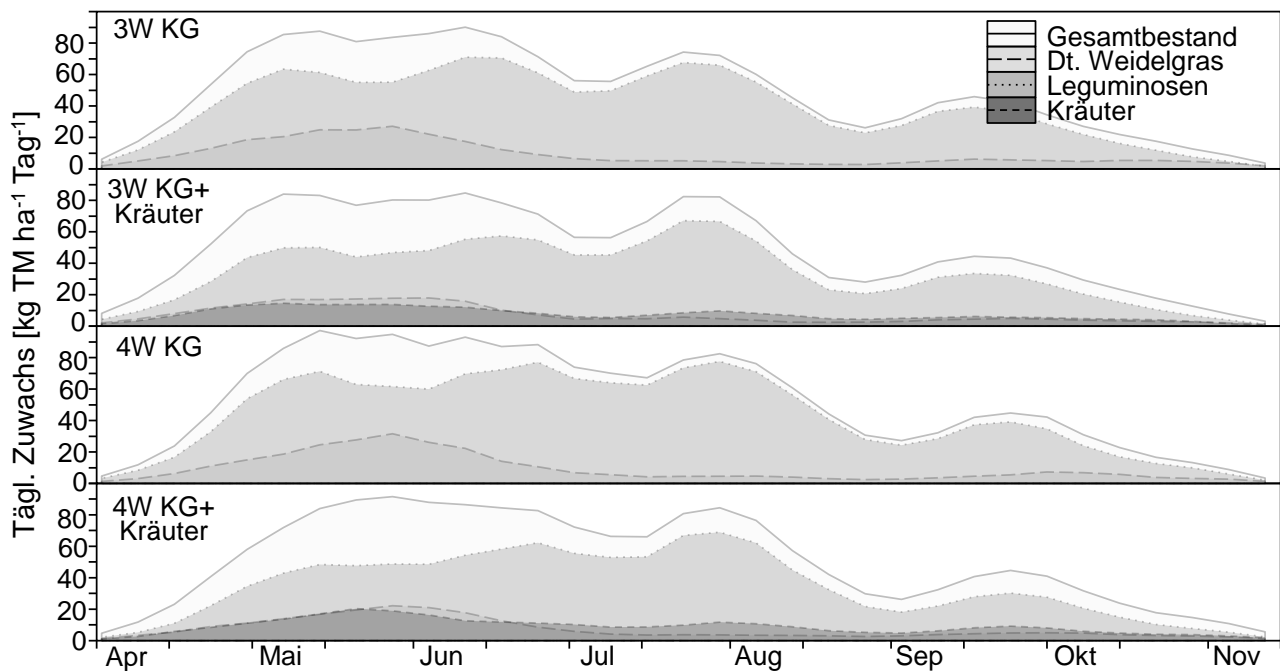


Abb. 3: Tägliche Zuwachsraten des Gesamtbestands [$\text{kg TM ha}^{-1} \text{Tag}^{-1}$] bzw. der Fraktionen Dt. Weidelgras, Leguminosen sowie Kräuter (inkl. nicht angesäte Arten) in Abhängigkeit der Faktoren Saatmischung und Nutzungsintensität

Schlussfolgerungen

Bei hoher Nutzungsfrequenz lässt sich mit nicht zusätzlich mit N gedüngten Klee grasbeständen unter norddeutschen Verhältnissen auch bei Beweidung eine gleichmäßige Versorgung von hochleistenden Milchviehherden mit hohen Futterqualitäten sicherstellen. Eine Zumischung von Zichorie, Spitzwegerich, Wiesenkümmel und Hornschotenklee führte zu botanisch vielfältigeren Beständen mit ausgeglicheneren Erträgen die ohne allzu großen Qualitätsabstriche als Quelle für Mineralstoffe und sekundärer Inhaltsstoffe herangezogen werden kann.

Literatur

- 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. In: *Grass and Forage Science* 32 (4), pp. 177–183.
- DILLON, P. (2006): Achieving high dry-matter intake from pasture with grazing dairy cows; in: Elgersma, A. Dijkstra, J. & Tamminga S. (Eds.) *Fresh Herbage for Dairy Cattle: The Key to a Sustainable Food Chain*. Springer-Verlag, Heidelberg, Germany; 2006:1–26.
- DUDZINSKI, C. (2013): Kenndaten aktueller Weidemilcherzeugung in Schleswig-Holstein und deren ökonomische Bewertung. Masterarbeit, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- PIRHOFFER-WALZL, K., SØEGAARD, K., HØGH-JENSEN, H., ERIKSEN, J., SANDERSON, M.A. & RASMUSSEN, J. (2011): Forage herbs improve mineral composition of grassland herbage. In: *Grass and Forage Science* 66 (3), pp. 415–423.
- GREIMEL, M. (1999): Ganzjahresstallhaltung im Vergleich zur Weidehaltung aus betriebswirtschaftlicher Sicht. 5. Alpenländisches Expertenforum, 18.-19. März 2000. BAL-Tagungsbericht, 79-80.
- HUGUENIN, O., COLLINS, R. P., HOEKSTRA, N. J., HOFER, D., HUSSE, S., SUTER, D., SUTER, M., & LÜSCHER, A. (2014): Mischungseffekte unter unterschiedlichen Bedingungen. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, 16, 136-141.
- LEITHOLD, A., HÄUSLER, J., GRUBER, L. & GUGGENBERGER, T. (2009): Wirtschaftlichkeit, Wettbewerbsfähigkeit und Perspektiven der rationsoptimierten Weidehaltung. 36. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2009, 129-136.

Über den Beitrag von Inkarnatklee (*trif. incarnatum*) als Zwischenfrucht zur Versorgung von Nutztieren mit essentiellen Aminosäuren

Sommer, H.¹, Hartmann, S.², Schultz, H.³ & Sundrum, A.¹

¹ Fachgebiet für Tierernährung und Tiergesundheit, Universität Kassel

Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, hendriksommer@uni-kassel.de

² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Am Gereuth 4, 85354 Freising

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

Einleitung und Problemstellung

Der Zwischenfruchtanbau ist ein wichtiger Bestandteil von Fruchtfolgeplanung und –management. Er dient der Akkumulation nicht gebundener Nährstoffe im Boden und zur Anreicherung von Humus. Werden Leguminosen als Zwischenfrucht angebaut, tragen diese über die genannten positiven Eigenschaften hinaus zur Anreicherung von Luftstickstoff im Boden bei und verbessern dadurch die Stickstoffversorgung auf dem Ackerland. Im Rahmen des Greening wird dies auch honoriert. Während die Fixierleistung solcher Zwischenfrüchte und ihre Systemwirkungen bislang ausgiebig erforscht wurden, fehlen jedoch Informationen über den Nährstoffgehalt und Futterwert solcher Bestände, sollten sie in der Nutztierfütterung eingesetzt werden. Insbesondere über die Aminosäurezusammensetzung liegen unzureichende Informationen vor. Dabei wird zunehmend gefordert, das Potenzial der Leguminosen für eine regionale Proteinerzeugung zu nutzen (vgl. SOMMER und SUNDRUM (a), 2014) und zu optimieren. Allerdings werden nicht nur Bestrebungen an Bedeutung gewinnen, die Leguminosenanteile im Grünland zu steigern. Insbesondere die Steigerung der essentiellen Aminosäuren wird zunehmend wichtiger, um dieses Potential noch weiter auszubauen. In vorliegendem Beitrag soll aufgezeigt werden, wie die Aminosäurezusammensetzung von Inkarnatklee (*trif. incarnatum*) strukturiert ist.

Material und Methoden

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

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Rohproteinanalyse differenziert in die drei Schnitte sind in Tabelle 1 aufgeführt. Der mittlere Rohproteingehalt unterscheidet sich bei allen Sorten signifikant. Der höchste mittlere Rohproteingehalt (über alle drei Schnitte) war bei der Sorte Tardivo zu verzeichnen. Insgesamt waren jedoch hohe Standardabweichungen zu beobachten.

Tab. 1: Rohproteingehalte der untersuchten Inkarnatkleesorten

XP in g 100g ⁻¹	Contea			Linkarus			Tardivo			Heuser`s		
	Ø	±σ	n	Ø	±σ	n	Ø	±σ	n	Ø	±σ	n
1. Schnitt	20,5	3,92	9	18,1	1,56	12	21,9	2,37	9	18,2	2,33	9
2. Schnitt	19,4	0,55	9	19,4	0,51	9	23,4	0,31	3	21,9	0,58	3
3. Schnitt	22,0	1,40	6	21,7	2,88	6						

In der vorliegenden Untersuchung konnte ein linearer Zusammenhang zwischen den einzelnen Aminosäuren und dem Rohproteingehalt festgestellt werden. Abbildung 1 stellt die berechneten Zusammenhänge in Form von linearen Regressionen dar. Die Höhe des Rohproteingehaltes ist dabei entscheidend für die Menge an essentiellen Aminosäuren.

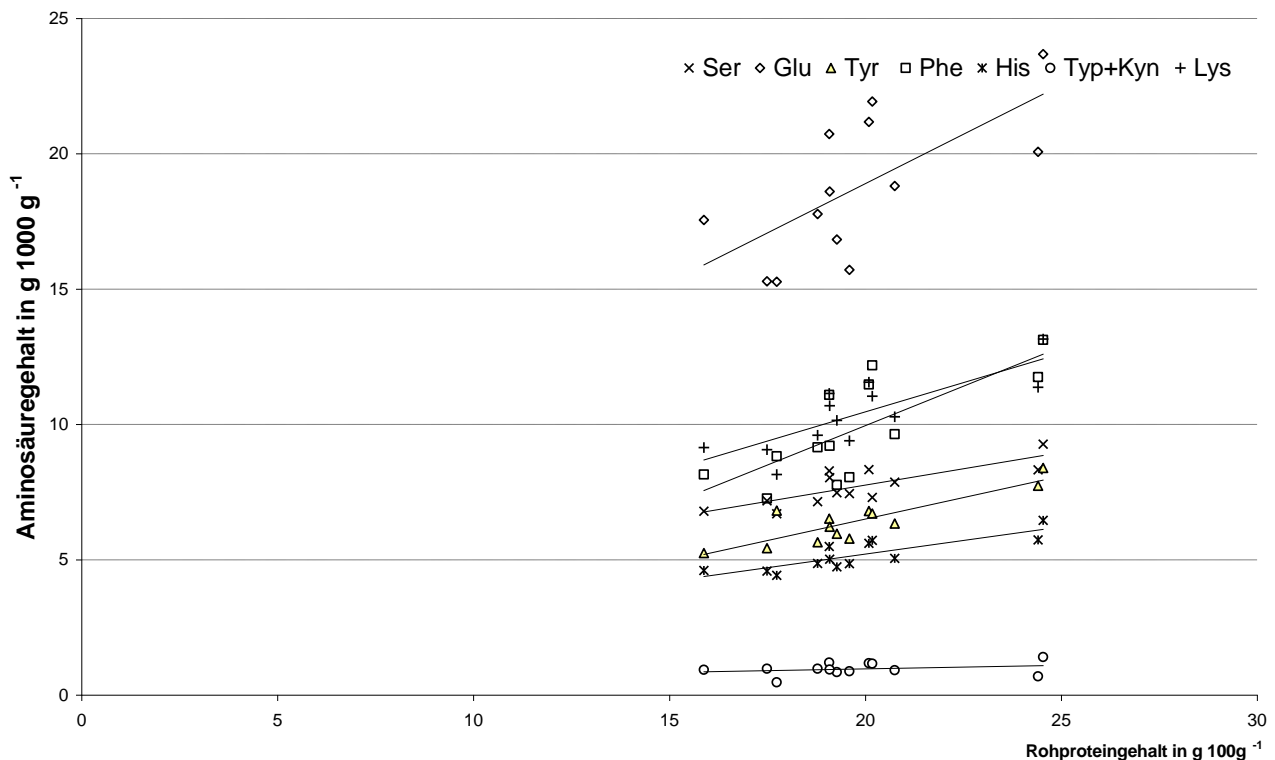


Abb. 1: lineare Regressionen zwischen dem Rohproteingehalt und ausgewählten Aminosäuren

Bei der Aminosäure Glutamin (Glu) konnte die größte Steigung berechnet werden (0,7 Einheiten Glu pro Einheit XP), gefolgt von Phenylalanin (0,6 Einheit Phe pro Einheit XP) und Lysin (0,4 Einheiten Lys pro Einheit XP). Die Regressionsgleichungen und das Bestimmtheitsmaß sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Hier zeigt sich, dass hohe Anteile an essentiellen Aminosäuren dann erzielt werden, wenn ein hoher Rohproteingehalt vorliegt. Der Einsatz von Perserklee in der Nutztierfütterung spielt bislang eine untergeordnete Rolle, so dass ein Literaturvergleich zu den erarbeiteten Ergebnissen schwierig ist. Die vorliegenden Ergebnisse lassen jedoch einen stärkeren Einsatz dieser Ressource in der Fütterung sinnvoll erscheinen. Während bisherige Untersuchungen vorwiegend auf den Aspekt der Anreicherung von Bodenluftstickstoff im Betriebssystem und daraus resultierende Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit (vgl. HAAS, 2003) sowie die ökonomische Situation (vgl. URBATZKA *et al.*, 2012) abzielen, fehlen Untersuchungen über eine effiziente Nutzung in der Nutztierernährung. Dazu ist es allerdings auch notwendig, die Ertragsituation zu betrachten. Die Ertragsleistung der untersuchten Bestände wurde im Rahmen des Projektes ebenfalls erfasst und mit den Rohproteingehalten verrechnet, um die Rohproteinträge der untersuchten Sorten zu ermitteln. Die Daten wurden bereits vorgestellt (vgl. SOMMER und SUNDRUM (b), 2014). Wenn sich der Bestand gut etab-

liert, sind bei einer zeitigen Aussaat im Frühjahr (dann unter Verwendung als Hauptfrucht) drei Schnitte möglich. Etabliert als Untersaat bei einer früh räumenden Hauptfrucht ist immerhin noch ein Schnitt möglich. Die hierzu notwendigen Untersuchungen stehen an und deren Ergebnisse werden zeitnah veröffentlicht.

Tab. 2: Regressionsgleichungen und Bestimmtheitsmaße

Aminosäure	Regressionsgleichung	R ²
Ser	$y = 0,2416x + 2,931$	0,66
Glu	$y = 0,7289x + 4,3268$	0,45
Tyr	$y = 0,3167x + 0,1726$	0,75
Phe	$y = 0,5808x - 1,6554$	0,56
His	$y = 0,201x + 1,1962$	0,69
Typ+Kyn	$y = 0,027x + 0,4323$	0,08
Lys	$y = 0,4308x + 1,8558$	0,64

Schlussfolgerungen

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

Danksagung

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

Literatur

- HAAS, G. (2003) Leistungsfähigkeit von Winter-Zwischenfrucht- Leguminosen. Beitrag präsentiert bei der Konferenz 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau "Ökologischer Landbau der Zukunft", Wien, 24 -26.2.2003, Seite(n) 515-516. Universität für Bodenkultur Wien - Institut für ökologischen Landbau.
- SOMMER, H. und SUNDRUM, A. (2014): Leaf mass of clover-like legumes as a protein source in organic pig nutrition. In: Rahmann, G. a. Aksoy, U. (eds.): Building Organic Bridges. Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference at the Organic World Congress 2014, 13 - 15 October 2014 in Istanbul, Turkey. Thünen-Report 20,2. Braunschweig, 489–492.
- SOMMER, H. und SUNDRUM, A. (2014): Determining the feeding value and digestibility of the leaf mass of alfalfa (*Medicago sativa*) and various types of clover. In: Schobert, H.; Riecher, M.-C.; Fischer, H.; Aenis, T. a. Knierim, A. (eds.): Farming systems facing global challenges: Capacities and strategies, 1698–1704.
- URBATZKA, P., CAIS, K., REHM, A., SALZEDER, G. & SCHÄTZL, R. (2012): Ökonomische Betrachtung des Anbaus legumer Zwischenfrüchte im Ökolandbau. In: Wiesinger, Klaus und Cais, Kathrin (Hrsg.) Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, Tagungsband - Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Nr. 4/2012, S. 150-155.

Über den Beitrag von Perserklee (*trif. resupinatum*) als Zwischenfrucht zur Versorgung von Nutztieren mit essentiellen Aminosäuren

Sommer, H.¹, Hartmann, S.², Schultz, H.³ & Sundrum, A.¹

¹ Fachgebiet für Tierernährung und Tiergesundheit, Universität Kassel

Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen, hendriksommer@uni-kassel.de

² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Am Gereuth 4, 85354 Freising, Deutschland

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

Einleitung und Problemstellung

Der Zwischenfruchtanbau ist ein wichtiger Bestandteil von Fruchtfolgeplanung und –management. Er dient der Akkumulation nicht gebundener Nährstoffe im Boden und zur Anreicherung von Humus. Werden Leguminosen als Zwischenfrucht angebaut, tragen diese über die genannten positiven Eigenschaften hinaus zur Anreicherung von Luftstickstoff im Boden bei und verbessern dadurch die Stickstoffversorgung auf dem Ackerland. Im Rahmen des Greening wird dies auch honoriert. Während die Fixierleistung solcher Zwischenfrüchte und ihre Systemwirkungen bislang ausgiebig erforscht wurden, fehlen jedoch Informationen über den Nährstoffgehalt und Futterwert solcher Bestände, sollten sie in der Nutztierfütterung eingesetzt werden. Insbesondere über die Aminosäurezusammensetzung liegen unzureichende Informationen vor. Dabei wird zunehmend gefordert, das Potenzial der Leguminosen für eine regionale Proteinerzeugung zu nutzen (vgl. SOMMER und SUNDRUM (a), 2014) und zu optimieren. Allerdings werden nicht nur Bestrebungen an Bedeutung gewinnen, die Leguminosenanteile im Grünland zu steigern. Insbesondere die Steigerung der essentiellen Aminosäuren wird zunehmend wichtiger, um dieses Potential noch weiter auszubauen. In vorliegendem Beitrag soll aufgezeigt werden, wie die Aminosäurezusammensetzung von Perserklee (*trif. resupinatum*) strukturiert ist.

Material und Methoden

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

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der Rohproteinanalyse differenziert in die drei Schnitte sind in Tabelle 1 aufgeführt. Der mittlere Rohproteingehalt unterscheidet sich bei allen Sorten signifikant. Der höchste mittlere Rohproteingehalt (über alle drei Schnitte) war bei der Sorte Tardivo zu verzeichnen. Insgesamt waren jedoch hohe Standardabweichungen zu beobachten. Allerdings können weder über die Rohproteingehalte noch über die Gehaltsschwankungen Aussagen getroffen werden, ob die Werte vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen sind.

Tab. 1: Rohproteingehalte der untersuchten Perserkleesorten

XP in g 100g ⁻¹	Gorby			Ciro			Laser			Nitro Plus		
	Ø	±σ	n	Ø	±σ	n	Ø	±σ	n	Ø	±σ	n
1. Schnitt	22,6	4,41	9	23,6	5,44	12	22,0	3,99	12	22,1	4,23	12
2. Schnitt	19,4	4,55	12	22,4	4,14	12	21,2	3,07	9	21,0	1,50	9
3. Schnitt	23,9	1,26	6	22,5	1,74	6	21,0	2,76	6	24,0	2,24	6

In der vorliegenden Untersuchung konnte ein linearer Zusammenhang zwischen den einzelnen Aminosäuren und dem Rohproteingehalt festgestellt werden. Abbildung 1 stellt die berechneten Zusammenhänge in Form von linearen Regressionen dar. Die Höhe des Rohproteingehaltes ist dabei entscheidend für die Menge an essentiellen Aminosäuren.

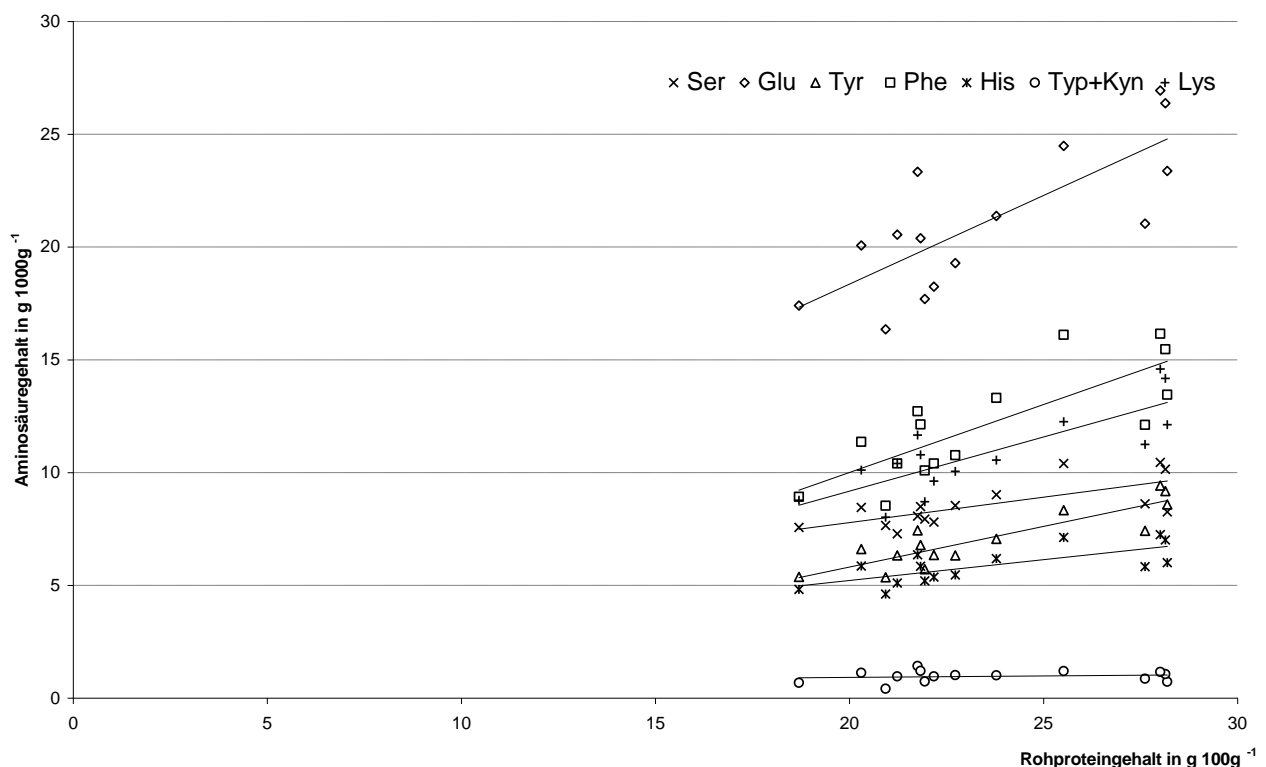


Abb. 1: lineare Regressionen zwischen dem Rohproteingehalt und ausgewählten Aminosäuren

Bei der Aminosäure Glutamin (Glu) konnte die größte Steigung berechnet werden (0,8 Einheiten Glu pro Einheit XP), gefolgt von Phenylalanin (0,6 Einheit Phe pro Einheit XP) und Lysin (0,5 Einheiten Lys pro Einheit XP). Die Regressionsgleichungen und das Bestimmtheitsmaß sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Hier zeigt sich, dass hohe Anteile an essentiellen Aminosäuren dann erzielt werden, wenn ein hoher Rohproteingehalt vorliegt. Der Einsatz von Perserklee in der Nutztierfütterung spielt bislang eine untergeordnete Rolle, so dass ein Literaturvergleich zu den erarbeiteten Ergebnissen schwierig ist. Die vorliegenden Ergebnisse lassen jedoch einen stärkeren Einsatz dieser Ressource in der Fütterung sinnvoll erscheinen. Während bisherige Untersuchungen vorwiegend auf den Aspekt der Anreicherung von Bodenluftstickstoff im Betriebssystem und daraus resultierende Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit (vgl. HAAS, 2003) sowie die ökonomische Situation (vgl. URBATZKA *et al.*, 2012) abzielen, fehlen Untersuchungen über eine effiziente Nutzung in der Nutztierernährung. Dazu ist es allerdings auch notwendig, die Ertragsituation zu betrachten. Die Ertragsleistung der untersuchten Bestände wurde im Rahmen des Projektes ebenfalls erfasst und mit den Rohproteingehalten verrechnet, um die Rohproteinträge der untersuchten Sorten zu ermitteln. Die Daten wurden bereits vorgestellt (vgl. SOMMER und SUNDRUM (b), 2014). Wenn sich der Bestand gut etab-

liert, sind bei einer zeitigen Aussaat im Frühjahr (dann unter Verwendung als Hauptfrucht) drei Schnitte möglich. Etabliert als Untersaat bei einer früh räumenden Hauptfrucht ist immerhin noch ein Schnitt möglich. Die hierzu notwendigen Untersuchungen stehen an und deren Ergebnisse werden zeitnah veröffentlicht.

Tab. 2: Regressionsgleichungen und Bestimmtheitsmaße

Aminosäure	Regressionsgleichung	R ²
Ser	$y = 0,226x + 3,2616$	0,50
Glu	$y = 0,7859x + 2,6405$	0,60
Tyr	$y = 0,3607x - 1,4004$	0,77
Phe	$y = 0,6025x - 2,0452$	0,62
His	$y = 0,1842x + 1,5342$	0,51
Typ+Kyn	$y = 0,0123x + 0,6784$	0,02
Lys	$y = 0,4808x - 0,4382$	0,66

Schlussfolgerungen

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

Danksagung

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

Literatur

- HAAS, G. (2003) Leistungsfähigkeit von Winter-Zwischenfrucht- Leguminosen. Beitrag präsentiert bei der Konferenz 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau "Ökologischer Landbau der Zukunft", Wien, 24 -26.2.2003, Seite(n) 515-516. Universität für Bodenkultur Wien - Institut für ökologischen Landbau.
- SOMMER, H. und SUNDRUM, A. (2014): Leaf mass of clover-like legumes as a protein source in organic pig nutrition. In: Rahmann, G. a. Aksoy, U. (eds.): Building Organic Bridges. Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference at the Organic World Congress 2014, 13 - 15 October 2014 in Istanbul, Turkey. Thünen-Report 20,2. Braunschweig, 489–492.
- SOMMER, H. und SUNDRUM, A. (2014): Determining the feeding value and digestibility of the leaf mass of alfalfa (*Medicago sativa*) and various types of clover. In: Schobert, H.; Riecher, M.-C.; Fischer, H.; Aenis, T. a. Knierim, A. (eds.): Farming systems facing global challenges: Capacities and strategies, 1698–1704.
- URBATZKA, P., CAIS, K., REHM, A., SALZEDER, G. & SCHÄTZL, R. (2012): Ökonomische Betrachtung des Anbaus legumer Zwischenfrüchte im Ökolandbau. In: Wiesinger, Klaus und Cais, Kathrin (Hrsg.) Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising, Tagungsband - Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Nr. 4/2012, S. 150-155.

Beeinflussung des Biomassewachstums sowie der Selektivität von Weidetieren durch Exkrementstellen bei extensiver Beweidung

Scheile, T., Isselstein, J. & Tonn, B.

Goerg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,
Abteilung Graslandwissenschaft, von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen
thorsten.scheile@agr.uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Die Beweidung von landwirtschaftlich genutzten Flächen durch Weidetiere bedingt, dass ein Teil des Biomasseaufwuchses (AUGUSTINE *et al.*, 2003; LEMAIRE *et al.*, 2009) von den grasenden Tieren aufgenommen und der überwiegende Teil der aufgenommenen Pflanzennährstoffe über Kot und Urin zurückgeführt werden. Die Produktivität der Fläche kann durch die mengenmäßige Aufteilung der Nährstoffe in Kot und Urin beeinflusst werden (WHITE-LEECH *et al.*, 2013). Abgesehen vom Einfluss auf das Biomassewachstum können bei den Exkrementstellen besonders die Dungstellen die Selektivität der Tiere beeinflussen (FORBES *et al.*, 1985). In einem zweifaktoriellen Feldversuch mit Kühen und Schafen, welche grasdominierte und diverse Flächen beweideten, wurde im Frühjahr 2014 untersucht, welchen Einfluss Exkrementstellen auf das Längenwachstum des Grases und den Verbiss durch die Tiere haben.

Material und Methoden

Die Erhebung wurde 2014 auf einem 2002 angelegten Weideversuch am Rande des Solling (N:51°46'47", O: 9°42'11") am Versuchsgut Relliehausen der Georg-August-Universität-Göttingen durchgeführt. Bei der Erhebung der Daten wurden die Versuchsfaktoren Weidetier und Grasnarbentyp realisiert. Zur Beweidung der Flächen wurden Kühe der Rasse Deutsche Simmental und Schafe der Rasse Schwarzköpfige Fleischschafe genutzt. Eine Hälfte der Parzellen wurde mit Herbiziden behandelt (zuletzt 2012), sodass größtenteils monokotyle Pflanzen vorherrschend sind (grasdominierter Grasnarbentyp), wohingegen die andere Hälfte unbehandelt blieb (diverser Grasnarbentyp). Die Fläche ist moderat artenreich und kann dem *Lolium-Cynosuretum* zugeordnet werden. Die Versuchsfläche umfasst 12 Parzellen mit einer Größe von je 0,5 ha, welche aufgeteilt in 3 Blöcke als Umtriebsweide dreimal je Jahr beweidet wurden. Der Tierbesatz basierte auf dem metabolischen Körpergewicht und der daraus errechneten theoretischen Trockenmasseaufnahme, sodass sich bei den Kühen eine Besatzdichte von $6,27 \pm 0,51$ und bei den Schafen von $4,24 \pm 0,29$ GV ha⁻¹ ergaben (Mittelwert \pm Standardabweichung, GV = Großvieheinheit von 500 kg). Im Frühjahr 2014 wurden je Block nach dem Auftrieb pro Parzelle jeweils drei Triplets, bestehend aus einer Urin-, einer Kot-, sowie einer Kontrollstelle (die unterschiedlichen Patchtypen), in situ markiert. Die Urinpatches wurden durch Tierbeobachtung festgestellt. Entsprechend der Vegetationszusammensetzung und der Grasnarbenhöhe an den Urinpatches wurden die Kot-, sowie Kontrollpatches zugeordnet ausgewählt. Um jeden ausgewählten Patch wurde eine Auszäunung aufgestellt, so dass den Tieren ein Fressen auch innerhalb der Auszäunungen möglich war, eine weitere Kontamination mit Exkrementen jedoch vermieden werden konnte. Diese Auszäunung bestand aus vier Plastikpfählen, um welche eine Litze gespannt wurde. Sie umfasste eine Fläche von 1*1 m² bei Kühen und 0,5*0,5 m² bei Schafen. In 5 cm-Intervallen wurde die Höhe des Bestandes an vorher festgelegten Transekten erfasst (Höhe = Höhe des ersten Pflanzenteils, das eine Messfläche von 6 cm² berührt, in Anlehnung an den Swardstick (STEWART *et al.*, 2001)). Zur Höhenmessung wurde die südliche Hälfte der Patches genutzt. Von der Exkrementstelle ausgehend wurde sowohl in südwestlicher, als auch in südöstlicher Richtung die Höhe bei den Kühen an 9 und den Schafen an 6 Stellen erfasst. Für die weiteren Berechnungen wurde der Mittelwert der beiden Transekte verwendet. Die Höhenmessung fand an drei Zeitpunkten statt: Beim Markieren der Patches während der ersten Rotation (erste Höhenmessung (14.05., 26.05. und 10.06.)), vor dem zweiten Auftrieb (zweite Höhenmessung (13.06., 26.06. und 01.07.)) und nach Abtrieb der Tiere von den Parzellen zur zweiten Rotation (dritte Höhenmessung (27.06., 04.07. und 11.07.)). Aus

den Messungen ergeben sich folgende Zielgrößen: Biomassewachstum nach Exkrementdeposition (Differenz aus zweiter und erster Höhenmessung, Verwendung der Einzelwerte je Abstand), Verbiss der Tiere (Differenz aus dritter und zweiter Höhenmessung, Mittelwerte je Patch) und die nicht gefressene Biomasse (dritte Höhenmessung, Verwendung der Einzelwerte je Abstand).

Der Einfluss der Patchtypen und der Tierart auf den Biomassezuwachs, den Verbiss und die nicht gefressene Biomasse wurden mit Hilfe gemischter Modelle untersucht. Feste Effekte waren die Tierart, Grasnarbentyp und der Patchtyp, sowie deren Interaktionen; Block, Parzelle, Triplett wurden als genestete zufällige Faktoren in den Modellen angewendet. Die Varianzhomogenität wurde einzeln durch die Anpassung der Varianzstruktur für jedes Modell erreicht.

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

Ergebnisse und Diskussion

Die statistische Analyse der Mittelwerte je Patch zeigte keinen signifikanten Effekt der Tierart oder des Patchtyps auf das Biomassewachstum. Betrachtet man die Einzelwerte, so zeigten die Urinpatches der Kühe einen Einfluss (Abb. 1a). Im Zentrum der Patches zeigte sich mit 9,1 cm der größte Zuwachs, der mit zunehmender Distanz absank. Ein ähnlicher Biomassezuwachs zeigte sich an den Dungpatches, welche sich nicht signifikant von den anderen Patches unterschieden. Die Biomassezuwächse der Exkrementstellen der Schafe lagen unter denen der Kühe. An den Urin- sowie Dungpatches waren ungleichmäßige Zuwächse zu messen. Bei beiden Tierarten sank der Biomassezuwachs innerhalb der Kontrollpatches mit zunehmender Distanz ab.

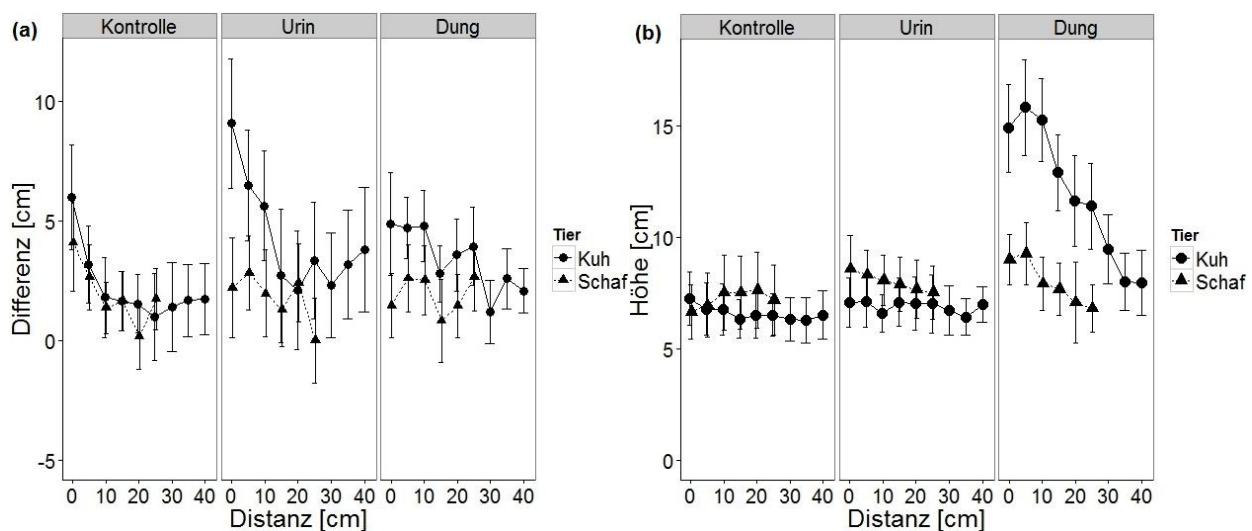


Abb. 1: Mittelwerte ($n = 18$) der Transekte mit Standardabweichung, Distanz bei Kontrolle und Urin = Messung vom Zentrum, bei Dung der Kühe = ab dem Rand des Dungpatches, a: Differenz der Grasnarbenhöhe zwischen der Exkrementdeposition und dem Beginn der nächsten Beweidung an Dung-, Kontroll- und Urinpatches bei Kühen und Schafen, b: Grasnarbenhöhe nach dem Ende der Beweidung.

Beim Verbiss war die Interaktion von Tierart und Patchtyp signifikant ($p < 0,0001$). Der Verbiss der Tiere an den Patches ist in Abb. 2 dargestellt. Die Kühe verbissen die Urinpatches mit einer Höhendifferenz von 11,9 cm signifikant mehr ($p < 0,0001$) als die anderen Patches. An den Dungpatches verbissen sie mit einer Höhendifferenz von 3,7 cm signifikant weniger Biomasse ($p < 0,0001$). Auch die Schafe verbissen an den Urinpatches mit einer durchschnittlichen Höhendifferenz von 6,2 cm signifikant mehr Biomasse als an den anderen Patches ($p < 0,05$). Der Dung der Schafe hatte keinen signifikanten Effekt auf den Verbiss. Der Verbiss der Kontrollpatches beider Tierarten unterschied sich nicht signifikant ($p = 0,3873$).

Bei der Betrachtung des Einflusses der Exkrementstellen auf die verbleibende Biomasse zeigte sich eine signifikante Interaktion zwischen Tierart und Patchtyp ($p < 0,0001$). Der Einfluss der Ex-

kremente auf die verbleibende Biomasse ist in Abbildung 1b dargestellt. Nach der Beweidung hinterließen die Kühe an den Dungpatches signifikant mehr Biomasse ($p < 0,0001$) als an den Urin- oder Kontrollpatches. Die Dungpatches unterschieden sich bei den Schafen nicht signifikant von den anderen Patches. Die zurückgelassene Biomasse an den Urinpatches unterschied sich bei beiden Tierarten nicht signifikant von den jeweiligen Kontrollpatches. Nur der Vergleich Kontroll- sowie Dungpatches der Kühe unterschied sich signifikant ($p < 0,0001$). Auch die Kontrollpatches beider Tierarten zeigte keinen signifikanten Unterschied.

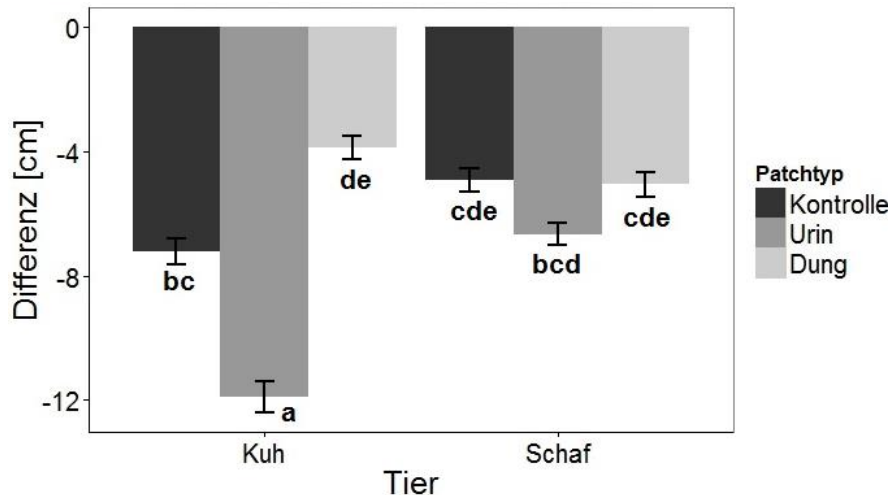


Abb. 2: Differenz der Grasnarbenhöhe vor und nach der Beweidung an Kot-, Urin- und Kontrollpatches bei Kühen und Schafen, Mittelwerte je Patch, Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Mittelwerten sind durch unterschiedliche Buchstaben gekennzeichnet.

Durch die geringe Nährstoffabfuhr von bewirtschafteten Weidesystemen in Form von tierischem Gewebe (ROTZ *et al.*, 2005) wird ein Großteil der Nährstoffe mit den Exkrementen wieder der Weide zugeführt (MCDONALD *et al.*, 1995; WHITEHEAD, 2000), wodurch es kleinräumig zu sehr unterschiedlichen weidetierbedingten Nährstoffbilanzen kommen kann (TONN *et al.*, 2012). Entgegen existierender Untersuchungen zeigte sich in diesen Versuchen kein signifikanter Effekt der Urinpatches auf das Biomassewachstum. Bisherige Untersuchungen haben gezeigt, dass Urinpatches der Kühe einen positiven Effekt von bis zu 15-20 cm über die betroffene Fläche hinaus auf die Produktivität und die N-Aufnahme der Biomasse auch in gedüngten Weidesystemen haben können (DECAU *et al.*, 2003; SAARIJÄRVI und VIRKAJÄRVI, 2009; WHITE-LEECH *et al.* 2013). Auch die Urinpatches der Schafe zeigten keine Wirkung auf das Biomassewachstum. Die geringere Menge Urin, welche bei den Schafen mit einem Absatz auf die Weide gelangt, kann eine mögliche Erklärung hierfür sein (HAYNES und WILLIAMS, 1993).

Auch an den Dungpatches der Kühe und Schafe konnte kein signifikanter Effekt auf das Biomassewachstum beobachtet werden. Die Höhendifferenz der Kontrollpatches beider Tierarten erklärt sich durch die geringe Höhe im Zentrum und die große Höhe im Außenbereich der Patches beim Aufstellen der Flächen (Daten nicht dargestellt).

Die Kühe hinterließen an den Dungpatches signifikant mehr Biomasse, als an den anderen Patches (Abbildung 1b) und befraßen diese auch signifikant weniger (Abbildung 2), was sich mit den Ergebnissen bisheriger Untersuchungen deckt (HIRATA *et al.*, 1987). Sie meiden diese in einem Zeitraum von 2-18 Monaten und befressen die ersten 15 cm um die Dungpatches nicht (NORMAN und GREEN, 1958; WEEDA, 1967; HAYNES und WILLIAMS, 1993). Bei den Schafen zeigte sich kein signifikanter Effekt der Dungpatches auf die hinterlassene Biomasse. Sie entnahmen an den Dungpatches ähnlich viel Biomasse wie an den Kontrollpatches (Abbildung 2). Urinpatches können hingegen von den Kühen besonders in der nächsten Weideperiode präferiert werden (DAY und DETLING, 1990), was die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen. Auch die Schafe verbissen an den Urinpatches signifikant mehr Biomasse als an den anderen Patches. Die hinterlassene Biomasse wurde jedoch bei beiden Tieren nicht signifikant durch die Urinpatches beeinflusst. Sowohl der Verbiss, als auch die zurückgelassene Biomasse unterschieden sich bei beiden Tieren an den Kontrollpatches nicht signifikant.

Schlussfolgerungen

Entgegen der Ergebnisse bisheriger Untersuchungen zeigten sich in dieser Arbeit an den Exkrementstellen beider Tierarten keinen signifikanten Effekt auf das Biomassewachstum. Jedoch wurde der Verbiss an den Urin- und den Dungpatches bei den Kühen signifikant beeinflusst. Dementsprechend hinterließen sie an den Dungpatches mehr Biomasse.

Literatur

- AUGUSTINE, D.J., MCNAUGHTON, S.J. & FRANK, D.A. (2003): Feedbacks between soil nutrients and large herbivores in a managed savanna ecosystem. *Ecological Applications* 13: 1325-1337.
- DAY, T.A. and DETLING, J.K. (1990): Grassland patch dynamics and herbivore grazing preference following urine deposition. *Ecology* 71:180–188.
- DECAU, M.L., SIMON, J.C. & JACQUET, A. (2003): Fate of urine nitrogen in three soils throughout a grazing season. *Journal of Environmental Quality* 32: 1405-1413.
- FORBES, T.D.A. und HODGSON, J. (1985): The reaction of grazing sheep and cattle to the presence of dung from the same or the other species. *Grass and Forage Science* 40: 177-182.
- HAYNES, R.J. and WILLIAMS, P.H. (1993): Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Advances in Agronomy* 49: 119-199.
- HIRATA, M., SUGIMOTO, Y. & UENO, M. (1987): Distribution of dung pats and ungrazed areas in Bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüge) pasture. *Japanese Society of Grassland Science* 33:128–139.
- LEMAIRE, G., DA SILVA, S.C., AGNUSDEI, M., WADE, M. & HODGSON, J. (2009): Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: A review. *Grass and Forage Science* 64: 341-351.
- MCDONALD, P., EDWARDS, R.A., GREENHALGH, J.F.D. & MORGAN, C.A. (1995): Animal nutrition. 5. Aufl., Longman, Harlow.
- NORMAN, M.J.T. and GREEN, J.O. (1958): The local influence of cattle dung and urine upon the yield and botanical composition of permanent pasture. *Journal of the British Grassland Society* 13: 39-45.
- PINHEIRO, J., BATES, D., DEBROY, S., SARKAR, D. & R CORE TEAM (2015): nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-120, URL <http://CRAN.R-project.org/package=nlme>.
- R CORE TEAM (2015): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- ROTZ, C.A., TAUBE, F., RUSSELLE, M.P., OENEMA, J., SANDERSON, M.A. & WACHENDORF, M. (2005): Whole-farm perspectives of nutrient flows in grassland agriculture. *Crop Science* 45: 2139–2159.
- RUSSELL V., LENTH & MAXIME H. (2015): lsmeans: Least-Squares Means. R package version 2.17. URL <http://CRAN.R-project.org/package=lsmeans>.
- SAARIJÄRVI, K. and VIRKAJÄRVI, P. (2009): Nitrogen dynamics of cattle dung and urine patches on intensively managed boreal pasture. *Journal of Agricultural Science* 147, 479-491.
- STEWART, K.E.J., BOURN, N.A.D. & THOMAS, J.A. (2001): An evaluation of three quick methods commonly used to assess sward height in ecology. *Journal of Applied Ecology* 38: 1148-1154.
- TONN, B., WRAGE, N. & ISSELSTEIN, J. (2012): Einfluss der Beweidungsintensität auf die kleinräumige Heterogenität der Nährstoffzufuhr in Kot und Harn der Weidetiere. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau* 13: 193-197.
- WEEDA, W.C. (1967): The effect of cattle dung patches on pasture growth, botanical composition, and pasture utilization. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 10: 150-159.
- WHITE-LEECH, R., LIU, K., SOLLENBERGER, L.E., WOODART, K.R. & INTERRANTE, S.M. (2013): Excreta deposition on grassland patches. 2. Spatial pattern and duration of forage responses. *Crop Science* 53: 696-703.
- WHITEHEAD C. (2000): Nutrient elements in grassland: Soil-plant-animal relationships. CABI, Wallingford.

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

Weideperiode 2014 in unterschiedlichen Regionen Mitteleuropas

Leisen, E.

Landwirtschaftskammer NRW, Nevinghoff 40, 48147 Münster

edmund.leisen@lwk.nrw.de

Zielsetzung und Fragestellung

Ziel der Untersuchung war es, einen Überblick über Weidebedingungen auf **Kuhweiden** in unterschiedlichen Öko-Milchviehbetrieben zu bekommen. Fragen dabei:

1. Wann erfolgte der Auf- und Abtrieb und wie lange war die Weidedauer?
2. Welche Flächenproduktivität wurde erzielt und wie verteilte sie sich über die Weideperiode?
3. Welchen Einfluss hatte die Wuchshöhe auf die Flächenproduktivität?
4. Für wie viele Kühe konnte die Weide den Futterbedarf von Milchkühen abdecken?
5. Wie entwickelte sich die Einzeltierleistung?

Material und Methoden

Um einen breiten Überblick über mögliche Weidebedingungen zu bekommen, wurden wöchentlich die einzelbetrieblichen Daten von 34 Betrieben in unterschiedlichen Regionen Mitteleuropas erhoben: 9 in Mittelgebirgslagen (Eifel, Bergisches Land, Rhön), 11 in Norddeutschland (Schleswig-Holstein, Niedersachsen), 8 in der Region Mitte (Münsterland, Voreifel, Niederrhein, Niederlande, Belgien) und 6 in der Region Süd (Odenwald, Bayern, Baden-Württemberg, Schweiz). Festgehalten wurden: Viehbesatz, mittlere Laktationstage, Niederschlagsmenge, ermolzene Milch, Milchinhaltstoffe (Fett-, Eiweiß-, Harnstoff- und Zellgehalt), Weidefläche, Wuchshöhe (Messung ohne Weiderest), Zufütterung (Komponenten, Menge). Zur Berechnung der Flächenproduktivität, ausgedrückt in kg ECM/ha, wurde die ermolzene Milch anteilig der Energiezufuhr über Weide und Zufütterung zugeordnet (LEISEN *et al.*, 2013).

Ergebnisse und Diskussion

Lange Weideperiode

In allen Regionen gab es für die Milchkühe im Mittel knapp 8 Monate Weidegang, in einigen Betrieben waren es sogar fast 9 Monate. Wo erst spät aufgetrieben oder aufgrund von Nässe früh abgetrieben wurde, waren es nur etwa 7 Monate (Tab. 1).

Tab. 1: Auf- und Abtrieb auf Kuhweiden 2014

Region in Mitteleuropa	n	Auftrieb Kühe			Abtrieb Kühe			Abtrieb incl. Nachweide*		
		Mittel	früh-estens	spät-estens	Mittel	früh-estens	spät-estens	Mittel	früh-estens	spät-estens
MG	9	20.3.	1.3.	11.4.	7.11.	16.10.	28.11.	22.11.	30.10.	15.12.
Nord	11	18.3.	1.3	1.4.	11.11.	23.10.	27.11.	22.11.	23.10.	10.12.
Mitte	8	10.3.	24.2.	29.3.	9.11.	22.10.	27.11.	28.11.	5.11.	18.12.
Süd	6	8.3	23.2.	16.3.	7.11.	16.10.	23.11.	14.11.	19.10.	15.12.

* Nachweide: mit Trockenstehern oder Jungrindern

Hohe Flächenproduktivität 2014

Im Mittel der Regionen wurden 2014 zwischen 8.297 und 9.721 kg Milch/ha alleine aus Weidefutter erzielt (Spannweite einzelner Betriebe: 6.430 bis 11.375 kg Milch/ha, Tab. 2). Für eine derartige Flächenproduktivität sind bei Schnittnutzung zwischen 91 und 110 dt TM/ha Aufwuchs erforderlich. Derartige Aufwüchse sind normalerweise nur unter günstigen Bedingungen und dann meist auch

nur im Konventionellen Landbau erzielbar, so in verschiedenen Versuchen in Riswick am Niederrhein oder in Kempten im Allgäu. In einem 3-jährigen Projekt in Wales 2011 – 2013 erzielten konventionelle Betriebe im Mittel 109 dt TM/ha, Öko-Betriebe 80 dt TM/ha (DAIRY DEVELOPMENT CENTRE, 2014). Um den 22.06. wurde die Hälfte der Flächenproduktivität des Weidejahres erreicht.

Tab. 2: Flächenproduktivität in Weidebetrieben 2014

Region in Mitteleuropa	n	kg ECM/ha (min / max)	MJ NEL/ha netto	dt TM/ha netto ¹⁾	dt TM/ha brutto ²⁾	Hälfte der Flächenproduktivität erreicht am
MG	9	8.597 (6.430 / 10.254)	42.023	69	92	27.6.
Nord	11	9.255 (6.693 / 10.394)	41.742	68	91	20.6.
Mitte	8	9.721 (7.782 / 10.978)	49.646	82	109	22.6.
Süd	6	9.716 (7.071 / 11.375)	49.655	82	110	22.6.
Mittel	34	8.834 (6.430 / 11.375)	45.002	74	98	22.6.

1) Trockenmasseertrag netto bei im Mittel aller Schnitte 6,1 MJ NEL/kgT

2) Bruttoertrag: Bei 25 % Verlust zwischen Aufwuchs und Futtermittelaufnahme

Entwicklung der Flächenproduktivität im Laufe der Weideperiode

Schon im März wurden in der Mitte und im Süden knapp 6% der Jahresproduktivität erzielt (Abb. 1). Die höchste Produktivität gab es in den meisten Betrieben im April und Mai. Juni bis August war etwa gleich produktiv, ab September wurde weniger produziert. Im Mittelgebirge war aufgrund von Trockenheit die Produktivität im April noch etwas begrenzt. Im Norden war es ab Juli verbreitet trocken, im August vorübergehend in einzelnen Betrieben nass. Ab etwa 10. Oktober gab es dort zwar fast überall wöchentlich Regen. Für stärkeres Wachstum kam er aber zu spät.

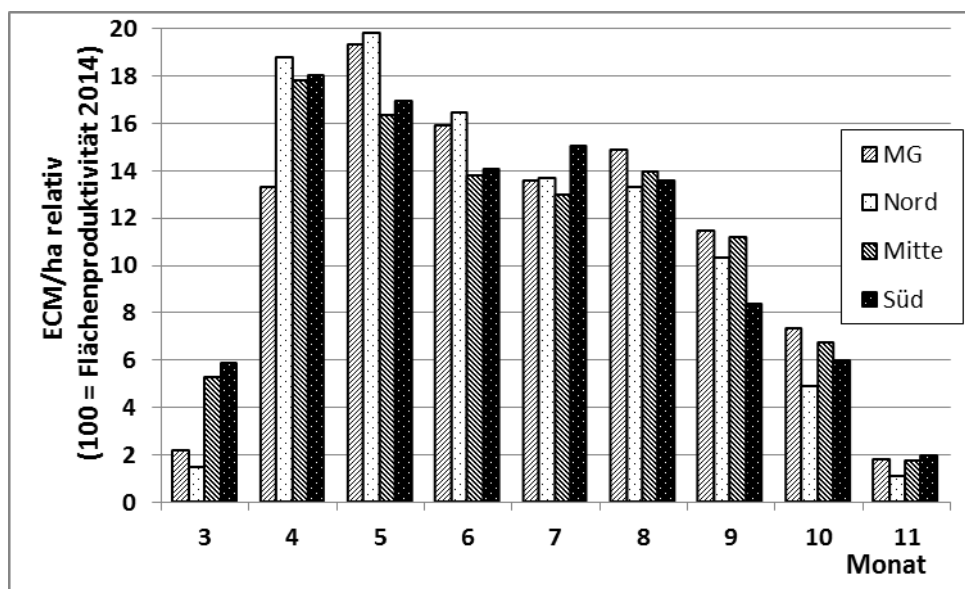


Abb. 1: Verteilung der Flächenproduktivität auf einzelne Weidemonate 2014

Vergleich Wuchshöhe und Flächenproduktivität bei Kurzrasenweide

Eine hohe Flächenproduktivität zeigte sich vor allem bei durchschnittlichen Wuchshöhen unter 5 cm. Alle 9 Betriebe mit mehr als 10.000 kg ECM/ha hatten sogar Wuchshöhen von durchschnittlich unter 4,5 cm. Diese Betriebe hatten übers Jahr meist nur geringe Weidereste. Wo diese auftraten, wurden sie über Trockensteher oder Rinder genutzt. Die 3 Betriebe mit durchschnittlich mehr als 6 cm Wuchshöhe hatten im Herbst auf 15 bis 40% der Fläche Futter stehen, das nicht mehr

gefressen wurde. Zusätzlich: Auf der beweideten Teilfläche war der Aufwuchs weniger genutzt worden: Schon im Mai zeigte sich auf Flächen ab etwa 5 cm Wuchshöhe bei feuchtem Wetter, dass sich im unteren Bereich viele abgestorbene Pflanzenteile befanden (Rundschreiben Leisen, 2014). Das vermindert die Bisttiefe.

Anmerkung: Nicht berücksichtigt wurden bei diesem Vergleich Betriebe auf Standorten mit Grünland-/ Ackerzahlen < 30, Moorstandorte, Betriebe mit ausgeprägten Nässe- oder Trockenperioden sowie Betriebe mit Portionsweide. Bei Portionsweiden auf Lehmboden wurden bei Wuchshöhen von 10 bis 18 cm eine Flächenproduktivität von 10.805 – 10.897 kg ECM/ha erzielt, wahrscheinlich aber mit Mehraufwand gegenüber Kurzrasenweide.

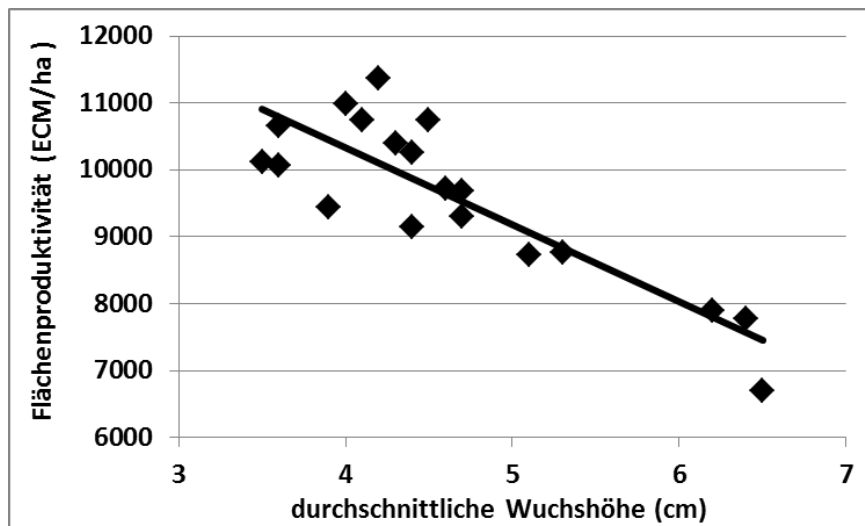


Abb. 2: Vergleich Wuchshöhe und Flächenproduktivität bei Kurzrasenweide 2014

Wuchshöhe meist unter 5 cm

Die Wuchshöhe lag bei Kurzrasenweide meist zwischen 3 und 5 cm (Tab. 3). Die etwas größere mittlere Wuchshöhe im Norden und in der Region Mitte beruht darauf, dass in einigen Betrieben schon im Sommer der Verbiss nicht sehr tief war. Auf diesen Flächen verbeißen die Kühe dann auch im Herbst nicht so tief.

Tab. 3: Wuchshöhe in unterschiedlichen Regionen bis 31. Oktober 2014

Region in Mitteleuropa	n	Auftrieb	Wuchshöhe (in cm, ohne Weiderest)						
			15.4.	15.5.	24.6.	24.7.	31.8.	31.9.	31.10.
MG	9	20.3.	4,4	5,0	4,2	4,5	5,0	4,2	3,9
Nord	11	18.3.	4,6	5,2	5,8	5,1	5,1	4,8	4,7
Mitte	8	10.3.	4,4	5,4	4,1	4,7	4,6	4,7	4,0
Süd	6	8.3.	5,1	4,5	4,7	3,8	3,9	3,4	3,7

Unberücksichtigt bei Wuchshöhe: 3 Betriebe mit Portions- oder Umtriebsweide

Veränderung des Kuhbesatzes bei (theoretisch) 100 % Weideanteil

Bei Deckung von 100% des Energiebedarfs durch Weidegras konnten unter günstigen Bedingungen an 6 Standorten über Wochen mehr als 3 Kühe/ha gehalten werden. Auch konnte hier der Besatz bis Ende August relativ hoch gehalten werden. Es gab aber deutliche Standortunterschiede: Denn die Niederschläge in Verbindung mit Wachstum und Trittfestigkeit beeinflussten 2014 maßgeblich den Kuhbesatz. Im Mittel aller Standorte lag der Kuhbesatz Mitte Mai am höchsten. Allerdings mussten nach starken Niederschlägen zu diesem Zeitpunkt die Kühe in 2 Betrieben zeitweise im Stall bleiben: Die Flächen waren überschwemmt. In fast allen Regionen gab es Betriebe, in denen Trockenheit das Wachstum und damit auch den Kuhbestand beeinflusste. So ist zu erklären, dass im Süden Mitte Juni das Wachstum in 2 Betrieben so stark zurückging, dass nur wenige Kühe bei 100% Weidefutter satt geworden wären.

Weideanteil in Ration

Der höchste Weideanteil wurde zwischen Mitte Mai und Ende Juni erzielt. Durch Zuteilung weiterer Flächen konnte der Weideanteil im Herbst noch lange relativ hoch gehalten werden.

Tab. 4: Weideanteil in unterschiedlichen Regionen bis 31. Oktober 2014

Region in Mitteleuropa	n	Auftrieb	Weideanteil (% der Gesamtration)							
			März	1.4. – 15.4.	16.4. – 15.5.	16.5. – 24.6.	25.6. – 24.7.	25.7. – 31.8.	1. – 30.9.	1. – 31.10.
MG	9	20.3.	13	48	73	80	72	79	78	50
Nord	11	18.3.	11	58	69	83	70	75	69	31
Mitte	8	10.3.	32	58	58	69	66	67	60	38
Süd	6	8.3.	41	83	81	89	89	81	76	54

Einzeltierleistung zum Herbst rückläufig

Im Verlauf der Weideperiode ist die Einzelkuhleistung zurückgegangen (Tab. 5), nachdem sie vorher in vielen Betrieben nach Auftrieb angestiegen war. Am stärksten sank sie im Süden, wo allerdings nach saisonaler Abkalbung die Kühe im Frühjahr in der Hochlaktation weiden und im Herbst vor allem Altmelkende weiden.

Tab. 5: Einzeltierleistung in unterschiedlichen Regionen bis 31. Oktober 2014

Region in Mitteleuropa	n	Auftrieb	Einzeltierleistung (kg ECM/Kuh/Tag)								Laktations-tage	
			15.4.	15.5.	24.6.	24.7.	31.8.	30.9.	31.10.	Diff. zu 15.4.	Mittel 31.10.	Diff. zu 15.4.
MG	9	20.3.	24,7	23,8	22,5	20,5	20,3	18,9	18,2	- 6,5	224	+ 58
Nord	11	18.3.	22,4	21,9	21,3	19,0	19,6	19,0	17,9	- 4,5	208	+ 33
Mitte	8	10.3.	22,7	21,7	21,2	19,7	19,8	18,6	18,6	- 4,1	180	+ 15
Süd	6	8.3.	23,9	20,9	19,2	18,4	17,8	15,8	15,3	- 8,6	239	+ 135

Fazit: Bei Milchkühen gab es 2014 in vielen Betrieben eine lange Weideperiode. Die Flächenproduktivität fiel in den einzelnen Betrieben sehr unterschiedlich aus, war je nach Region mit 8.297 und 9.721 kg Milch/ha aber hoch. Bei Kurzrasenweide wurde die höchste Flächenproduktivität bei durchschnittlichen Wuchshöhen unter 5 cm erzielt. Trockenheit und hohe Niederschläge begrenzten in einigen Betrieben zumindest zeitweise den Kuhbesatz. Die Einzelkuhleistung war zu Weidebeginn am höchsten und sank bis Ende Oktober je nach Region um 4,1 bis 8,6 kg ECM/Kuh (letzteres in Süddeutschland bei vorwiegend saisonaler Abkalbung).

Literatur

DAIRY DEVELOPMENT CENTRE (2014): Welsh grass value project 2011-2013. Foliensatz.

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

Danksagung

Dank den beteiligten Betrieben, die ohne Aufwandsentschädigung wöchentlich ihre einzelbetrieblichen Daten zur Verfügung stellten sowie dem Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes und der Landwirtschaftskammer NRW für die finanzielle Unterstützung der Arbeiten, die im Rahmen des Projektes „Leitbetriebe Ökologischer Landbau in NRW“ durchgeführt wurden.

Ausdauer von Rohrschwingel unter langjährigen Weidebedingungen

Gregis, B. und Reidy, B.

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

braida.gregis@bfh.ch

Einleitung und Problemstellung

Die Ausdauer von Futtergräsern unter Weidebedingungen gewinnt im Hinblick einer kostengünstigen Milchproduktion zunehmend an Bedeutung. Untersuchungen zeigen, dass jene Weiden am profitabelsten sind, welche über längere Zeit einen hohen Tierbesatz überstehen, ohne dass nachgesät werden muss (SCOTT *et al.*, 2000). Die abnehmende Ertragsleistung mit zunehmender Nutzungsdauer ist auch bei Klee-Gras-Mischungen, die speziell für längere Dauer konzipiert sind, ein bekanntes Problem (MOSIMANN *et al.*, 2014). Offiziell empfohlene Sorten von Futtergräsern sind in der Regel aber weder über längere Perioden noch unter längerdauernden Weidebedingungen selektiert und geprüft.

Die Ausdauer verschiedener Futtergräser und deren Sorten unter Weidebedingungen wurde im Rahmen eines fünfjährigen Kleinparzellen-Versuchs auf Schweizer Landwirtschaftsbetrieben untersucht. Neben mehreren Englisch Raigrassorten (*Lolium perenne* L.) wurde auch eine Rohrschwingelsorte (*Festuca arundinacea* Schreb.) auf ihre Ausdauer unter Weidebedingungen getestet.

Die Eignung des Rohrschwingels für unterschiedliche klimatische Bedingungen sowie die Erfolge in der züchterischen Verbesserung der Blattfeinheit mit dem daraus resultierenden verbesserten Verzehr (SUTER *et al.*, 2009) hat ihn zu einem wichtigen Mischungspartner in Mischungen, insbesondere für Lagen, an welchen mit Trockenperioden zu rechnen ist, gemacht. Der Rohrschwingel gilt generell als sehr ausdauernd (TROXLER und MITZTAL, 1983) und könnte daher auch als wichtiger Mischungspartner für die Anlage von Weiden dienen. Die in vorliegendem Versuch getestete Rohrschwingelsorte Belfine überzeugte in der Sortenprüfung neben hohen Erträgen und einer raschen Jugendentwicklung durch feine Blätter (SUTER *et al.*, 2003), was sie insbesondere für die Weide interessant macht. In Praxisversuchen konnte mit Belfine in Klee-Gras-Mischungen denn auch mit Englisch Raigras-Klee-Mischungen vergleichbare tierische Leistungen erzielt werden (MOSIMANN *et al.*, 2010).

Material und Methoden

Der fünfjährige Kleinparzellen-Versuch wurde auf fünf landwirtschaftlichen Praxisbetrieben, an Schweizer Standorten verschiedener klimatischer Bedingungen, angelegt. Darunter befanden sich zwei Standorte mit ausgeprägter Sommertrockenheit. Sieben Englisch Raigrassorten und eine Rohrschwingelsorte wurden in Mischung mit Weissklee (*Trifolium repens* L.) auf Kleinparzellen von 3 x 7 m² in einem vollständig randomisierten Blockdesign mit jeweils drei Wiederholungen pro Standort im Herbst 2007 und Frühjahr 2008 gesät. Bei den Englisch Raigräsern wurden die offiziell empfohlenen Sorten Arara, Salamandra, Elgon, Soraya, Alligator, Arvicola, Artesia (SUTER *et al.*, 2012) und für Rohrschwingel die Sorte Belfine angesät. Die Saatsmengen betragen 200 g/a für die Englisch Raigräser (ausser Arara 150 g/a), von der Rohrschwingelsorte Belfine wurden 250 g/a gesät. Zur Hauptart wurde jeweils 25 g/a des Weissklees Apis und 15 g/a Tasman gesät. Die Versuchsstandorte unterschieden sich sowohl in Bezug auf die Niederschlagsmenge und die Meereshöhe, die Bodenart (Tab. 1), wie auch in Bezug auf die Bewirtschaftung der Weiden (Weidemanagement, Düngung). Zur Erfassung der Ausdauer wurden die relativen Artanteile nach einer adaptierten Methode von DAGET und POISSONET (1969) im Herbst 2008 (bei Rohrschwingel nur an drei von fünf Standorten), 2009 und 2012 auf jeder Kleinparzelle die Pflanzen an 50 Punkten im Abstand von 10 cm erfasst. Die statistische Auswertung der Artanteile der angesäten Arten erfolgte mit einer Varianzanalyse mit der Software R (R CORE TEAM, 2013). Das Modell basierte auf der Art, dem Standort und dem Jahr als fixe Faktoren. Für die faktorweise Auswertung nach Standorten und Jahren wurde ein exakter Zweistichproben-Permutationstest mit dem R-Package Coin (HOTHORN *et al.* 2008) durchgeführt.

Tab. 1: Charakterisierung der Versuchsstandorte

Standort	Meereshöhe [m.ü.M.]	Niederschlag [mm/J]*	Saatdatum	Boden
Hohenrain LU	618	1085 ¹	Frühling 2008	Sandiger Lehm
Gampelen BE	430	914 ²	Herbst 2007	Lehmiger Schluff
Hessgkofen SO	607	1046 ³	Herbst 2007	Lehm
Waldhof BE	487	1004 ⁴	Frühling 2008	Lehm
Champvent VD	535	645 ⁵	Frühling 2008	Lehmiger Ton

*Quelle: Meteoschweiz, 08-12 Referenzen ¹Aesch LU, ²Witzwil BE, ³Hessigkofen SO, ⁴Wynau BE, ⁵Method VD

Ergebnisse und Diskussion

Art, Standort und Jahr interagierten signifikant ($p < 0.001$) miteinander, wobei das Jahr gefolgt vom Standort den wichtigsten Einfluss auf die Unterschiede zwischen den relativen Artanteilen ausübte. An den Standorten Hohenrain, Waldhof und Champvent, wo die erste Erhebung ein halbes Jahr nach der Saat durchgeführt wurde, war der relative Artanteil von Belfine signifikant ($p < 0.01$) tiefer als der Englisch Raigrasanteil (Abb. 1a/1b). Der Rohrschwengel ist bekannt für seine langsame Entwicklung nach der Saat und einer als Folge davon mangelnder Konkurrenzskraft im Saatjahr (TROXLER und MITZTAL, 1983). Der Sorte Belfine wird zwar eine vergleichsweise rasche Jugendentwicklung attestiert (SUTER *et al.*, 2003), ihr Anteil am jeweiligen Gesamtbestand war aber ein halbes Jahr nach der Saat bis zu 25 % tiefer als das Mittel der gestesteten Englisch Raigrassorten. Im 2009 war kein signifikanter Unterschied zwischen dem relativen Artanteil von Rohrschwengel und Englisch Raigras messbar. Lediglich am Standort Gampelen war in der Tendenz ($p < 0.1$) ein höherer Englisch Raigrasanteil im Mittel der angesäten Sorten feststellbar. Neben der schwachen Konkurrenzskraft im Saatjahr, wird dem Rohrschwengel eine wachsende Konkurrenzskraft in der Folge zugeschrieben (SUTER *et al.*, 2003). Die im vorliegenden Versuch angesäte Rohrschwengelsorte Belfine konnte nun auch unter Weidebedingungen ihre Konkurrenzskraft mit zunehmender Nutzungsdauer ausbauen.

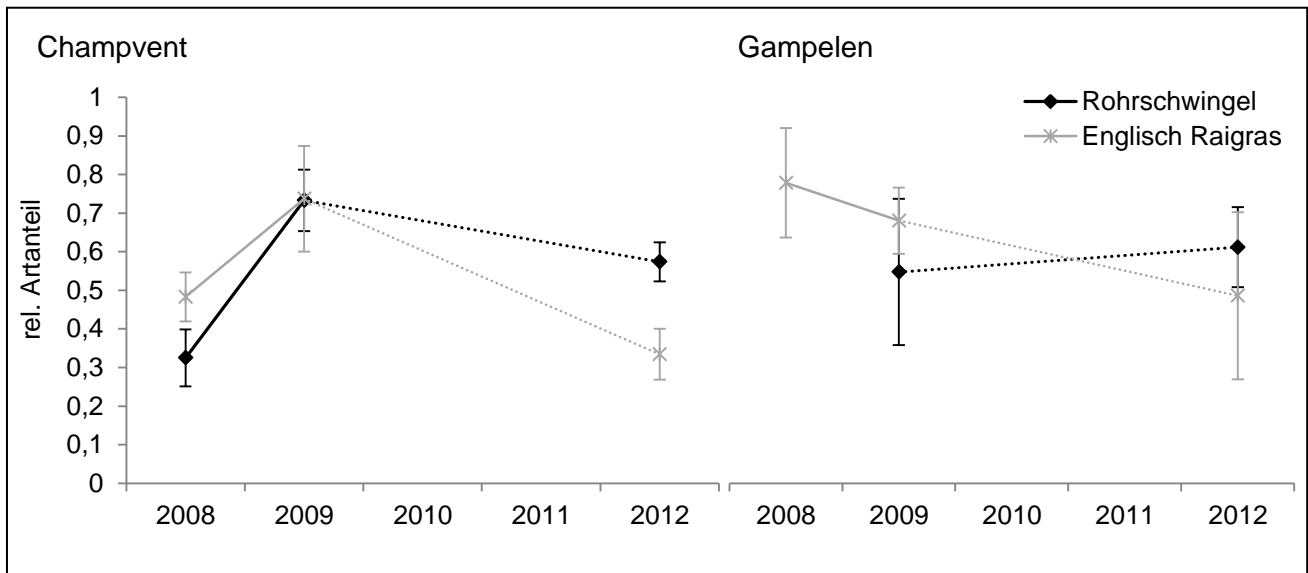


Abb.1a: Langjährige Entwicklung des relativen Artanteils der Rohrschwengelsorte Belfine im Vergleich zum Mittel verschiedener Englisch Raigrassorten an sommertrockenen Standorten in der Schweiz unter Weidebedingungen (Mittelwerte mit Standardabweichung).

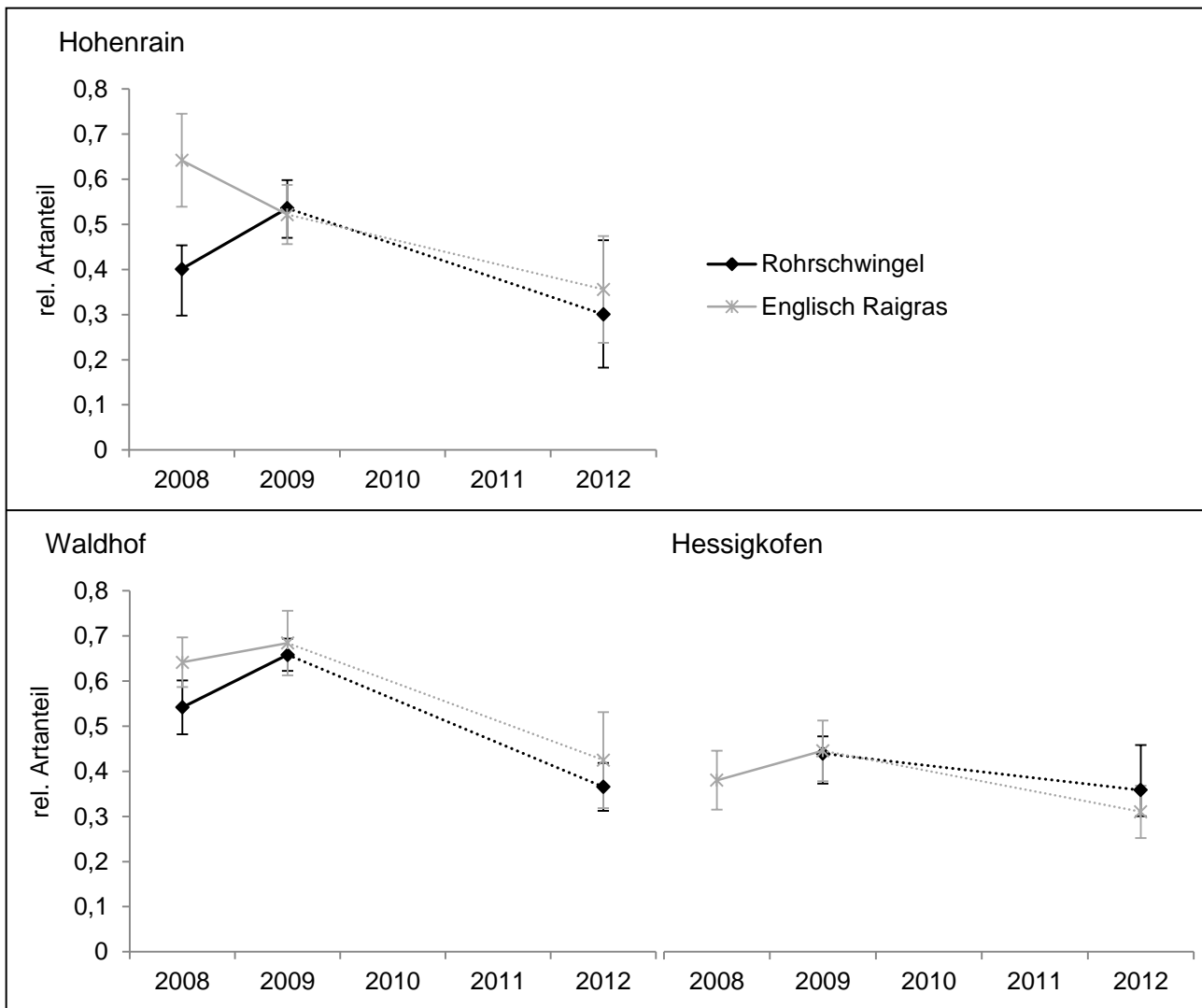


Abb.1b: Langjährige Entwicklung des relativen Artanteils der Rohrschwingelsorte Belfine im Vergleich zum Mittel verschiedener Englisch Raigrassorten an verschiedenen Standorten in der Schweiz unter Weidebedingungen (Mittelwerte mit Standardabweichung).

Der relative Artanteil nach fünf Jahren zeigte sowohl bei Belfine, wie auch bei den Englisch Raigrassorten grundsätzlich den erwarteten Rückgang. Bei dieser Artanteilsabnahme unterschied sich Belfine an den Standorten Hohenrain, Waldhof und Hessigkofen nicht vom Rückgang der getesteten Englisch Raigrassorten. An den trockeneren Standorten hingegen, war Belfine signifikant ausdauernder ($p < 0.05$) unter langjährigen Weidebedingungen. Was sich durch den schwächeren Rückgang am Standort Champvent und durch eine Zunahme des Artanteils am Standort Gampelen zwischen 2009 und 2012 zeigte. Während in Champvent im 2012 der relative Artanteil von Rohrschwingel noch 57% betrug, waren es beim Englisch Raigras nur noch 33%. In Gampelen lag der Rohrschwingelanteil im fünften Jahr bei rund 50%. Zwar wurde keine systematische Untersuchung des Verzehrverhaltens durchgeführt. Es ist deshalb nicht vollständig auszuschliessen, dass die bessere Ausdauer auf einen schlechteren Verzehr und einem damit verbundenen geringeren Verbiss zurückzuführen ist. Grundsätzlich aber wurde an jenen Orten einen schlechteren Verzehr beobachtet, an welchen eher spät und mit einem tiefen Weidedruck beweidet wurde (Hohenrain und Waldhof). An den Standorten Champvent und Gampelen wurde früh und intensiv beweidet und die Betriebsleiter beobachteten einen guten Verzehr des Rohrschwingels und konnten keine höheren Weidereste feststellen. Die in Versuchen von MOSIMANN *et al.* (2010) vergleichbaren tierischen Leistungen von Klee-Gras-Mischungen mit Belfine oder Englisch Raigras wären bei einem deutlich schlechteren Verzehr des Rohrschwingels zudem wohl nicht zu beobachten gewesen.

Schlussfolgerungen

Die Ausdauer der Rohrschwingelsorte Belfine war an den Standorten mit tieferen Niederschlagsmengen und ausgeprägter Sommer-trockenheit signifikant besser als jene der getesteten Englisch Raigrassorten. Unter gemässigten klimatischen Bedingungen zeigte sich Belfine unter langjähriger Beweidung als vergleichbar ausdauernd wie die getesteten Englisch Raigrassorten. Die für den Rohrschwengel bekannten Etablierungsschwierigkeiten wurden auch in diesem Versuch bei Belfine unter Weidebedingungen beobachtet und waren unabhängig von den Standortbedingungen.

Die Verbesserung der Ausdauer von Sorten und Mischungen unter Weidebedingungen birgt ein grosses Potential den aktuellen Anforderungen im Zusammenhang mit der steigenden Bedeutung der Weide zu begegnen. Auf der Suche nach ausdauernden Gräsern für produktive Weiden, die keiner Bestandeserneuerung erfordern, dürfte der Rohrschwengel bei gegebenen Standortbedingungen und entsprechender Bewirtschaftung sein ausgesprochenes Persistenz-Potential zeigen. An niederschlagsarmen Standorten, mit entsprechend zeitgerechter und intensiver Beweidung können Belfine und neuere Rohrschwingelsorten mit verbesserter Verzehrbarekeit die Anlage einer produktiven Dauerweide erst ermöglichen. Veränderte Umweltbedingungen, wie die vermehrt zu erwartenden Trockenperioden, tragen des Weiteren dazu bei, den Rohrschwengel zu einer interessanten Komponente für Klee-Gras-Mischungen für Weiden zu machen.

Literatur

- DAGET, P. and POISSONNET, J. (1969): Analyses phytologiques des prairies, applications agronomiques. Document No 48 CNRS-CEPE, Montpellier, 67 S.
- HOTHORN, T., HORNIK, K., VNA DE WIEL, M.A. & ZEILEIS, A. (2008): Implementing a Class of Permutation Tests: The coin Package, *Journal of Statistical Software* 28(8), 1-23.
- MOSIMANN, E., SCHMIED, R., THUILLARD, C.P. & THOMET, P. (2010): Produktion von Weidebeef auf Kunstwiesen: Bedeutung der Rohrschwengel. *Agrarforschung Schweiz* 1(5), 194-201.
- MOSIMANN, E., FRICK, R. & SUTER, D. (2014): Standardmischungen für die Weidenutzung mit AGFF-Gütezeichen. In: Reidy, B., Gregis, B., Thomet, P., (Hrsg): Grasland- und weidbasierte Milchproduktion. Internationale Weidetagung 21. bis 22. August 2014 in Zollikofen, Schweiz, 132-135.
- R CORE TEAM (2013): R: A Language and Environment for Statistical Computing, R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- SCOTT, J.F., LODGE, G.M. & MCCORMICK, L.H. (2000): Economics of increasing the persistence of sown pastures: costs, stocking rate and cash flow. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 40 (2), 313-323.
- SUTER, D., BRINER, H. & BOSSHARD, H.-R. (2003): Rohrschwengel- und Wiesenfuchsschwanz: neue Sorten. *Agrarforschung Schweiz* 10 (7), 270-275.
- SUTER, D., HIRSCHI, H. & FRICK (2009): Rohrschwengel- und Timothesorten geprüft. *Agrarforschung Schweiz* 16 (7), 250-255.
- SUTER, D., HIRSCHI, H., FRICK, R. & BERTOSSA, M. (2012): Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen 2013 - 2014. *Agrarforschung Schweiz* 3 (10), 1-8.
- TROXLER, J. et MITZTAL, A., (1983): La féтуque élevée: ses possibilités pour la pâture. *Revue suisse Agricole*, 15(3), 127-132.

Futterbauliche Leistungen von Kurzrasenweiden und Bestandsqualität im direkten Systemvergleich

Wolf, M. und Laser, H.

Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft,
Lübecker Ring 2, 59494 Soest, wolf.marcjoerg@fh-swf.de

Einleitung und Problemstellung

Die Bedeutung der Beweidung in der Fütterung von Milchviehbetrieben hat in den letzten Jahrzehnten abgenommen. Dies liegt jedoch an Faktoren der Milchproduktion selbst, während die potenziell durch Weidefütterung zu erzielenden hohen Futterqualitäten und Betriebsergebnisse eigentlich außer Frage stehen (LÜTTKE-ENTRUP und LASER, 2011). Im Rahmen der Kurzrasenweide können Kühe besonders hochwertiges Futter erhalten (PAVLÛ *et al.*, 2006). Ein mehrjähriger Modellversuch simuliert unterschiedliche Beweidungssysteme und Schnittregimes unter standardisierten Bedingungen. Dabei wird der Einfluss von Trittbelastung, Nutzungshäufigkeit, Nutzungsform und Nährstoffverteilung auf Qualitäts- und Ertragsmerkmale untersucht. Kontrastreiche Sortentypen des Deutschen Weidelgrases und Artenmischungen werden hinsichtlich ihrer Eignung in der intensiven Nutzung als Kurzrasenweide geprüft. Auf dieser Basis sollen Anforderungsprofile zukünftiger Sorten und spezieller Saatgutmischungen für die Kurzrasenweide abgeleitet werden.

Tab. 1: Übersicht der Prüfglieder des Weidesimulationsversuchs mit den Nutzungsintensitäten, inklusive Kurzrasenweide (KRW), und den Sorten von *Lolium perenne* (DWG) oder Sortenmischungen (G II und „Lippa“), di- (2n) oder tetraploid (4n).

Nutzungsintensität	Sorte/Sortenmischung	
1. Kurzrasenweide	1. Hochzucker DWG 4n „Zocalo“	5. Rasen DWG „Vesuvius“
2. Weide konventionell (4x)	2. G II (ohne Weißklee)	6. DWG 2n früh „Picaro“
3. Schnitt dann KRW	3. G II mit Weißklee)	7. DWG 2n spät „Ambero“
4. 4-Schnitt-Nutzung	4. Lippa Strapazierrasen	8. DWG 4n spät „Valerio“

Material und Methoden

Der Versuch ist als Spaltanlage mit randomisierten Parzellen (1,25 x 8 m) in drei Wiederholungen angelegt. Eingesät wurde er im Jahr 2011. Das Jahr 2012 wird entsprechend nicht voll in die Auswertung aufgenommen. Bei dem Vergleich der Nutzungsintensität (Tab. 1) werden die Faktoren der Nährstoffverteilung, Trittbelastung und Beerntung berücksichtigt. Die Simulation der Kurzrasen-Vollweide findet bei Aufwuchshöhen von sieben bis 10 cm statt. Während die Ernten der vierfachen Nutzungen mit einem Haldrup-Vollernter durchgeführt werden (6 cm), werden die Kurzrasenweiden mit dem Aufsitzrasenmäher geschnitten (4 cm). Dies kommt dem gleichmäßigen und tiefen Verbiss in einer intensiven Weide näher. Die Trittbelastung wird über eine Rasenwalze simuliert, auf die Klauenprofile geschweißt sind, und das Gewicht einer Großvieheinheit aufweist. In der Summe werden 230 kg N ha⁻¹ a⁻¹ gedüngt. Alle Varianten erhalten eine Frühjahrsgabe Kalkammonsalpeter in der Höhe von 60 kg N ha⁻¹. Der Rest des Stickstoffs wird über Gärsubstrat appliziert. Die vierfachen Nutzungen erhalten diese flächig im Frühjahr (wie auch die Variante Schnitt dann Weide), nach dem ersten und nach dem dritten Schnitt. Auf den Parzellen der Kurzrasenvarianten werden nach jeder Weidesimulation punktuell jeweils 1,5 l Biogasgülle aufgebracht. Die Höhen der Einzelgaben und die Zahl der Überfahrten mit der Walze, richten sich nach den Besatzeempfehlungen für Kurzrasenweiden (BERENDONK, 2014). Verschiedene Bonituren erfolgen im Laufe des Versuches, die hier aus Platzgründen nicht vorgestellt werden können.

Von den Aufwüchsen werden Proben bei 60°C getrocknet und mittels NIRS analysiert. Die Erträge werden über die absoluten Trockenmassegehalte (TMG 60°C + NIRS-TMG) der einzelnen Frischmasseerträge der Parzellen bestimmt. Die Energiegehalte in Nettoenergie für Laktation (NEL) werden nach SPIEKERS *et al.* (2013) berechnet. Zum Ende des Versuches wird eine umfassendere statistische Auswertung erfolgen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Erträge der Kurzrasenweide zeigen deutliche Unterschiede zwischen dem trockenen Jahr 2013 und dem in der Hauptvegetationsperiode niederschlagsreichen 2014 (Abb. 1). 2013 erzielt die Standardmischung G II ohne Weißklee in der Kurzrasenweide mehr wie um ein Drittel niedrigere Erträge (Tab. 2). 2014 hingegen lag G II in beiden Nutzungssystemen auf ähnlichem Ertragsniveau. Dabei sind noch nicht Futterverluste von Weide- (10% Verlust) und Schnittnutzung (25%) berücksichtigt (STEINWIDDER *et al.*, 2011), wodurch sich höhere Erträge für die Kurzrasenweide ergeben hätten. Die im Frühjahr 2013 durch Nässe verzögerten Weidesimulationen erzielten hohe Einzelerträge, während die Sommertrockenheit Ertragseinbrüche mit sich bringt, jedoch keinen Ertragsausfall. Im Kontrast dazu, sind in 2014 alle elf Weidesimulationen ähnlich ertragreich. Die späten DWG-Sorten weisen in der Kurzrasennutzung Ertragsvorteile auf.

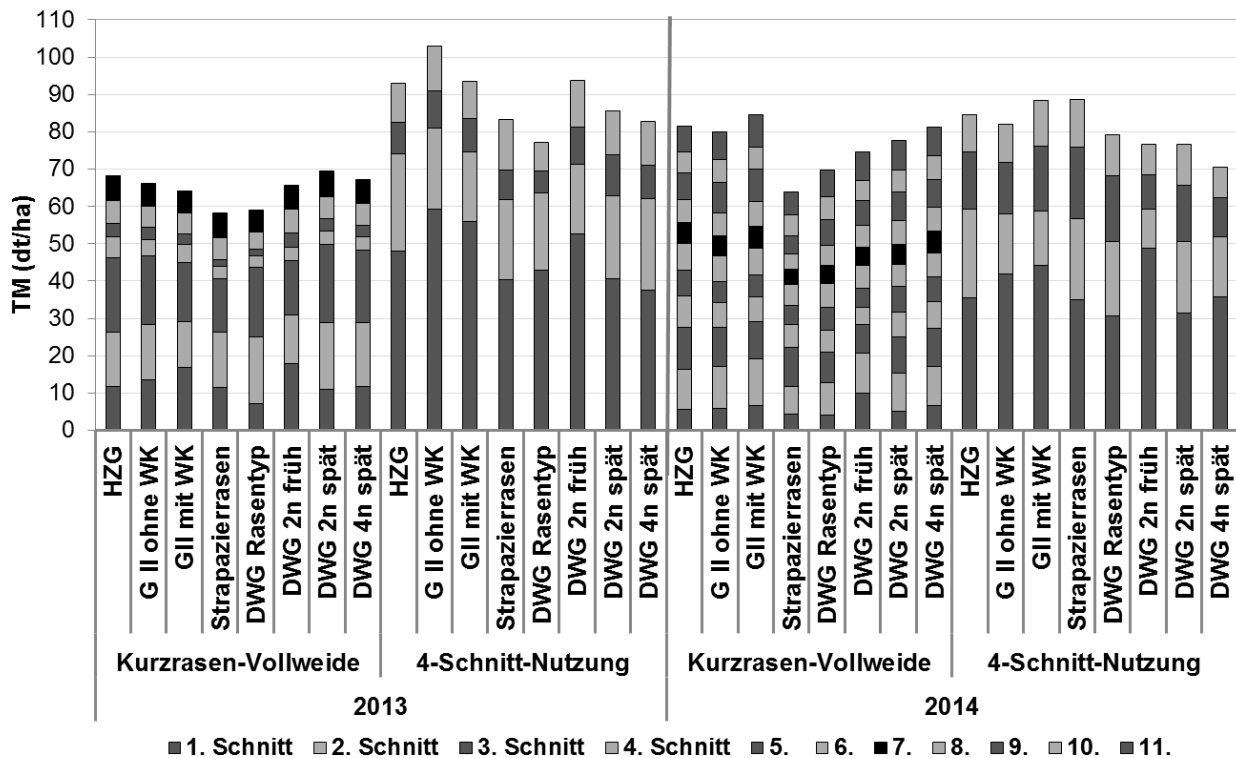


Abb. 1: Durchschnittliche Trockenmasseerträge der Einzelschnitte für die Nutzungen Kurzrasen-Vollweide und 4-Schnitt-Nutzung über die Sortenvarianten in 2013 und 2014 (HZG = Hochzuckergras, WK = Weißklee, DWG = *Lolium perenne*).

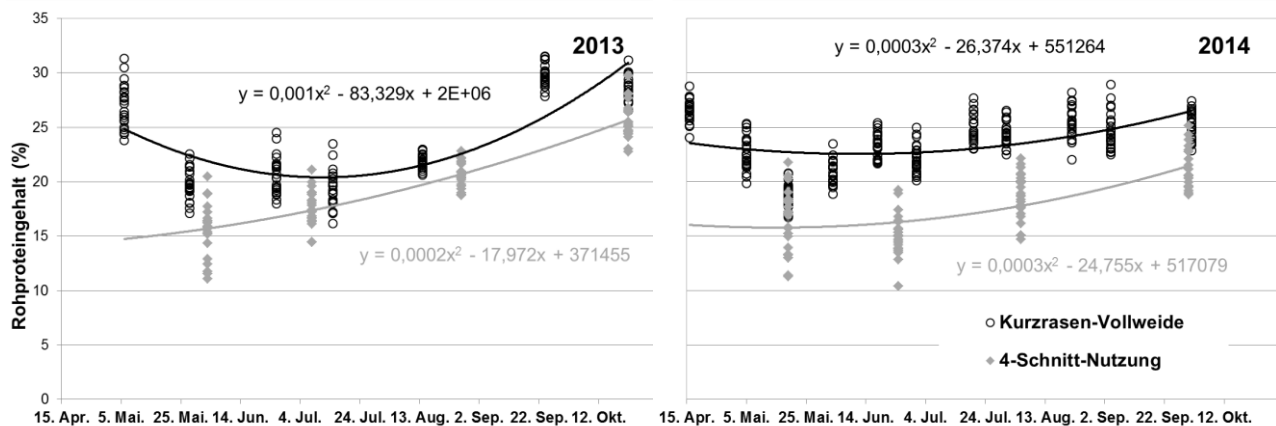


Abb. 2: Mittels NIRS ermittelte Rohproteingehalte in Prozent der Trockenmasse aller Wiederholungen der Sorten-/Mischungsvarianten in den Nutzungen Kurzrasen-Vollweide und 4-Schnitt-Nutzung in 2013, sowie deren Trends im Jahresverlauf als polynomische Formeln.

In Bezug auf den Jahresverlauf der Rohproteingehalte zeigen sich ebenfalls Einflüsse der Witterungen von 2013 und 2014 (Abb. 2). Sinken sie in 2013 in der Kurzrasensimulation zum Sommer nach sehr hohen Gehalten von über 25% etwas ab, steigen sie im Zuge von Trockenstress noch deutlicher an als in der 4-Schnitt-Nutzung. In 2014 ergeben sich leicht steigende Tendenzen für die Rohproteingehalte, wobei die Kurzrasenweide etwas konstantere Gehalte hatte, die auf einem deutlich höheren Niveau als die der Silonutzung liegen. Die in diesem Versuch ermittelten Rohproteingehalte liegen in einem ähnlichen Bereich wie in einer Untersuchung mit Weidekörben (max. 27,8% XP) (PLESCH *et al.*, 2013), übertreffen diese jedoch zu sechs Weidesimulationsterminen.

Tab. 2: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) der Trockenmasseerträge (dt TM/ha), Energiegehalte (MJ NEL/kg TM), absolute Energieerträge (GJ NEL/ha) und Proteinerträge (dt XP/ha) der Sortenvarianten (HZG = Hochzuckergras, WK = Weißklee, DWG = *Lolium perenne*).

Jahr	Nutzung	Sorten	dt TM/ha		MJ NEL/kg		GJ NEL/ha		dt XP/ha	
			MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
2013	Kurzrasen-Vollweide	HZG	68,1	4,45	7,08	0,29	47,4	3,41	15,1	0,74
		G II ohne WK	66,2	4,36	6,82	0,35	44,3	2,92	14,9	1,24
		GII mit WK	64,1	7,61	6,90	0,34	43,6	5,51	15,2	1,91
		Strapazierrasen	58,3	3,39	6,89	0,24	39,9	2,69	14,1	1,11
		DWG Rasentyp	59,1	4,11	6,98	0,32	40,5	2,86	13,9	0,29
		DWG 2n früh	65,6	3,16	6,96	0,32	45,2	2,52	14,2	0,21
		DWG 2n spät	69,5	6,57	6,91	0,33	47,0	4,93	16,3	1,61
		DWG 4n spät	67,2	2,48	6,89	0,33	45,4	1,01	15,6	1,13
	4-Schnitt-Nutzung	HZG	93,1	4,36	6,71	0,37	61,0	3,52	16,6	1,17
		G II ohne WK	102,9	6,55	6,39	0,60	62,0	4,49	16,8	0,18
		GII mit WK	93,5	5,43	6,44	0,63	56,2	4,94	16,4	1,58
		Strapazierrasen	83,2	11,02	6,66	0,40	54,0	7,24	16,3	1,56
		DWG Rasentyp	77,2	6,10	6,48	0,48	48,3	3,96	14,7	1,39
		DWG 2n früh	93,7	10,97	6,47	0,72	55,0	2,42	14,1	0,70
2014	Kurzrasen-Vollweide	HZG	81,5	10,89	7,02	0,25	57,4	7,76	17,9	2,69
		G II ohne WK	80,0	4,20	6,90	0,21	55,3	3,05	18,4	1,09
		GII mit WK	84,5	11,26	6,93	0,21	58,6	8,42	20,5	3,53
		Strapazierrasen	64,0	3,48	6,89	0,23	44,1	2,43	14,6	0,97
		DWG Rasentyp	69,8	3,71	7,08	0,23	49,5	2,56	16,8	1,09
		DWG 2n früh	74,5	3,13	6,95	0,15	51,8	2,29	16,7	0,97
		DWG 2n spät	77,6	8,15	6,93	0,24	53,8	5,74	18,5	2,66
		DWG 4n spät	81,3	3,89	6,87	0,22	55,9	1,43	19,2	0,92
	4-Schnitt-Nutzung	HZG	84,6	11,54	6,34	0,22	53,9	4,94	13,3	2,86
		G II ohne WK	81,9	11,54	5,83	0,76	47,2	4,94	13,1	2,86
		GII mit WK	88,5	1,40	6,05	0,18	52,9	0,57	14,2	0,68
		Strapazierrasen	88,8	9,36	6,00	0,23	53,2	4,97	17,4	1,96
		DWG Rasentyp	79,2	5,87	6,19	0,21	49,3	3,28	15,9	1,43
		DWG 2n früh	76,7	9,55	6,17	0,60	45,0	6,57	10,9	2,09
DWG 2n spät	76,5	4,05	6,19	0,19	47,7	2,12	13,6	0,54		
DWG 4n spät	70,6	5,56	6,30	0,19	44,0	3,42	11,7	1,83		

In 2013 erzielt in der Kurzrasensimulation die späte diploide DWG-Sorte die höchsten Erträge, der Strapazierrasen, mit über zehn Dezitonnen weniger, die niedrigsten. In jedem Fall liegen die Erträge unter denen der 4-Schnitt-Nutzung. In Bezug auf die Energieerträge liegen die Kurzrasenaufwüchse jedoch näher an der Silonutzung. Bei den Rohproteinträgen ist die Abweichung noch geringer. Der durchschnittliche Energiegehalt des Jahres lag tendenziell über denen der Silonutzung, durchgängig über alle Sortenvarianten. In 2014 lag das Ertragsniveau der Schnittnutzung etwas niedriger als in 2013. Die Unterschiede zur Kurzrasenweide sind niedriger. Während die TM-Erträge, außer bei den späten Sorten, alle etwas niedriger ausfallen, erzielt die Kurzrasenweide in 2014 in allen Sortenvarianten höhere Energieerträge. Die einzige Ausnahme bildet der Strapazierrasen. Dies ergibt sich aus hohen Ertragsanteilen des Weißklee. Eine niedrige Nutzungsfrequenz resultiert in Lücken im Rasen, die der Weißklee besiedelt. Die Hochzuckersorte (HZG) erzielt in beiden Jahren einige der höchsten Erträge. Überraschenderweise ist dies auch in der Kurzrasenweide der Fall, wo die Sorte mit 7,02 und 7,09 MJ kg⁻¹ TM beides Mal die höchsten Energiekonzentrationen erreicht.

Schlussfolgerungen

Die Zwischenergebnisse nach zwei klimatisch kontrastreichen Versuchsjahren zeigen bereits deutlich, dass die TM-Erträge der Kurzrasenweide nicht in jedem Jahr niedriger sind als bei Schnittnutzung. Die Energie- und Rohproteinträge je Hektar erzielten in der Kurzrasenweide 2014 sogar ein höheres Niveau. Das große Potential für Milchviehbetriebe in Mittelgebirgsregionen zeigt sich hinsichtlich der konstant hohen Futterqualität der Kurzrasenweide. Die Kurzrasenweide hat das Potential, Grünlandbetriebe unabhängiger von kostenintensiven Eiweißfuttermitteln zu machen. Hochzuckersorten des DWG zeigen sich hinsichtlich der Energieerträge als gut geeignet für die Kurzrasenweide. Die Rasensorte und die Strapazierrasensmischung haben züchtungsbedingt eine geringere futterbauliche Leistung, bieten jedoch bei Kurzrasenbeweidung Vorteile hinsichtlich der Narbendichte. Es deutet sich an, dass sich die Qualitätsstandardmischung GII sehr gut unter den extremen Bedingungen der Kurzrasenweide bewährt, obwohl diese nicht unter dem Aspekt Kurzrasenweide zusammengestellt worden ist.

Literatur

- BERENDONK, C. (2014): Planvoll weiden mit dem „Riswicker Weideplaner“. LWK NRW. https://www.landwirtschaftskammer.de/riswick/versuche/pflanzenbau/gruenland/veroeffentlichungen/planvoll_weiden.htm
- LÜTTKE-ENTRUP, N. und LASER, H. (2011): Grünlandbewirtschaftung und Landschaftspflege durch das Vollweidesystem mit Milchkühen. *Abschlussbericht zum DBU-Forschungs- und Entwicklungsvorhaben*. Fachhochschule Südwestfalen, Agrarwirtschaft Soest.
- PAVLŮ, V., HEJCMAN, M., PAVLŮ, L., GAISLER, J. & NEŽERKOVÁ, P. (2006): Effect of continuous grazing on forage quality, quantity and animal performance. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113: 349–355.
- PLESCH, G., WITTMANN, M. & LASER, H. (2013): Harnstoffgehalte in der Milch in Abhängigkeit von den Rohproteingehalten in Aufwüchsen bei Kurzrasenweide. Mehr Eiweiß vom Grünland und Feldfutterbau - Potenziale, Chancen und Risiken. 57. *Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V.* in Triesdorf vom 29.-31.08.2013: 185-190.
- SPIEKERS, H., POHL, C. & STAUDACHER, W. (2013): Leitfaden zur Berechnung des Energiegehaltes bei Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Rinderfütterung. *Stellungnahme des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung*; 2011, aktualisiert 09/2013.
- STARZ, W., STEINWIDDER, A., PFISTER, R. & ROHERER, H. (2011): Auswirkungen der Grünlandnachsaat in einer Kurzrasenweide bei Biologischer Bewirtschaftung. *Abschlussbericht Bio Kuwei Nachsaat*, Forschungsprojekt Nr. 100230/1.

Eignung von Rohrschwengel (*Festuca arundinacea*) in Mischungen unter Beweidung

Elsäßer, M., Ihrig, M & Rothenhäusler, S.

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW)

Atzenberger Weg 99, D-88326 Aulendorf, martin.elsaesser@lazbw.bwl.de

Einleitung

Rohrschwengel (*Festuca arundinacea*) besitzt die Fähigkeit Wasser in größeren Tiefen zu erreichen als andere Gräser (LOGES *et al.*, 2009), das macht ihn bei Trockenstress im Zuge des Klimawandels als Grasart für Dauergrünlandnutzung interessant. Er hatte in Ansaatmischungen in Deutschland bisher aber kaum Bedeutung aufgrund seiner geringen Akzeptanz beim Rind. Gleichwohl stellten SCHUBIGER *et al.* (1997) eine bessere Verdaulichkeit als bei Knaulgras fest, das ja ebenso für trockenere Lagen Verwendung findet. Neuzüchtungen sogenannter „sanftblättriger“ Sorten sind besser verdaulich und werden möglicherweise besser vom Rind aufgenommen. In Versuchen in der Schweiz (MOSIMANN *et al.*, 2010) hatte der Rohrschwengel seine gute Weidetauglichkeit unter Beweis gestellt. Die Frage ist allerdings, ob es der Züchtung gelungen ist, den Rohrschwengel für das Vieh auch in der Beweidung attraktiv zu machen wenn andere Gräser ebenfalls zur Verfügung stehen und selektive Futteraufnahme möglich ist?

Material und Methoden

In einem Versuch am Standort Aulendorf (Versuchsanlage 2011; seit 2012 Beweidung; Oberschwaben, Parabraunerde, Bodenart sandiger Lehm, 620 m ü. NN, im Mittel 902 mm Niederschlag und mittlere Temperatur 8,4 °C) wurde in jährlich 4 – 5 Beweidungen zehn Fleckvieh-Aufzuchtfernsen gleichzeitig Futter aus 18 Ansaatmischungen und Gräsern in Reinsaat angeboten (Varianten s. Tab. 1). Das Versuchsfeld war in 4 Koppeln unterteilt, die als Umtriebsweide bewirtschaftet wurden. Der gesamte Versuchsblock (0,18 ha) auf dem in vierfacher Wiederholungen die einzelnen Prüfglieder randomisiert in Parzellen mit 2,5 auf 8,5 m Größe angelegt waren, wurde den Tieren gleichzeitig zugeteilt und je nach Aufwuchsmasse 3- 5 Tage lang beweidet. Danach wurden die Tiere von diesem Weideteil ausgesperrt. Mindestens zweimal je Jahr wurde der Versuchsteil nachgemulcht.

Der Weideaufwuchs wurde vor und nach der Beweidung untersucht. Vor der Beweidung wurden das Wuchsstadium, der Grasanteil in Prozent und die Aufwuchsmasse ermittelt. Nach der Beweidung wurden die Effekte der Beweidung abgeschätzt. Die verbleibende Masse wurde ermittelt (je Parzelle drei Quadrate mit 0,25 m²), die Wuchshöhe sowie der Weiderest nach einem Boniturschema von 1 – 10 (1 = gleichmäßig völlig abgefressen; 10 = sehr hoher Weiderest) ermittelt. Zusätzlich wurden die Trittschäden und der Grasanteil abgeschätzt.

Tab.1: Ansaatvarianten (Mischungszusammensetzung s. Beitrag WURTH und ELSÄßER in diesem Tagungsband, S. 119)

Var.		Var.	
1	Regelansaatmischung GSWI (Intensiv)	10	GreenStarIntensivSüd
2	Regelansaatmischung GSWT (Trocken)	11	LandGreen W963 Weidemischung
3	Revital 301	12	<i>Lolium perenne</i> Reinsaat früh
4	Progreen Dauerweide Mähweide 3 ohne Klee	13	<i>Lolium perenne</i> Reinsaat spät
5	BellMix 120DBF	14	<i>Lolium perenne</i> je 1/3 früh- mittel- spät plus Weissklee
6	Country 2006 Weide mit Klee	15	<i>Dactylis glomerata</i> früh
7	Country 2012 Mähweide	16	<i>Dactylis glomerata</i> spät
8	GrazeMax	17	<i>Festuca arundinacea</i>
9	GreenStarStruktur	18	<i>Festuca arundinacea</i> , sanftblättrig

Ergebnisse und Diskussion

Für die Interpretation der Ergebnisse eines Beweidungsversuches sind die die Futteraufnahme beeinflussenden Weidebedingungen zu beachten. Bekanntlich beeinflusst das Weidesystem die Futteraufnahme von weidenden Rindern sehr stark (ELSÄßER *et al.*, 2014). Soll eine selektive Futteraufnahme ausgeschlossen oder minimiert werden, muss erstens das Futterangebot zumindest zum Ende der Beweidungsphase knapp sein und es sollte nicht anderes, für die Tiere vermeintlich besser schmeckendes Futter, gleichzeitig angeboten werden. Des Weiteren sollte der Beweidungsvorgang zwar je nach Tierart unterschiedlich, aber generell nicht allzu lange dauern, weil neben der Fresswirkung auch gleichzeitig Tritt und Defäkationszufälle die Futteraufnahme der Prüfvarianten beeinflussen können. In der vorliegenden Versuchsanlage wurde versucht, diese zusätzlichen Einflüsse weitgehend durch das gewählte Umtriebsweidesystem mit maximal 4 tägiger Beweidungsdauer auszuschalten. Um selektiven Fraß einzuschränken, wurden zudem frühzeitige Weideauftriebe vorgesehen, was sich jedoch nicht stets erreichen ließ. Abmulchen der Weidereste nach spätestens 2 Weidenutzungen egalisierten die Aufwuchsbedingungen.

Die Weiderestbonituren nach der Beweidung des ersten Aufwuchses der einzelnen Versuchsjahre sind in Abb. 1 dargestellt. Höchste Weidereste gab es in den Varianten mit Knautgras (15 und 16) sowie denen mit Rohrschwengel (17 und 18). Geringste Weidereste und damit am besten abgefressen wurden die Varianten 13, 3 und 4, Mischungen mit hohem Weidelgrasanteil bzw. späte Sorten des Dt. Weidelgrases. Die Futteraufnahme war im zweiten Aufwuchs jeweils etwas besser, wobei auch hier Knautgras und Rohrschwengel schlechter abschnitten.

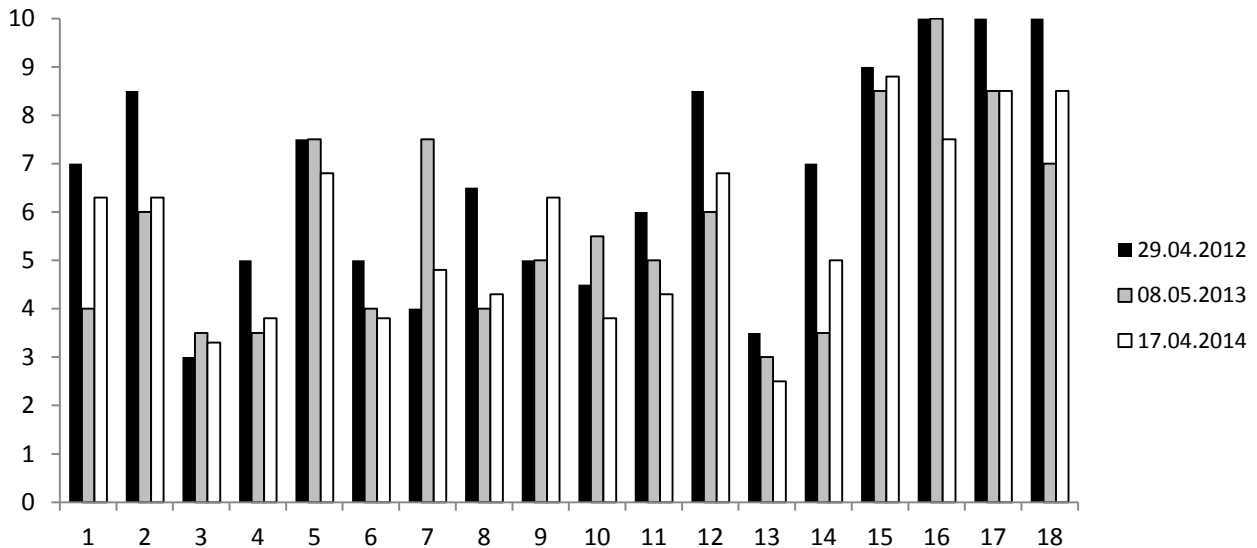


Abb. 1: Scoring der Bestände nach der jeweils ersten Beweidung eines Jahres

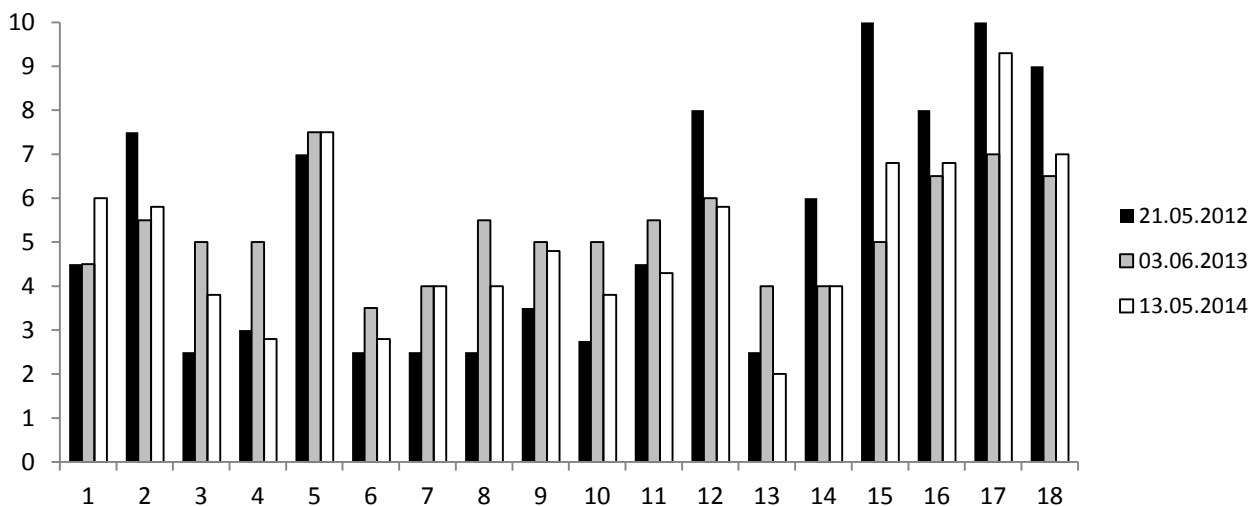


Abb. 2: Scoring der Bestände nach der Beweidung des 2. Aufwuchses

Werden die Boniturnoten der ersten drei Aufwüchse eines Jahres und der ersten drei Versuchsjahre in einem Wert zusammengefasst, erhält man das in Abb. 3 dargestellte Bild. Dabei sind die Varianten 15-18 signifikant schlechter als alle anderen Varianten, was sich auch in der Zunahme von Unkräutern in diesen Parzellen äußerte (hier nicht dargestellt). Signifikant am besten waren die Varianten 3, 4, 6 und 13 (GD 5%; 0,8453).

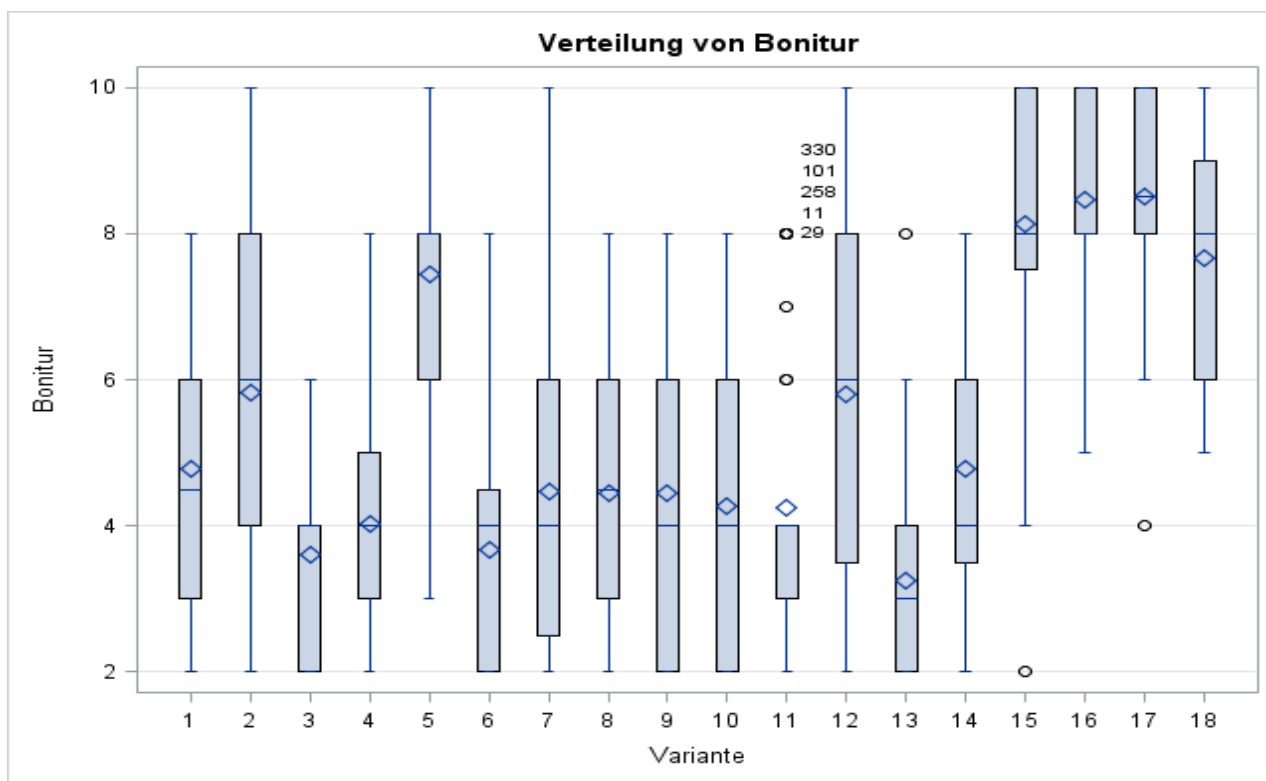


Abb. 3: Scoring nach Beweidung (Mittelwerte der 1. – 3. Aufwüchse; 2012-2014); GD (5%) = 0,8453

Schlussfolgerungen

Zwischen *Festuca arundinacea* und den Parzellen mit Knaulgras bestanden hinsichtlich der Futteraufnahme nur geringe Differenzen. Die sanftblättrige Rohrschwingsorte wurde etwas besser aufgenommen. Die beste Futteraufnahme und damit den geringsten Weiderest wiesen die Varianten 3, 6, 11 und 13 auf, wobei Var. 13 (Deutsches Weidelgras – späte Sorte) wohl aufgrund der Tatsache, dass dieses Gras zum Zeitpunkt der Beweidung physiologisch am jüngsten war, insgesamt die beste Futteraufnahme verzeichnen konnte. Rohrschwengel wird, wenn andere Gräser zur Verfügung stehen und damit selektives Fressen ermöglicht wird, auch als sanftblättrige Sorte weitgehend gemieden. Wird solches Futter allerdings ausschliesslich angeboten, dann können andere Ergebnisse erwartet werden.

Literatur

- ELSÄßER, M., JILG, T. & THUMM, U. (2014): Weidewirtschaft mit Profit. Neue Perspektiven für Milchkuhhalter. DLG Verlag, Frankfurt a. M., 128 S..
- LOGES, R., WESTPHAL., D. & TAUBE, F. (2009): Ertragsleistung und Futterqualität von extensiv bewirtschafteten Leguminosen-Gras-Beständen im ökologischen Ackerfutterbau; Pflanzenbauwissenschaften, 13 (1), 37–48, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- MOSIMANN, E., SCHMIED R., THUILLARD C.-P. & THOMET, P. (2010): Produktion von Weidebeef auf Kunstwiesen: Bedeutung der Rohrschwengel. Agrarforschung Schweiz. 1, (5), 2010, 194-201.
- SCHUBIGER F.X., BOSSHARD H.-R. & LEHMANN J. (1997): Nährwert von Knaulgras- und Rohrschwingsorten. Agrarforschung, 4(06), 245-248, Zürich.

Wieviel Milch bringt die Weide?

Vergleich zweier Berechnungsmethoden

Cleven, M.¹, Verhoeven, A.², Pries, M.², Berendonk, C.² & Wrage-Mönnig, N.^{1,3}

¹ Hochschule Rhein-Waal, Fakultät Life Sciences, Marie-Curie-Str. 1, 47533 Kleve

² Landwirtschaftskammer NRW, Haus Riswick, Elsenpass 5, 47533 Kleve

³ Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Grünland und Futterbauwissenschaften, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

nicole.wrage-moennig@uni-rostock.de

Einleitung und Problemstellung

Für eine gute Einschätzung der Konkurrenzfähigkeit eines Milchviehbetriebs ist eine korrekte Bewertung der Milchleistung erforderlich. Diese Bewertung verlagert sich in letzter Zeit weg von der Tierleistung hin zu einer Flächenleistung (THOMET und REIDY, 2013). Um letztere bewerten zu können, benötigt man eine gute Erfassung der Milchproduktion vom Grünland. Vor allem bei Beweidung ist dies oft schwierig, da die Quantität und Qualität des von den Tieren aufgenommenen Futters meist nicht bekannt ist. Die gebräuchliche Berechnungsmethode errechnet die Weideleistung daher als Differenz aus der gesamten Milchproduktion und der aus dem im Stall aufgenommenen Futter (Silage und Krafffutter) produzierten Milch (Differenzmethode). Futter, das auf der Weide aufgenommen wird, deckt dann die restliche Milchproduktion sowie die Erhaltungsenergie ab. Bei einer neuen Methode, die von LEISEN *et al.* (2013) vorgeschlagen wurde, wird die Weideleistung durch Multiplikation der Gesamtmilchproduktion mit dem Anteil der Energie, die die Weide zur Ration beiträgt, berechnet, so dass die Energie für Erhaltung ebenfalls anteilig aus den Futtermitteln gestellt wird (Anteilsmethode). Hier haben wir beide Methoden zum ersten Mal anhand von Versuchsdaten von einem Weideversuch mit Voll- bzw. Halbtagsweide verglichen. Folgende Hypothesen wurden getestet:

- 1) Der Unterschied in den mit beiden Methoden berechneten Weideleistungen ist umso größer, je geringer der Weideanteil an der Ration.
- 2) Die Weideleistung pro Hektar unterscheidet sich zwischen Voll- und Halbtagsweide nicht, wenn die Fläche an die Futteraufnahme angepasst wird.

Material und Methoden

Die Weideversuche wurden von 2009 bis 2014 am Haus Riswick, Landwirtschaftskammer NRW, ausgeführt. In den ersten drei Jahren wurde ein Vollweidesystem mit einer komprimierten Narbenhöhe (CSH) von 5-6 cm durchgeführt (Kurzrasenweide). Die Tiere wurden in zwei Herden aufgeteilt, von denen die eine 2009 Krafffutter entsprechend der Tierleistung erhielt. Die andere Herde erhielt zusätzliche Silage (nur 2009) und/oder Krafffutter (2010 feste Mengen, 2009 und 2011 entsprechend der Leistung). Von 2012 bis 2014 verbrachten die Tiere den halben Tag auf der Weide (6-7 cm CSH) und bekamen eine Mischung aus Krafffutter und Silage im Stall sowie zusätzliches Krafffutter ihrer Leistung entsprechend. Während des Weideversuchs wurde kein Mineraldünger eingesetzt, mit Ausnahme der Applikation von 450 kg Kainit ha⁻¹ im Frühjahr 2011 auf Teilflächen. Gülle wurde nur im Frühjahr auf Flächen ausgebracht, die anschließend geschnitten wurden. Daten zur Zusammensetzung und Menge (Trockenmasse) des Stallfutters sowie seines Energiegehalts (Literaturwerte für Weizen und Körnermais) wurden täglich erhoben. Hieraus wurde die Nettoenergie für Laktation (NEL) des Stallfutters berechnet. Zweimal im Monat wurden Daten aus der Milchleistungsprüfung zur Milchmenge und -qualität erfasst. Hieraus wurde die benötigte NEL für die Milchproduktion berechnet (basierend auf Energie-korrigierter Milch [ECM]). Das mittlere Herdengewicht wurde einmal monatlich gemessen, um daraus den Energiebedarf für die Erhaltung zu berechnen (in NEL). Der Energiebedarf für Wachstum oder Bewegung wurde nicht berücksichtigt.

Die Weideleistung wurde wie folgt berechnet:

Methode 1 (Differenzmethode): $ECM_{\text{Weide}} \text{ (kg)} = ECM_{\text{gesamt}} \text{ (kg)} - (\text{Energieaufnahme aus Stallfutter (MJ NEL)} / 3,28 \text{ (MJ NEL/kg ECM)})$

Methode 2 (Anteilsmethode): $ECM_{\text{Weide}} \text{ (kg)} = ECM_{\text{gesamt}} \text{ (kg)} \times \text{Anteil Weideenergie am Energiebedarf (\%)} \text{ Anteil Weideenergie am Energiebedarf (\%)} = [1 - (\text{Energieaufnahme aus Stallfutter (MJ NEL)} / (\text{ECM (kg)} \times 3,28 \text{ (MJ NEL/kg ECM)} + \text{Erhaltungsbedarf (MJ NEL))})] \times 100$

Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS 20.0. Die drei Jahre pro Weidesystem wurden als Wiederholungen betrachtet und die Daten mit ANOVA ausgewertet, nachdem auf Normalität und Varianzhomogenität getestet worden war.

Ergebnisse und Diskussion

Tab. 1 zeigt die mit den beiden Methoden berechnete mittlere Weideleistung der Weidesysteme. Hier handelt es sich um die reine Weideleistung, ohne Betrachtung der zusätzlichen Leistung über den Schnitt der Flächen. Wie erwartet führte die Berechnung mit der Differenzmethode zu signifikant niedrigeren Werten als mit der Anteilsmethode. Der Unterschied zwischen den Methoden war für die Halbtagsweide wesentlich größer als für die Vollweide. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Erhaltungsenergiebedarf für Voll- und Halbtagsweide ähnlich hoch ist, aber ein größerer Anteil der auf der Halbtagsweide geringeren Weidefutteraufnahme hierfür verwendet werden muss, wenn man die Erhaltungsenergie ganz der Weide zurechnet (Differenzmethode). Tab. 1 zeigt auch, dass es signifikante Unterschiede in der Milchleistung pro Hektar gab, wenn diese mit der Differenzmethode berechnet wurden, aber nicht mit der Anteilsmethode. Da die zur Verfügung stehende Weidefläche entsprechen des Tierbedarfs angepasst wurde, waren wir davon ausgegangen, dass die Ergebnisse pro Fläche sich nicht unterscheiden sollten (Hypothese 2). Vor diesem Hintergrund scheint die Anteilsmethode realistischere Ergebnisse unter den getesteten Bedingungen zu liefern. Unterschiedliche Ergebnisse würden erwartet, wenn ein Weidesystem weniger effizient bewirtschaftet würde, wenn die Tiere auf einem System stärker selektieren würden oder wenn die Qualität des Aufwuchses unterschiedlich wäre. Höhere Standardabweichungen im Halbtagsweidesystem wurden durch Witterungsbedingungen 2013 verursacht, wo eine Trockenperiode eine Verkürzung der Weideperiode und eine Zufütterung im Sommer bedingte. Wenn dieses Jahr nicht mit betrachtet wurde, waren die Ergebnisse für die Beweidungsmethoden, die mit der Anteilsmethode berechnet wurden, noch ähnlicher.

Abbildung 1 zeigt den Einfluß des Weideanteils an der Energie der Gesamtration auf die berechnete Weideleistung. Es wird deutlich, dass der Unterschied zwischen den Methoden mit abnehmendem Weideanteil größer wird, was unserer Hypothese entspricht (Hypothese 1).

Tab. 1: Weideleistung (Energie-korrigierte Milch, kg ECM ha⁻¹ a⁻¹) in einem Vollweide- und einem Halbtagsweidesystem mit zusätzlicher Fütterung, berechnet mit zwei Methoden (siehe Text). Gezeigt werden Mittelwerte und Standardabweichungen (in Klammern) über drei Jahre. *P*-Werte aus ANOVA.

	Differenzmethode	Anteilsmethode	<i>P</i> -Wert zwischen Methoden
Vollweide	7.754 (651)	9.337 (340)	0,020
Halbtagsweide	1.921 (550)	8.438 (1.638)	0,003
<i>P</i> -Wert zwischen Weidesystemen	< 0,001	0,405	

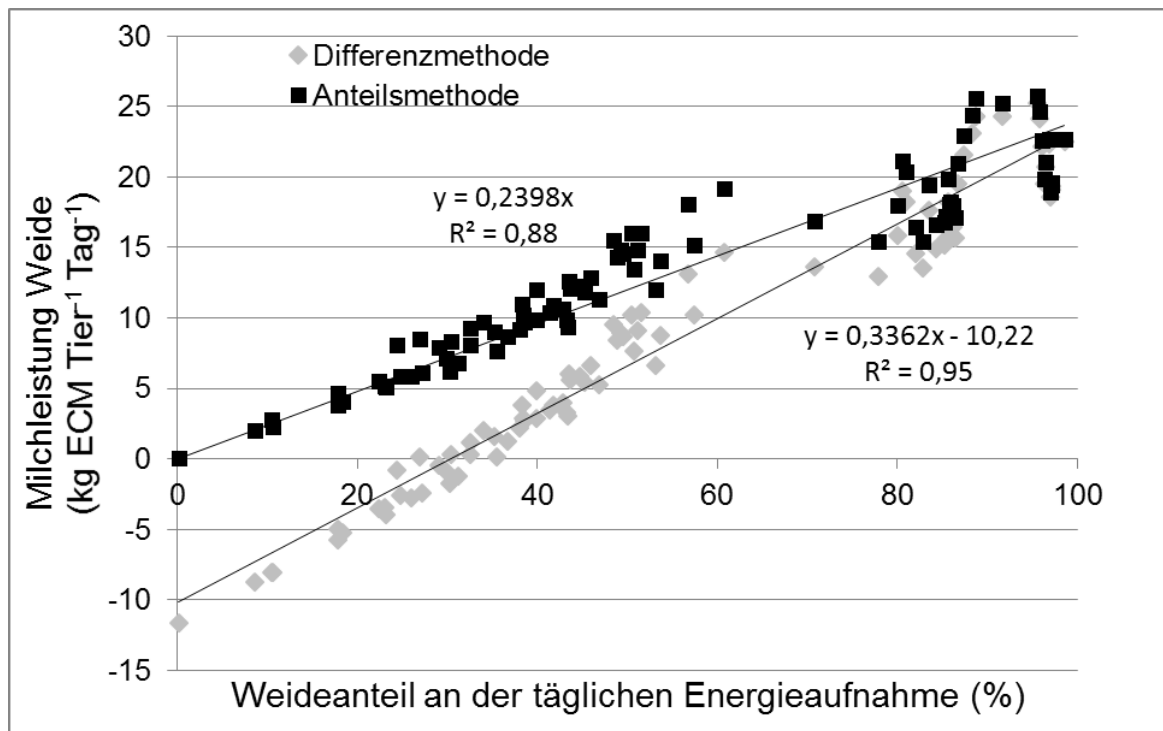


Abb. 1: Weideleistung in kg ECM Tier⁻¹ Tag⁻¹ in Abhängigkeit vom Weideanteil an der täglichen Energieaufnahme der Tiere mit der Gesamtration.

Schlussfolgerungen

Die Anteilsmethode führte vor allem bei geringen Weideanteilen in der Ration zu höheren Werten für die Weideleistung, wobei diese hier im Gegensatz zur Differenzmethode nie negativ wurde. Die Anwendung der Anteilsmethode in der Beratung kann zu einer besseren Wertschätzung der Weide als Basis für die Milchproduktion dienen.

Literatur

- LEISEN, E., SPIEKERS, H. & DIEPOLDER, M. (2013): Notwendige Änderungen der Methode zur Berechnung der Flächenleistung (kg Milch/ha und Jahr) von Grünland- und Ackerfutterflächen mit Schnitt oder Weidenutzung. *Tagungsband der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, 181-183.
- THOMET, P. und REIDY, B. (2013): Entwicklung von neuen Effizienzparametern zur Charakterisierung von Milchproduktionssystemen. *Tagungsband der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, 70-76.

Weideverhalten von Pferden in Abhängigkeit von organischer Düngung und Weidepflege

Alaid, H.¹, Giebelhausen, H.¹, Hochberg, H.² und Zotzmann, H.³

¹ Humboldt-Universität zu Berlin, Lebenswissenschaftliche Fakultät,

Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, 10115 Berlin, Invalidenstr. 42. hossam.alaid@hu-berlin.de, hermann.giebelhausen@agrار.hu-berlin.de

² h.hochberg@t-online.de, ³ heidez1990@gmail.com

Einleitung und Problemstellung

Gute Pferdeweiden erfüllen die Bedürfnisse der Tiere für eine ausreichende Futteraufnahme sowie Bewegung und fördern ihr Sozialverhalten. Pferde fressen besonders selektiv, ihr Tritt beansprucht den Boden und die Pflanzen stark und die Tiere setzen ihre Kotstellen an bestimmten Stellen innerhalb der Weide ab (GRUBER, 2002). Um ungünstige Wirkungen dieses Verhaltens auf den Boden und die Pflanzenbestände abzuwenden, sind eine angepasste Nährstoffversorgung und Weidepflege von Bedeutung. Ökologisch wirtschaftende Betriebe setzen dazu Wirtschaftsdünger und zur Pflege der Pferdeweiden auch Rinder ein. Im Beitrag werden Versuchsergebnisse zum Einfluss von Mutterkuhmist aus der Winteraußenhaltung sowie unterschiedlicher Weidepflege auf die Bestandszusammensetzung einer Pferdeweide, das Auftreten von Pferdekotstellen sowie das Fress- bzw. Weideverhalten von Pferden aus einer Versuchsperiode von 2010 bis 2013 vorgestellt.

Material und Methoden

Die untersuchte Pferdeweide befindet sich in einem Ökobetrieb des Landes Brandenburg, der 40 km südöstlich von Berlin in der Spreeniederung liegt. Die Jahresmitteltemperatur beträgt am Standort langjährig 9,4°C und es fallen 577 mm Niederschlag (ANONYMUS, 2013). Der Boden der Koppel ist sehr heterogen, so dass auf der 2 ha großen Versuchsteilfläche neben schwach bis stark humosem Sand auch anmoorige Substrate vorkommen (SCHWEITZER, 2006). Von Ende 2010 bis Mitte März 2011 führte die Spree Hochwasser, so dass die Weidefläche überflutet war. Seit 2004 wird auf der Weide der Einfluss folgender Prüffaktoren und -stufen untersucht (Tab. 1).

Tab. 1: Prüffaktoren und -stufen des Weideversuches mit Pferden am Standort Burig

Prüffaktor	Faktorstufe
A Mutterkuhmist	a ₁ ohne organische Düngung (Kontrolle)
	a ₂ mit organischer Düngung (30 t/ha , alle zwei Jahre)
B Weidepflege	b ₁ mechanische Pflege (Nachmahd / Mulchen)
	b ₂ Nachweide mit Mutterkühen

Die Prüffaktoren sind in einer Blockanlage mit 4 Wiederholungen angelegt. In jeder Prüfgliedstufe befindet sich ein Dauerquadrat (DQ) mit je 100 m², so dass in 16 DQ Messungen und Erhebungen vorgenommen wurden. Wegen Hochwassergefahr erfolgt der Einsatz des Mutterkuhmistes im zeitigen Frühjahr. Die Bestandszusammensetzung nach KLAPP/STÄHLIN wurde jährlich im Mai vor dem Auftrieb der Pferde ermittelt. Die Bewertung des Narbenverbisses der Pferde erfolgte nach vier Stufen: Stufe 0 bedeutet kein Verbiss, Stufe 1 sehr geringer Verbiss und bis Stufe 4 starker Verbiss. Auf der Gesamtkoppel (6 ha) betrug der Pferdebesatz 6-8 Tiere (1-1,2 GV/ha). Die Weidepflege erfolgte ab Anfang August durch einmalige Nachmahd/Mulchen oder durch Nachweide der Koppelteilfläche mit Mutterkühen (1-2 Tage mit einer Besatzdichte von 30-35 GV/ha) in Abhängigkeit vom Weiderest. Die Pferdekotstellen in den DQ wurden zu Beginn der Zeitmessungen zum Weide-/Fressverhalten der Tiere gezählt. Die Pferde, zumeist Tiere der Rasse Brandenburgisches Warmblut, sind Pensionstiere, die in der Zeit zwischen 9.00 bis 16.00 Uhr Weidegang erhalten, danach ausgeritten und bis zum nächsten Morgen im Stall versorgt werden. Somit betrug die

Aufenthaltszeit der Tiere auf der Weide 7 Stunden (29% des Tages). Die Zeitmessungen zu den Tätigkeiten der Pferde im Bereich der DQ erfolgten in Perioden von 9.00 bis 10.00 Uhr, 11.30 bis 12.30 Uhr und 14.00 bis 15.00 Uhr. In kurzen Intervallen wurde die Zeit für die Merkmale „Fressen“, „Laufen“, „Trinken“, „Kot- und Urinabgabe“, „Sozialverhalten“ und „Sonstige Tätigkeit“ in Minuten an mehreren Tagen im Frühjahr, Sommer und Herbst ermittelt. Mit den Daten wurde je ein Jahreszeit-Pool gebildet, so dass im Weiteren mit „gepoolten“ Daten gearbeitet wird. Im Beitrag werden nur die Daten von 2010 bis 2013 für die „Fresszeit“ der Pferde (in Prozent von der Koppel-Aufenthaltszeit) als Mittelwerte der Sommer- und Herbstweideperioden dargestellt.

Ergebnisse und Diskussion

Wirkung von Düngung und Weidepflege auf die Bestandszusammensetzung einer Pferdeweide

Die Bestandsveränderungen durch den Einsatz von Mutterkuhmist und unterschiedliche Weidepflege waren im Zeitraum von 2010 bis 2013 relativ gering. (Tab. 2).

Tab. 2: Ertragsanteile (%) von Gräsern, Leguminosen und Kräutern in Abhängigkeit der Düngung mit Mutterkuhmist sowie der Weidepflege durch Mulchen sowie Nachweide mit Mutterkühen auf einer Öko-Pferdeweide in der Spreeaue. Burig, Primäraufwüchse 2010 bis 2013

Artengruppe	Prüffaktor	Jahre				Mittel
	Düngung	2010	2011	2012	2013	2010-2013
Gräser	ohne	70	89	83	79	80
	mit	78	89	82	78	82
Leguminosen	ohne	12	3	4	7	7
	mit	7	4	5	6	5
Kräuter	ohne	18	7	13	15	13
	mit	16	8	13	17	13
Weidepflege						
Gräser	Mulchen	74	90	84	79	81
	Nachweide	73	88	81	77	80
Leguminosen	Mulchen	8	2	4	4	5
	Nachweide	11	5	6	8	7
Kräuter	Mulchen	18	8	13	17	14
	Nachweide	16	8	14	15	13

Es zeigte sich, dass der Misteinsatz die Gräserfraktion erhöhte, die Leguminosen durch Gräser etwas verdrängt und sich die Kräuterfraktion indifferent verhielt. Durch das Mulchen wurden die Gräser und Kräuter leicht gefördert und es trat ein Rückgang der Leguminosen, offenbar auch durch Bedeckungen mit Mulchmaterial, ein. Dies war bei Nachweide der Weidereste nicht der Fall, sondern Weißklee nutzte die dann besseren Lichtverhältnisse im Bestand für sich aus. Das Winterhochwasser 2010/2011 bewirkte im Jahr 2011 einen deutlichen Rückgang der Leguminosen und Kräuter. Während die Kräuter bereits 2012 wieder erhöhte Ertragsanteile erreichten, wurden die Leguminosen auch noch drei Jahre später von den durch das Hochwasser gestärkten Gräsern unterdrückt. Es deutet sich an, dass das Hochwasser die Pflanzenszusammensetzung der Pferdeweide zeitweilig stärker veränderte als organische Düngung und Weidepflege. In welcher Weise die Weidepflanzenbestände Einfluss auf den Verbiss (Pflanzenpräferenz) der Pferde und das Absetzen ihres Kotes hatten, wird nachfolgend dargestellt.

Einfluss von Düngung und Weidepflege auf Pflanzenverbiss und Kotstellenanzahl der Pferde

Nach FRASER (1992) meiden Pferde die Weideplätze, an denen sie ihren Kot absetzen, so dass sich dort unerwünschte Pflanzen durch Aussamen ausbreiten können. Viele Pferdekotstellen verursachen einen geringeren Narbenverbiss und fördern die Bestandsheterogenität der Weiden. Demgegenüber wird erwartet, dass Kuhmist den Geruch von Pferdekot überdeckt und Nachmahd von Weideresten zur Minderung von Kotstelleneinflüssen beiträgt (MEYER, 1995).

Aus den Abbildungen 1 und 2 kann abgeleitet werden, dass auf der Pferdeweide in Burig eine erhöhte Kotstellendichte in der Tendenz einen geringeren Narbenverbiss bewirkte. Allerdings sind die Abhängigkeiten bisher weniger deutlich und die erwarteten positiven Einflüsse der praktizierten Mistdüngung sowie Weidepflegeverfahren gering.

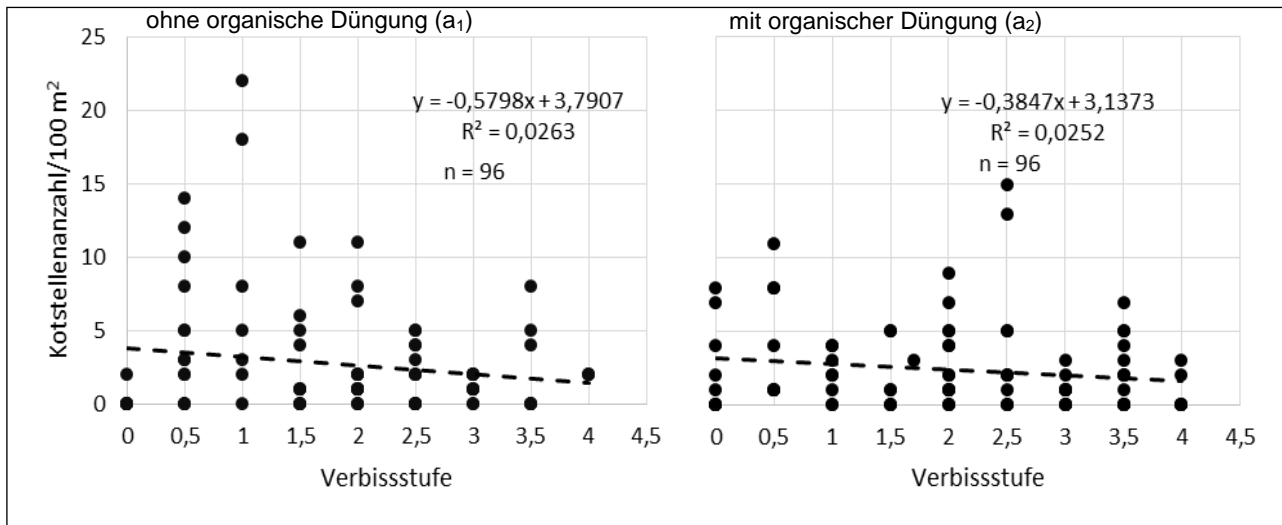


Abb. 1: Zusammenhang von Kotstellenanzahl und Verbissintensität der Pferde in Abhängigkeit vom Misteinsatz, Weideversuch Burig 2010-2013

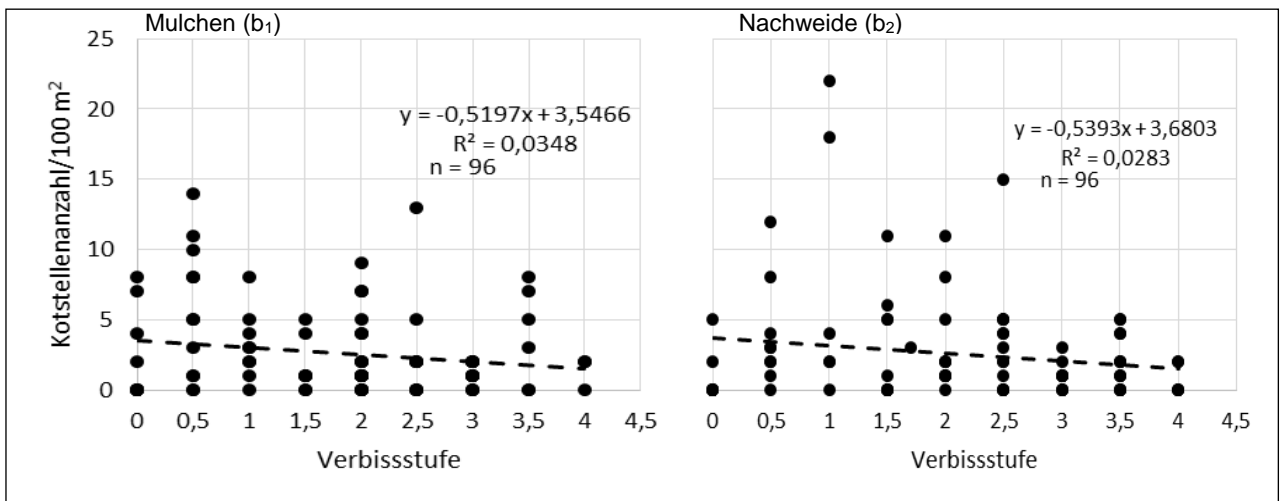


Abb. 2: Zusammenhang von Kotstellenanzahl und Verbissintensität der Pferde in Abhängigkeit von der Art der Weidepflege, Weideversuch Burig 2010-2013

Als Ursachen für die geringe Abhängigkeit von Narbenverbiss und Kotstellen der Pferde zu den Prüffaktoren und -stufen wären das stets gute Weidefutterangebot und der eventuell noch zu geringe Pferdebesatz zu nennen, so dass kritische Werte hinsichtlich Pflanzenpräferenz und Kotstellendichte noch nicht erreicht waren. Die Untersuchungen zeigen, dass bei einer Pferde-Kotstellendichte ab 5 Stück/100 m² ein reduzierter Narbenverbiss auf der Weide zu erwarten ist und Gegenmaßnahmen einzuleiten sind.

Welchen Einfluss die gegebenen Pflanzenbestände der Pferdeweide in Abhängigkeit vom Mutterkuh-Misteinsatz und differenzierter Weidepflege auf die Fresszeit der Pferde hatten, wird nachfolgend dokumentiert.

Einfluss von Düngung und Weidepflege auf die Fresszeit von Pferden

Die Futteraufnahmezeit beträgt bei Pferden in der Natur täglich 12 bis 18 Stunden (MEYER, 1995). Pferde verbringen bei Ganztagsweide etwa 63% ihrer Zeit mit Fressen (WOLLENWEB, 2007).

Die Untersuchungen zum Anteil der Fresszeit der Pferde an der gesamten Aufenthaltszeit sowie in Abhängigkeit von organischer Düngung und Weidepflege zeigen, dass die Tiere ihr Futter häufiger in den gedüngten sowie gemulchten Koppelbereichen aufnahmen (Tab. 3).

Tab. 3: Anteil der Fresszeit (%) von Pferden an der Gesamtaufenthaltszeit in Koppelbereichen bei Düngung mit Mutterkuhmist sowie Weidepflege durch Mulchen sowie Nachweide mit Mutterkühen auf einer Öko-Pferdeweide in der Spreeaue. Burig, Sommer-/Herbstperiode 2010 bis 2013

Prüffaktor	Jahre				Mittel
Düngung	2010	2011	2012	2013	2010-2013
ohne	32,2	32,7	42,4	26,9	33,6
mit	56,5	49,6	49,1	61,1	54,1
<hr/>					
Weidepflege					
Mulchen	51,5	53,3	62,6	58,5	56,5
Nachweide	37,3	29,0	29,0	29,5	31,2

Die hohe Pferdepräsenz in den mit Mutterkuhmist gedüngten Koppelbereichen in den Sommer- und Herbstperioden dürfte mit ihrem besseren Futterangebot im Zusammenhang stehen, da die natürliche Wuchsbereitschaft der meisten Weidepflanzen in dieser Zeit rückläufig ist. Dass die mechanisch durch Mulchen gepflegten Weideareale offenbar von Pferden besser angenommen werden als die mit Mutterkühen nachgeweideten Bereiche, die auch etwas kleereicher waren, hat mehrere Ursachen. So haben offenbar die alten Pferdekotstellen in den nachgeweideten Bereichen die Pferde bei ihrer Fressplatzwahl weiter beeinflusst. Auch verbeißen Mutterkühe Arten wie *Rumex obtusifolius* L. nur wenig, so dass manche Pferde die verkrauteten Stellen mit überständigen Pflanzen wieder zur Kotablage nutzen und als Futterplätze meiden. Mulchen verteilt die Pferde-Kotstellen wirksamer, so dass nachwachsendes Futter für die Pferde attraktiver wird.

Schlussfolgerungen

Der Einsatz von Mutterkuhmist stabilisiert auf Pferdeweiden Entwicklung und Zusammensetzung der Pflanzenbestände, er ist nach guter fachlicher Praxis durchzuführen. Auf Standorten mit Hochwassergefahr ist der Dung aus Umweltschutzgründen im zeitigen Frühjahr auszubringen. Nach einem Winterhochwasser ist mit einer Zunahme der Gräserfraktion und dem Rückgang der Leguminosen- und Kräuteranteile im Bestand zu rechnen. Leguminosen benötigen gegenüber Kräutern nach dem Hochwasser eine längere Regenerationszeit. Der Erhalt der Pflanzenbestände von Pferdeweiden ist durch Mulchen oder Nachweide der Weidereste mit Mutterkühen zu unterstützen. Überwiegen im Weiderest *Rumex*-Spezies, so ist zeitnah Mulchen bzw. Nachmahd erforderlich. (Un-)krautarme Weidereste von Pferdeweiden sind durch Nachweide mit Mutterkühen umweltschonender nutzbar und für Leguminosen ergeben sich bessere Entwicklungschancen. Aus den Untersuchungen kann abgeleitet werden, dass bei 5 Pferdekotstellen/100 m² Weidefläche ein merklicher Rückgang des Narbenverbisses eintritt, die nutzbare Futterfläche sinkt sowie die Weideleistung und das Wohlbefinden der Tiere abnehmen. Ein guter Zustand der Pferdeweide scheint erreicht, wenn die Tiere in der Sommer- und Herbstperiode etwa 50 bis 60% ihrer Aufenthaltszeit artgerechtes Futter in ausreichender Menge und Qualität aufnehmen können.

Literatur

- ANONYMUS (2013): Witterungsdaten der Jahre 2010-2012 für die Klimastation Berlin-Köpenick. Elektronische Mitteilung, Deutscher Wetterdienst Offenbach.
- FRASER, A. F. (1992): The behaviour of the horse. *CAB International, WorldCat*.
- GRUBER, R. (2002): Pferde in Weidehaltung. *Verlag Ulmer, Stuttgart*.
- MEYER, H. (1995): Pferdefütterung. *Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin*.
- SCHWEITZER, K. (2006): Standortbeschreibung der Versuchspartellen in Burig/Neu Zittau. *Schriftliche Mitteilung. Fachgebiet Bodenkunde und Standortlehre, Humboldt-Universität zu Berlin*.
- WOLLENWEB, K. (2007): Das Verhalten einer Pferdeherde (Liebenthaler Pferde) unter naturbelassenen Lebensbedingungen im Hinblick auf chronobiologische Aspekte, klimatische Einflüsse sowie deren Raumnutzung. *Dissertation. Freie Universität Berlin*.

Einfluss der Grasnarbenstruktur auf die funktionelle Zusammensetzung der Vegetation bei unterschiedlichen Beweidungsintensitäten auf einer Rinderstandweide

Densing, E.M., Gabler, J., Ebeling, D., Tonn, B. & Isselstein, J.

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abteilung Graslandwissenschaft, von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen,
btonn@uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Der Einfluss von Beweidung auf die botanische Zusammensetzung von Grünland kann durch vier hauptsächlich wirkende Mechanismen beschrieben werden: (a) direkter Schaden durch Tritt oder Entblätterung, (b) veränderte Konkurrenzmechanismen, besonders durch selektive Beweidung, (c) Dynamik der Lückenbildung in der Vegetation sowie (d) Veränderungen des Nährstoffhaushaltes (BULLOCK *et al.*, 2001; WRAGE *et al.*, 2012). Auf extensiv beweidetem Grünland resultiert die selektive Entblätterung junger, nährstoffreicher Vegetation durch die Tiere häufig in der Ausbildung einer Mosaikstruktur verschiedener Grasnarbenhöhenbereiche, mit häufig beweideten und deshalb niedrigen Bereichen sowie weniger intensiv beweideten, hohen Bereichen (ADLER *et al.*, 2001; SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2009). Um einen Einblick zu erhalten, wie die langjährig differenzierte Beweidung innerhalb einer Parzelle die Vegetation niedriger und hoher Patches beeinflusst, wurde das CSR-Modell nach Grime angewendet. Dieses teilt Pflanzen aufgrund von physiologischen und phänologischen Merkmalen in drei Strategie-Typen sowie deren Kombinationen ein (CRAWLEY *et al.*, 2000; GRIME *et al.*, 2007). Konkurrenz-Strategen (competitors, C) zeichnen sich vor allem durch intensives Lateralwachstum und hohe relative Wachstumsraten aus und gedeihen durch diese in Habitaten mit hoher Produktivität und niedriger Störungshäufigkeit (GRIME *et al.*, 2007). Stresstoleranz-Strategen (stress tolerators, S) kommen durch ihre Langlebigkeit, niedrige relative Wachstumsraten und effektive Abwehrmechanismen gegen Herbivoren bevorzugt in wenig produktiven Systemen mit einer niedrigen Störungsfrequenz vor (GRIME *et al.*, 2007). Ruderal-Strategen sind durch ihre hohe Ressourceninvestition in die Reproduktion in Habitaten mit hoher Störungshäufigkeit bevorteilt.

Der geschätzte Biomasseanteil der CSR-Strategiekomponenten, sowie der funktionellen Pflanzengruppen Gräser, Kräuter und Leguminosen wurde auf einer langjährig extensiv beweideten Fläche mit drei Beweidungsintensitäten (moderat, extensiv & sehr extensiv) in Abhängigkeit dreier Narbenhöhenklassen untersucht (niedrige, mittlere und hohe Grasnarbe). Hypothese (1) zufolge sollte die C-Strategiekomponente den höchsten Anteil in hohen Narbenbereichen bzw. in eher extensiv beweideten Parzellen ausmachen, wohingegen Gegenteiliges für die Stresstoleranz- und Ruderal-Strategiekomponenten zutreffen sollte. Hypothese (2) zufolge sollten Kräuter und Leguminosen aufgrund der zu erwartenden Präferenz der Weidetiere für diese funktionellen Gruppen einen größeren Anteil in extensiver beweideten Parzellen bzw. in weniger häufig entblätterten (hohen) Patches ausmachen.

Material und Methoden

Die Datenaufnahme für diese Studie erfolgte auf einem 2002 eingerichteten Weideversuch in Reliehausen, Niedersachsen (51°46'N, 9°4E, 250 m NN). Die Beweidung erfolgte in Form einer Standweide mit Mutterkühen der Rasse Fleckvieh. Seit Versuchsbeginn wurden keine Herbizide oder Düngemittel appliziert. Die mäßig artenreiche, mesotrophe Fläche wies die Pflanzengesellschaft *Lolio-Cynosuretum* auf einem Braunerde-Pelosol auf. Der durchschnittliche Boden-pH-Wert betrug 6,3, die durchschnittliche Jahresmitteltemperatur 8,2°C und die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge 879 mm (ISSELSTEIN *et al.*, 2007; SAHIN DEMIRBAG *et al.*, 2009; WRAGE *et al.* 2012). In einem randomisierten Blockdesign wurden dort mit drei Wiederholungen (9 Parzellen mit je 1 ha Fläche) drei unterschiedliche Beweidungsintensitäten verglichen. Die Beweidungsintensitäten unterschieden sich in der angestrebten Ziel-Grasnarbenhöhe von 6 cm (moderate Be-

weidung), 12 cm (extensive Beweidung) oder 18 cm (sehr extensive Beweidung). Die Grasnarbenhöhe wurde mithilfe von zweiwöchentlichen Messungen mit einem Rising-Plate-Meter überprüft (CASTLE, 1976; ISSELSTEIN *et al.*, 2007), um bei Abweichungen von der Zielnarbenhöhe den Tierbesatz entsprechend anzupassen.

Je Parzelle wurden fünf Ausgangspunkte zufällig ausgewählt, in deren Umgebung für jeweils ein Triplet von drei Narbenhöhenklassen (niedrig, mittel, hoch) Vegetationsaufnahmen auf 0,25 m² großen Aufnahmeflächen durchgeführt wurden. Die Klassengrenzen der drei Klassen wurden gemäß der saisonalen Entwicklung der Narbenhöhenverteilung angepasst. Für jede Aufnahmefläche wurde die Grasnarbenhöhe mithilfe von vier Rising-Plate-Meter-Messungen ermittelt. Die Mittelwerte und Standardabweichungen lagen bei 4,4 ± 1,8 cm für niedrige, 10,7 ± 2,0 cm für mittlere und 17,9 ± 2,6 cm für hohe Narbenbereiche. Es wurden die Biomasseanteile aller höheren Pflanzen sowie die der funktionellen Gruppen Gräser, Kräuter und Leguminosen geschätzt. Zusätzlich wurde der Deckungsgrad offenen Bodens geschätzt. Auf der Aufnahmefläche wurde eine Bodenprobe in 0-10 cm Tiefe als Mischprobe aus 14 Einstichen mit einem Bohrstock von 15 mm Durchmesser entnommen. Der Gehalt pflanzenverfügbaren Phosphors wurde nach Calcium-Acetat-Lactat-Extraktion gemäß VDLUFA (2007) ermittelt. Die Datenaufnahme erfolgte im Juli und August 2013 (drei Triplets je Parzelle) sowie im Juli und August 2014 (zwei weitere Triplets je Parzelle).

Für jeden Aufnahmepunkt wurden gewichtete Bestandsmittelwerte der CSR-Strategiekomponenten berechnet, indem für jede auftretende Art der Anteil der jeweiligen Strategiekomponente gemäß Datenbank-Werten (KLOTZ *et al.*, 2002) mit ihrem Ertragsanteil multipliziert wurde. Für die weitere Auswertung wurden für alle Zielgrößen Mittelwerte je Parzelle und Narbenhöhenklasse berechnet. Die Vegetationsparameter wurden mittels gemischter linearer Modelle mit den festen Effekten Beweidungsintensität, Narbenhöhenklasse und deren Interaktion sowie dem Block als zufälligem Effekt analysiert. Zur Herstellung von Varianzhomogenität wurde bei einzelnen Zielgrößen die Varianz separat für jede Narbenhöhenklasse (funktionelle Gruppen) bzw. Beweidungsintensität (C- und R-Strategiekomponente) modelliert. Die Ertragsanteile der Leguminosen wurden vor der Analyse wurzeltransformiert. Für signifikante Effekte wurden paarweise Mittelwertvergleiche mittels Tukey-Test durchgeführt. Der Zusammenhang zwischen den einzelnen Strategiekomponenten und dem Boden-Phosphorgehalt bzw. dem Deckungsgrad offenen Bodens wurde mittels Kendall-Rangkorrelationstest geprüft. Für die Analysen wurden die Software R 3.1.0 (R Development Core Team, 2008) und die Packages „nlme“ (PINHEIRO *et al.*, 2012) „lmeans“ (LENTH, 2013) und „Kendall“ (MCLEOD, 2011) verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Die Narbenhöhenklasse hatte einen signifikanten Einfluss auf den Anteil aller drei Strategiekomponenten im gewichteten Bestandsmittel, sowie auf den Ertragsanteil der drei funktionellen Gruppen ($p < 0,01$, Abb. 1a, 1b). Der Effekt der Beweidungsintensität und ihrer Interaktion mit der Narbenhöhenklasse war in allen Fällen nicht signifikant ($p > 0,18$ bzw. $p > 0,12$). Die hohe Narbenhöhenklasse wies größere Ertragsanteile von Gräsern und geringere Ertragsanteile von Kräutern und Leguminosen auf als die niedrige Narbenhöhenklasse. Außerdem war in ihr der Anteil der C-Strategiekomponente gegenüber der niedrigen Narbenhöhenklasse höher, der der S- und R-Strategiekomponenten dagegen niedriger. Die mittlere Narbenhöhenklasse wies bei allen Vegetationsparametern Werte zwischen denen der hohen und der niedrigen Narbenhöhenklasse auf. Die Kendall-Rangkorrelationen zeigten, dass der Boden-Phosphorgehalt mit der C-Strategiekomponente in einem positiven, mit den S- und R-Strategiekomponenten dagegen in einem negativen Zusammenhang stand (Tab.1). Desweiteren korrelierte die R-Strategiekomponente positiv mit dem Deckungsgrad offenen Bodens (Tab. 1).

Hypothese (1) zum Anteil der CSR-Strategiekomponenten nach GRIME *et al.* (2007) in den unterschiedlichen Patches konnte bestätigt werden. Dies ist mit dem "patch grazing modell" von ADLER *et al.* (2001) vereinbar, demzufolge unterschiedliche Entblätterungsfrequenzen auf unterschiedliche Narbenhöhenklassen einwirken. Da hohe Patches wegen des älteren und qualitativ geringwertigen Pflanzenmaterials nicht mehr bevorzugt beweidet werden, können sich dort Konkurrenzstrategen durchsetzen. Durch Eigenschaften wie aktives Assimilieren von Ressourcen der Wurzeln und unterirdische Speicherorgane können sie die dort höhere Nährstoffverfügbarkeit nutzen (Tab. 1; CRAWLEY *et al.*, 2000; GRIME *et al.*, 2007). Außerdem haben sie anderen Pflanzen gegenüber bezüglich der Ressource Licht durch ihre hohe relative Wachstumsrate und effektives seitliches Ausbreitungsvermögen einen Konkurrenzvorteil (GRIME *et al.*, 2007).

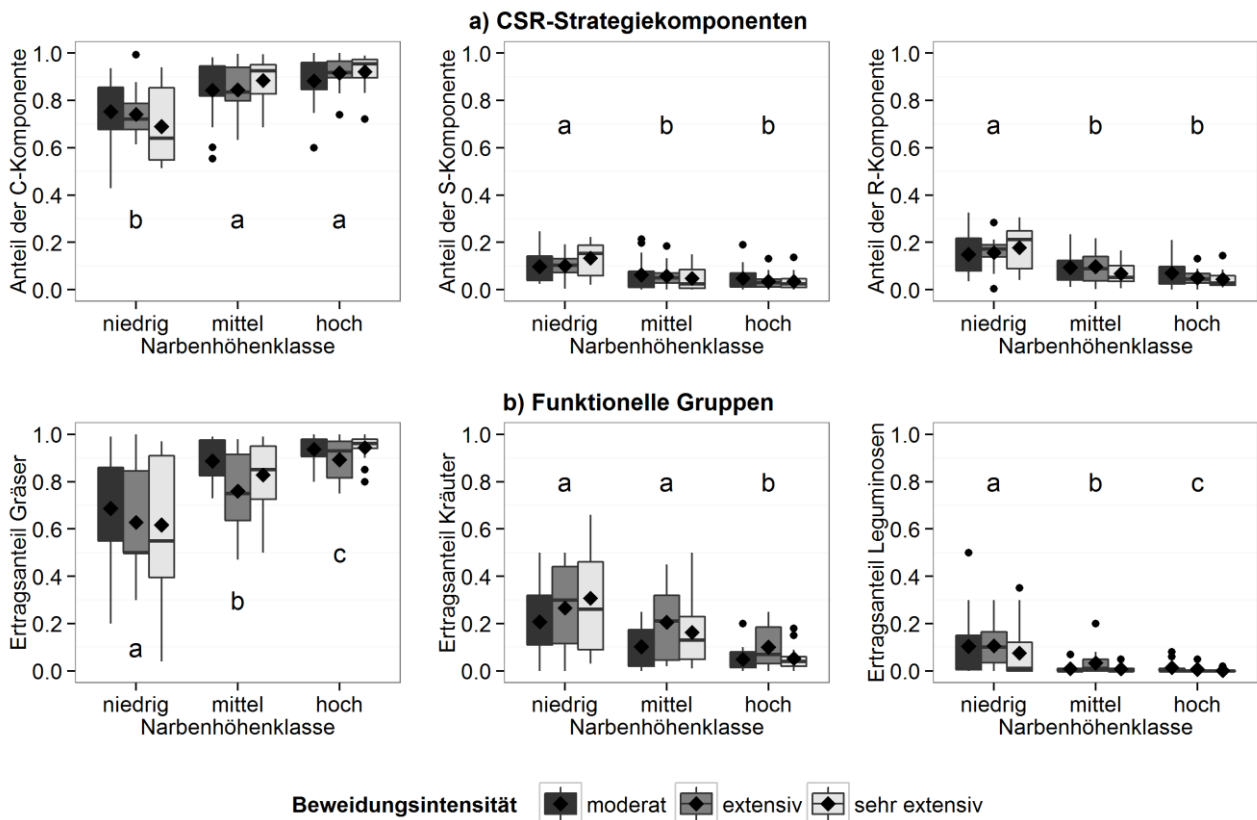


Abb. 1: Einfluss von Narbenhöhenklasse und Beweidungsintensität auf Parzellenebene a) auf die Anteile der CSR-Strategiekomponenten im gewichteten Bestandsmittel (C: Konkurrenz-Strategie, S: Stresstoleranz-Strategie, R: Ruderal-Strategie), sowie b) auf die Anteile der funktionellen Gruppen Gräser, Kräuter und Leguminosen. Tukey-Boxplots ($n = 15$) und Behandlungsmittelwerte (Rauten). Verschiedene Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($p = 0,05$) zwischen den Narbenhöhenklassen, gemittelt über die Beweidungsintensitäten.

In Bereichen mit hoher Störungsfrequenz und -intensität jedoch sind Ruderal-Strategen bevorteilt. Mit der Fähigkeit, einen kontinuierlichen Wiederaufbau ihrer Population durch intensive Investition in Fortpflanzungsmechanismen zu gewährleisten, können sie dem höheren Schaden durch Tritt und Entblätterung entgegenwirken (CRAWLEY *et al.* 2000). Dies zeigt sich zudem in der stark positiven Korrelation zwischen dem Vorkommen der Ruderal-Strategiekomponente und dem Offenbodenanteil (Tab. 1). Bullock *et al.* 2001 nannten diesbezüglich die Fähigkeit Vegetationslücken effektiv und schnell kolonisieren zu können als wichtigste Variable um den Einfluss von Beweidung auf Ruderal-Strategen vorherzusagen.

Tab. 1: Korrelationen zwischen dem gewichteten Pflanzenbestands-Mittelwert der CSR-Strategiekomponenten und dem mittleren Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor im Boden bzw. dem Deckungsgrad offenen Bodens. *tau*: Kendall-Rangkorrelationskoeffizient.

	Konkurrenz-Strategie		Ruderal-Strategie		Stresstoleranz-Strategie	
	<i>tau</i>	<i>p</i>	<i>tau</i>	<i>p</i>	<i>tau</i>	<i>p</i>
Boden-P-Gehalt	0,368	0,0076	-0,333	0,0156	-0,419	0,0023
offener Boden			0,591	< 0,0001		

Wie kann jedoch der höhere Anteil der S-Strategiekomponente in niedrigen Patches erklärt werden, obgleich diese einer größeren Störung unterliegen, welches einen Nachteil für Stresstoleranz-Strategen darstellt? Die Bodennährstoffverfügbarkeit könnte hiermit in Verbindung zu bringen sein; sowohl die R- als auch die S-Strategiekomponente wiesen eine negative Korrelation mit dem Boden-Phosphorgehalt auf. Da Stresstoleranz-Strategen diesbezüglich in niedrigen Patches durch ihre bessere Anpassung an Ressourcenknappheit bevorteilt sind, ist es möglich, dass ihre effektiven Abwehrmechanismen gegen Herbivore ihnen einen Schutz vor selektiver Entblätterung in

niedrigen Patches bieten (GRIME *et al.*, 2007). Somit ist eine simultane Existenz von Ruderal-Strategen und Stresstoleranz-Strategen in niedrigen Patches möglich.

Hypothese 2 konnte nicht bestätigt werden, da der Anteil der Gräser signifikant mit steigender Patch-Höhe stieg und Kräuter und Leguminosen signifikant größere Anteile in niedrigeren Narbenhöhenklassen aufwiesen (Abb. 1b). Ob hierfür das Auftreten stärker ausgeprägter Konkurrenzstrategen in der Gruppe der Gräser verantwortlich ist, oder ob das Vorkommen von Kräutern und Leguminosen durch die Präferenz des Viehs für diese Gruppen zur Herausbildung von niedrigen Narbenbereichen führt, ist in weiteren Erhebungen zu untersuchen.

Schlussfolgerungen

Die Narbenhöhenklasse hatte einen signifikanten Effekt auf alle CSR-Strategiekomponenten, sowie auf alle funktionellen Pflanzengruppen. Im Gegensatz dazu zeigte die Beweidungsintensität in keinem Fall signifikante Effekte. Diese Studie bekräftigt damit bereits bestehende Forschungsergebnisse (WRAGE *et al.*, 2012; TONN *et al.*, 2013), indem gezeigt wurde, dass in einem extensiven Weidesystem die unmittelbare Grasnarbenhöhe einen größeren Einfluss auf die dortige botanische Zusammensetzung auszuüben scheint, als die übergeordnete Beweidungsintensität.

Literatur

- ADLER, P.B., RAFF, D.A. & LAUENROTH, W.K. (2001): The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128, 465-479.
- BULLOCK, J.M., FRANKLIN, J., STEVENSON, M.J., SILVERTOWN, J., COULSON, S.J., GREGORY, S.J. & TOFTS, R. (2001): A plant trait analysis of responses to grazing in a long-term experiment. *Journal of Applied Ecology* 38, 253-267.
- CASTLE, M.E. (1976): A simple disc instrument for estimating herbage yield. *Journal of the British Grassland Society* 31, 37-40.
- CRAWLEY, M.J. (Hrsg., 2000) *Plant Ecology*. Blackwell Science Ltd, Oxford, U.K.
- GRIME, J.P., HODGSON, J.G. und HUNT, R. (2007): *Comparative Plant Ecology: A Functional Approach to Common British Species*. 2. überarb. Aufl. Unwin Hyman, London, UK.
- ISSELSTEIN, J., GRIFFITH, B.A., PRADEL, P. & VENERUS S. (2007): Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 1. Nutritive value of herbage and livestock performance. *Grass and Forage Science* 62, 145-148.
- 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. <http://www2.ufz.de/biolflor/index.jsp>. Zugriff: 20.11.2014.
- LENTH, R.V. (2013): *lsmmeans: Least-squares means*. R package version 1.10-01. <http://CRAN.R-project.org/package=lsmmeans>.
- MCLEOD, A.I. (2011): *Kendall: Kendall rank correlation and Mann-Kendall trend test*. R package version 2.2. <http://CRAN.R-project.org/package=Kendall>.
- PINHEIRO, J., BATES, D., DEBROY, S., SARKAR, D. & THE R DEVELOPMENT CORE TEAM (2012): *nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models*. R package version 3.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2008): *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Wien. URL: <http://www.R-project.org/>.
- TONN, B., WIRSIG, A., KAYSER, M., WRAGE-MÖNNIG, N. & ISSELSTEIN J. (2013): Patch-differentiation of vegetation and nutrient cycling in an extensive pasture system. *Proceedings of the 22nd International Grassland Congress, Sydney, Australia*, 921-924.
- SAHIN DEMIRBAG, N., Röver, K.-U., WRAGE N., HOFMANN M. & ISSELSTEIN, J. (2009): Herbage growth rates on heterogenous swards as influenced by sward height classes. *Grass and Forage Science* 64, 12-18.
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten, Hrsg., 2007) *Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik, Band 1, 4. Aufl., 5. Ersatzblattlieferung*, Bonn: VDLUFA.
- WRAGE, N., SAHIN DEMIRBAG, N. & ISSELSTEIN, J. (2012): Vegetation height of patch more important for phyto-diversity than that of paddock. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 155, 111-116.

Zusammenhang zwischen räumlichen Mustern des Weideverhaltens, Exkrementstellenverteilung und großräumiger Heterogenität der Bodennährstoffgehalte bei Rinder- und Schafbeweidung

Tonn, B., Stünke, R., Scheile, T. & Isselstein, J.

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,
Abteilung Graslandwissenschaft, von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen, btonn@gwdg.de

Einleitung und Problemstellung

Futteraufnahme und Exkrementdeposition durch Weidetiere sind zentrale Prozesse der Nährstoffkreisläufe von beweidetem Grasland. Weidetiere können dabei auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen zur Heterogenität der Nährstoffverteilung beitragen. Kleinräumige Heterogenität wird durch die Ausscheidung punktuell hoher Nährstoffmengen in Kot und Urin verursacht, die jeweils nur einen kleinen Bereich der Weidefläche betreffen (TONN *et al.*, 2012). Darüber hinaus können Weidetiere auch zur großräumigen Umverteilung von Nährstoffen auf der Weidefläche beitragen. Voraussetzung hierfür ist, dass die Futteraufnahme und die Nährstoffrückfuhr in Exkrementen unterschiedliche räumliche Muster aufweisen. Dies wurde sowohl in natürlichem Grasland als auch in landwirtschaftlich genutzten Systemen nachgewiesen (AUGUSTINE, 2003; SCHNYDER *et al.*, 2010). In einem Weideexperiment zur Untersuchung der von Kot- und Urinstellen verursachten kleinräumigen Heterogenität der Nährstoffrückfuhr (SCHEILE *et al.*, 2015) wurde geprüft, ob auf übergeordneter Ebene auch ein großräumiger Nährstofftransfer innerhalb der Parzellen auftritt. Folgende Hypothesen wurden aufgestellt:

(1a) Die Weidetiere nutzen die Parzellen nicht gleichmäßig, vor allem außerhalb der Futteraufnahme. (1b) Die räumlichen Muster von Futteraufnahme und anderen Verhaltensweisen unterscheiden sich von einander. (2) Es bestehen positive Korrelationen (a) zwischen der Aufenthaltshäufigkeit der Weidetiere und der Exkrementdeposition und (b) zwischen der Aufenthaltshäufigkeit der Weidetiere außerhalb der Futteraufnahme und den Bodennährstoffgehalten.

Material und Methoden

Die Erhebungen wurden auf einem Weideversuch auf dem Versuchsgut Relliehausen, Niedersachsen, durchgeführt (51° 46' 56" N, 9° 42' 10" E, 180–230 m NN, 8,2°C Jahresmitteltemperatur, 880 mm mittlerer Jahresniederschlag). Dieser Weideversuch wurde im Jahr 2007 angelegt und wird seit 2011 nach leichten Änderungen in der derzeitigen Form bewirtschaftet. Seit Versuchsbeginn wurden keine Düngemittel appliziert. Die Versuchsfaktoren waren Grasnarbe (grasbetont, divers) und Weidetier (Rinder, Schafe). In einer randomisierten Blockanlage wurden die Behandlungen dreifach wiederholt, mit einer Parzellengröße von 0,5 ha. Die Versuchsfläche ist westexponiert und weist eine mittlere Hangneigung von ca. 9% auf. Die Tränken aller Parzellen befanden sich entlang eines die Versuchsfläche von Norden nach Süden durchziehenden Mittelganges. Die Bewirtschaftung erfolgte in Form einer Umtriebsweide mit drei Rotationen pro Jahr, wobei die drei Versuchsblöcke innerhalb jeder Rotation jeweils nacheinander beweidet wurden.

Die grasdominierte Narbe wurde durch Applikation von Herbiziden gegen dikotyle Pflanzen auf der Hälfte der Parzellen erzeugt. Die diverse Narbe entsprach der ursprünglichen Ausgangsvegetation, einem mäßig artenreichen *Lolio-Cynosuretum*. Im Folgenden wird dieser Versuchsfaktor jedoch nicht explizit betrachtet. Die Beweidung erfolgte durch Mutterkühe der Rasse Deutsches Fleckvieh bzw. Mutterschafe der Rasse Schwarzköpfiges Fleischschaf. Im Jahr 2014 lag die Besatzdichte zu Weidebeginn bei 116,6 kg^{0,75} metabolischem Körpergewicht je ha. Dies entsprach bei den Schafen 8,3 und bei den Rindern 12,6 GV ha⁻¹ (GV: Großvieheinheit, 500 kg Lebendgewicht).

Im Frühjahr 2014 wurden während der ersten Weiderotation auf jedem Block an jeweils drei Tagen im Zeitraum von ca. 8:30-16:00 Uhr Tierbeobachtungen durchgeführt und nach Abschluss der Beweidung Kotstellenzählungen vorgenommen (Tab. 1). Hierfür wurde jede Weidefläche in sechs gleich große Teilflächen mit durch Stangen markierten Eckpunkten unterteilt (Abb. 1). Zu jedem Beobachtungszeitpunkt wurden alle 10 min nacheinander für jede beweidete Parzelle Verhaltensweisen und Aufenthaltsorte (Teilfläche) von jeweils vier farbig markierten Tieren notiert. Dabei

wurde zwischen „Fressen“ (Tier steht oder läuft langsam mit gesenktem Kopf) und „Sonstigen Verhaltensweisen“ unterschieden. Die Anzahl der Beobachtungszeitpunkte je Parzelle betrug 128 (Block A), 106 (Block B) bzw. 121 (Block C). Für jede Teilfläche wurde berechnet, welcher Anteil von Tierbeobachtungen der Gesamtparzelle auf sie entfiel, sowohl getrennt nach den Verhaltensweisen „Fressen“ und „Sonstige“ als auch für die Gesamtzahl der Beobachtungen.

Jeweils nach Ende der Beweidung (Tab. 1) wurden in jeder Teilfläche die Kotstellen innerhalb von zwei Transekten je Parzelle erfasst, die jede Teilfläche durchquerten. Die Breite der Transekte betrug 7,5 m (Rinder) bzw. 3,0 m (Schafe). Je nach Parzellenzuschnitt wurden damit 30-44% (Rinder) bzw. 12-18% (Schafe) der Gesamtfläche abgedeckt. Um der unterschiedlichen Größe einzelner Kotstellen Rechnung zu tragen, wurden bei Rinderbeweidung zusätzlich Länge (L) und Breite (B) der Kotstellen erfasst und ihre Fläche (A) näherungsweise als $A = 0,25 \cdot \pi \cdot L \cdot B$ berechnet. Bei Kotstellen der Schafe wurde die Anzahl der Einheiten (Pellets) geschätzt, aus denen sich diese zusammensetzten. In beiden Fällen wurde der Anteil der Kotfläche bzw. Pelletzahl jeder Teilfläche an der Kotdeposition der Gesamtparzelle berechnet.

Am 09.03.2015 wurde in allen Parzellen jeweils eine Bodenprobe je Teilfläche in 0-10 cm Tiefe genommen. Die Proben wurden mit einem Bodenbohrer (15 mm Durchmesser) als Mischproben von 15 Einstichen je Teilfläche gewonnen. Der Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor und Kalium wurde nach Extraktion mit Calcium-Acetat-Lactat gemäß VDLUFA (2007) bestimmt. Um die Daten um Unterschiede im mittleren Bodennährstoffgehalt zwischen den Parzellen zu bereinigen, wurden für jede Teilfläche relative Bodennährstoffgehalte berechnet. Hierzu wurde der Wert der Teilfläche durch den Mittelwert der Parzelle dividiert.

Die statistische Auswertung erfolgte mit der Software R 3.2.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2008). Die Hypothesen, dass die Aufenthaltsorte der Tiere zwischen den Teilflächen einer Parzelle nicht zufällig verteilt sind und sich die räumlichen Muster von „Fressen“ und „Sonstigen Verhaltensweisen“ unterscheiden, wurden für jede einzelne Parzelle mittels Chi-Quadrat-Tests geprüft. Da Beobachtungen der vier markierten Tiere einer Parzelle zum gleichen Beobachtungszeitpunkt nicht voneinander unabhängig sind, wurde die Anzahl der Beobachtungen je Teilfläche durch vier dividiert. Die Signifikanz paarweiser Zusammenhänge zwischen dem Anteil der Tierbeobachtungen je Teilfläche, dem Anteil der Kotmenge je Teilfläche und den relativen Bodennährstoffgehalten wurde mittels Kendall-Rangkorrelation mit dem Package „Kendall“ (MCLEOD, 2011) geprüft.

Tab. 1: Zeitpunkte der Tierauftriebe und Tierabtriebe sowie der Datenerfassung.

Block	Tierauftrieb	Tierabtrieb	Tierbeobachtung	Kotstellenbonitur
A	07.05. (Schafe), 08.05. (Rinder)	19.05.	12.05., 13.05., 14.05.	23.05.
B	19.05.	02.06.	24.05., 26.05., 28.05.	16.06.
C	02.06.	16.06.	06.06., 07.06., 12.06.	16.06., 17.06.

Ergebnisse und Diskussion

Die Verhaltensweise „Fressen“ wurde bei Rindern bei 41 (33-46) %, bei Schafen bei 39 (24-48) % der Tierbeobachtungen erfasst (Gesamtmittelwert, Spannweite der Parzellenmittelwerte). Bei der Verhaltensweise „Fressen“ wichen nur drei Parzellen signifikant von einer Zufallsverteilung zwischen den Teilflächen ab (Abb. 1). Bei den „Sonstigen Verhaltensweisen“ war dies in allen Parzellen der Fall. Bei der Hälfte der Parzellen wies eine einzelne Teilfläche mehr als 50 % der Beobachtungen „Sonstiger Verhaltensweisen“ auf (Abb.1). Auch bei der Betrachtung der Tierbeobachtungen über die Verhaltensweisen lag in allen Parzellen keine zufällige Verteilung vor ($p < 0,001$; Ergebnisse nicht gezeigt). Beim Vergleich der räumlichen Verteilungen der Verhaltensweisen „Fressen“ und „Sonstige“ konnten bei sieben der zwölf Parzellen signifikante Abweichungen festgestellt werden.

Die mittleren Bodennährstoffgehalte lagen bei 25,0 mg K_2O und 17,6 mg P_2O_5 je 100 g Boden. Innerhalb der Versuchsfläche gab es hierbei großräumige Unterschiede zwischen den Parzellen, mit Variationskoeffizienten der Parzellenmittelwerte von 0,33 bei den Kalium- bzw. von 0,20 bei den Phosphorgehalten. Der Unterschied zwischen der Teilfläche mit dem größten und der Teilfläche mit dem geringsten Nährstoffgehalt innerhalb einer Parzelle betrug 17,0 (4,6-32,1) mg K_2O bzw. 9,3 (6,0-19,0) mg P_2O_5 je 100 g Boden (Gesamtmittelwert, Spannweite der Parzellenmittelwerte).

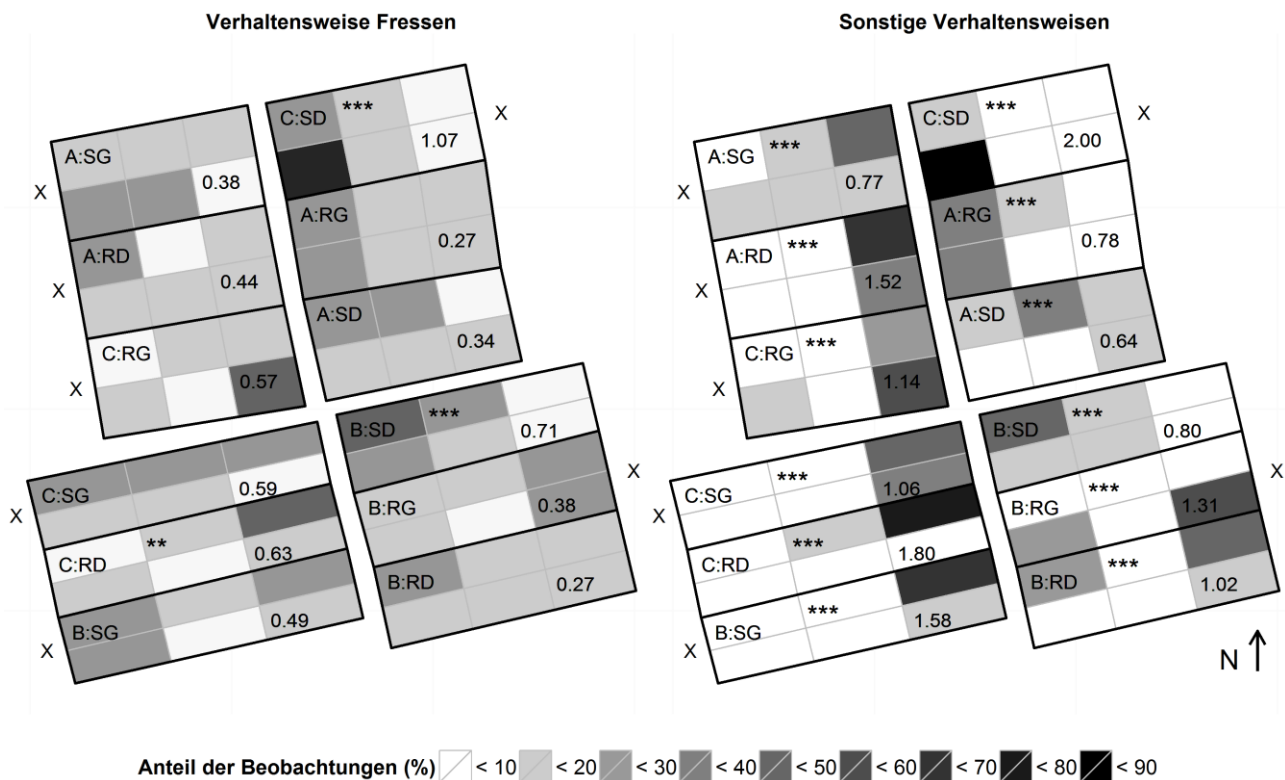


Abb. 1: Anteil jeder Teilfläche an der Gesamtzahl der Beobachtungen auf der jeweiligen Parzelle, getrennt nach den Verhaltensweisen „Fressen“ und „Sonstige“. Sterne kennzeichnen signifikante Abweichungen von einer zufälligen Verteilung (***: $P < 0,0001$; **: $P < 0,001$). Variationskoeffizient für jede Parzelle in der rechten unteren Ecke. Der Buchstabe „X“ kennzeichnet Parzellen mit signifikanten Unterschieden zwischen der Verteilung der Beobachtungen bei „Fressen“ und „Sonstigen Verhaltensweisen“. A, B, C: Versuchsblöcke. RD/SD: Rinder/Schafe, diverse Grasnarbe; RG/SG: Rinder/Schafe, grasdominierte Grasnarbe.

Zwischen dem Anteil einer Teilfläche an allen Tierbeobachtungen und dem Anteil der erfassten Kotmenge bzw. dem relativen Boden-Kaliumgehalt dieser Teilfläche bestand ein signifikanter positiver Zusammenhang. Dies war auch der Fall, wenn nur Tierbeobachtungen „Sonstiger Verhaltensweisen“ betrachtet wurden. Der Zusammenhang mit dem Anteil der Beobachtungen der Verhaltensweise „Fressen“ war dagegen nicht signifikant (Tab. 2). Der relative Boden-Phosphorgehalt korrelierte weder mit dem Anteil der erfassten Kotmenge noch mit dem Anteil der Tierbeobachtungen auf einer Teilfläche, unabhängig von der betrachteten Verhaltensweise (Tab. 2).

In allen Parzellen zeigten die Tierbeobachtungen deutliche räumliche Schwerpunkte, insbesondere bei „Sonstigen Verhaltensweisen“. Damit konnte Hypothese 1a bestätigt werden. In fast allen Fällen befanden sich die Teilflächen mit dem größten Anteil an Tierbeobachtungen entlang des Mittelgangs, an dem sich auch die Tränken befanden. Allerdings ist davon auszugehen, dass auch das Sozialverhalten (Nähe zu Artgenossen auf benachbarten Parzellen) und die Hangneigung (TONN *et al.*, 2006) einen Einfluss auf die räumliche Verteilung der Weidetiere ausübten. Diese Faktoren spielten vor allem bei Verhaltensweisen wie Ruhen oder Wiederkäuen eine Rolle, während die räumliche Verteilung während des Fressens deutlich gleichmäßiger war oder andere räumliche Schwerpunkte aufwies. Hypothese 1b, die unterschiedliche räumliche Muster für Futtermittelaufnahme und andere Verhaltensweisen postulierte, konnte für sieben der zwölf Parzellen bestätigt werden.

Die räumliche Verteilung der Tiere und der Kotdeposition waren positiv korreliert (Hypothese 2a), wobei der Zusammenhang jedoch nur einen Rangkorrelationskoeffizienten von 0,41 aufwies. Da weder Rinder noch Schafe ein ausgeprägtes Toilettenverhalten aufweisen, wäre ein engerer Zusammenhang zu erwarten gewesen (WHITE *et al.*, 2001). Häufig waren jedoch die bevorzugten Aufenthaltsorte der Weidetiere auch innerhalb der Teilflächen auf noch kleinere Flächenbereiche konzentriert, die von den Transekten nicht in jedem Fall repräsentativ erfasst wurden, bzw. innerhalb derer Kotstellen durch starke Tritteinwirkung nicht mehr eindeutig quantifizierbar waren.

Zwischen den Boden-K-Gehalten innerhalb einer Parzelle und der Aufenthaltshäufigkeit nicht fressender Tiere bestand ein positiver Zusammenhang, womit für diesen Nährstoff Hypothese 2b bestätigt werden konnte. Die Weideflächen wurden in ihrer jetzigen Form im Jahr 2007 angelegt. Langjährige Düngeversuche (GREINER *et al.*, 2014) zeigen, dass die extrahierbaren Kalium- und Phosphorgehalte in einem Zeitraum von 10 Jahren auf stark negative Nährstoffbilanzen mit messbaren Abnahmen reagieren können. Die beobachteten Unterschiede der Boden-Kaliumgehalte innerhalb der einzelnen Parzellen deuten damit auf einen Nährstofftransfer von überwiegend zur Futteraufnahme genutzten Weidebereichen zu bevorzugten Aufenthaltsorten der Weidetiere außerhalb der Futteraufnahme hin.

Tab. 2: Korrelationen zwischen dem Anteil der Tierbeobachtungen (gesamt bzw. getrennt nach den Verhaltensweisen „Fressen“ und „Sonstige“, dem Anteil der Kotmenge und den relativen Bodennährstoffgehalten der Teilflächen (n = 72). *tau*: Kendall-Rangkorrelationskoeffizient.

Parameter	Anteil Beobachtung Gesamt		Anteil Beobachtung Fressen		Anteil Beobachtung Sonstige		Anteil Kot	
	<i>tau</i>	<i>p</i>	<i>tau</i>	<i>p</i>	<i>tau</i>	<i>p</i>	<i>tau</i>	<i>p</i>
Anteil Kot	0,41	<0,001	0,15	0,072	0,48	<0,001	–	
rel. K-Gehalt	0,26	0,001	0,05	0,502	0,37	<0,001	0,36	<0,001
rel. P-Gehalt	0,06	0,493	-0,02	0,846	0,10	0,275	0,09	0,278

Schlussfolgerungen

Auf allen untersuchten Flächen gab es von den Weidetieren bevorzugte Bereiche, vor allem außerhalb der Futteraufnahme. Deren Zusammenhang dieser Bereiche mit der Verteilung der Boden-Kaliumgehalte innerhalb der Parzellen deutet auf einen Nährstofftransfer zwischen unterschiedlich genutzten Weidebereichen hin. Es ist zu erwarten, dass unabhängig von den unterschiedlichen Einflussfaktoren auf die räumliche Verteilung der Weidetiere ein solcher Nährstofftransfer auf den meisten Weideflächen stattfindet. Die daraus langfristig resultierende Unter- bzw. Überversorgung einzelner Weidebereiche mit Nährstoffen stellt eine Herausforderung für eine nachhaltige Graslandbewirtschaftung dar.

Literatur

- AUGUSTINE, D.J., MCNAUGHTON, S.J. & FRANK, D.A. (2003): Feedbacks between soil nutrients and large herbivores in a managed savanna ecosystem. *Ecological Applications*, 13, 1325-1337.
- GREINER, B., HERTWIG, F., HOCHBERG, H., PRIEBE, R., RIEHL, G. & SCHUPPENIES, R. (2014): Auswirkungen einer unterlassenen Phosphor- und Kaliumdüngung – Ergebnisse aus sechzehnjährigen Grünlanddüngungsversuchen. 58. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e.V., Arnstadt. Beiheft zur Schriftenreihe der TLL „Landwirtschaft und Landschaftspflege“ in Thüringen, 107-110.
- MCLEOD, A.I. (2011): Kendall: Kendall rank correlation and Mann-Kendall trend test. R package version 2.2. <http://CRAN.R-project.org/package=Kendall>.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2015): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Wien. URL: <http://www.R-project.org/>.
- SCHEILE, T., ISSELSTEIN, J. & TONN, B. (2015): Beeinflussung des Biomassewachstums sowie der Selektivität von Weidetieren durch Exkrementstellen bei extensiver Beweidung. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, dieser Band.
- 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., WECKHERLIN, P. & THUMM, U. (2006): Kotstellenverteilung auf einer Umtriebsweide – Beeinflussung durch das Weidemanagement. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, 8, 216-219.
- TONN, B., WRAGE, N. & ISSELSTEIN, J. (2012): Einfluss der Beweidungsintensität auf die kleinräumige Heterogenität der Nährstoffzufuhr in Kot und Harn der Weidetiere. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, 13, 193-197.
- VDLUFA (Hrsg., 2007) *Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik, Band 1, 4. Aufl., 5. Ersatzblattlieferung*, Bonn: VDLUFA.
- WHITE, S.L., SHEFFIELD, R.E., WASHBURN, S.P., KING L.D., & GREEN JR., J.T. (2001): Spatial and time distribution of dairy cattle excreta in an intensive pasture system. *Journal of Environmental Quality*, 30, 2180-2187.

Besser als ihr Ruf? Artenvielfalt und Vegetationskomposition von Pferdeweiden im direkten Vergleich zu Rinderweiden der Praxis

Schmitz, A. und Isselstein, J.

Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Graslandwissenschaft,
von-Siebold-Str. 8 37075 Göttingen, Anja.Schmitz@agr.uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

In den letzten Jahrzehnten ist ein Verlust von Grünland aufgrund von Nutzungsintensivierung oder -aufgabe, und ein Rückgang der Weidewirtschaft in der konventionellen Landwirtschaft zu konstatieren. In der Pferdehaltung gewinnt der Weidegang mit zunehmender Popularität artgerechter Haltungssysteme jedoch erheblich an Bedeutung. Ballungsraumnah sind Pferde mitunter die dominierenden Weidetiere im Grünland. Pferde können somit ein Potential zum funktionalen Erhalt beweideten Grünlands darstellen. Ausgeprägtere Selektivität, Nährstoffumlagerung und Vertritt im Vergleich zum traditionellen Weidetier Rind (OLLF, 1998), bedingen in der Praxis nicht selten Narbenschäden und bescherten dem Pferd einen schlechten Ruf als Weidetier. Bislang mangelt es jedoch an wissenschaftlicher, den Weideeffekt vergleichender Forschung. In der vorliegenden Untersuchung werden daher (1) Pferde- und Rinderweiden hinsichtlich der zu beobachtenden Artenvielfalt, der Anzahl von High-Nature-Value-Indikatorarten (BfN, 2015), der Anteile von CSR-Strategietypen nach GRIME (2002) und der Heterogenität zwischen Fraß- und Geilstellen verglichen. Zudem wird (2) der Einfluss der jeweiligen Beweidungsintensität und Düngung auf die Vegetation geprüft.

Material und Methoden

In einer Observationsstudie wurden in 2013 und 2014 insgesamt 162 Pferde- und Rinderweiden landwirtschaftlicher Betriebe und privater Tierhalter im südlichen Bergischen Land (Nordrhein-Westfalen) auf den Zusammenhang von Vegetation und Management untersucht. Die Flächenauswahl folgte einem genesteten Triplettdesign. Ein Triplet umfasst jeweils 6 Flächen mit zwei Pferde-Standweiden, zwei Pferde-Umtriebsweiden und zwei Rinderweiden. Standweiden wurden über mindestens 6 Wochen kontinuierlich bestoßen, Umtriebsweiden weniger als 6 Wochen aber mehrfach im Jahr. Die Flächen innerhalb eines Triplets liegen im Umkreis von maximal 2km bei vergleichbaren Standortfaktoren (Höhe, Inklination und Boden). Je Fläche wurden 3 Plots à 12,6 m² entsprechend der Patchtypen Fraßbereich (präferierte, stark beanspruchte und kurze Narbe), Geilstelle (nicht befressen, überständige Narbe) und einem intermediären Bereich mittlerer Narbenhöhe gewählt. Die mittels GPS und Bodenmagnet fixierten Plots wurden im Frühjahr und Hochsommer floristisch kartiert. Zusätzlich wurden alle Arten innerhalb eines 2*50m² Transektes erfasst. Aus den Vegetationsdaten wurde die Artenanzahl pro Fläche, die Anzahl HNV-Arten und die prozentualen Anteile der CSR-Strategietypen an der jeweiligen Artenanzahl ermittelt. Als Maß für die Heterogenität in der Vegetation zwischen den Patchtypen wurde der Sørensen Index berechnet. Betriebsstrukturdaten und Flächenmanagement wurden mittels standardisiertem Fragenkatalog erfasst. Als Maß für die Beweidungsintensität wurde der mittlere jährliche Besatz (GV/ha/a; mit 1GV=500kg; bei zusätzlicher Schnittnutzung korrigiert um den Zeitraum vom 1. Januar bis zur letzten Schnitt) berechnet. Die Stickstoffdüngung wurde als kg N/ha aus den Angaben der Landwirte ermittelt und klassifiziert (keine Düngung, bis 40kg/ha, bis 80kg/ha, über 80kg/ha). Die Analyse erfolgte anhand Linearer gemischter Modelle *lme* in R (R CORE TEAM, 2014) mit den Vegetationsvariablen als abhängige und Weidetier, GV/ha/a und kg N/ha als erklärende Variablen, sowie den Triplets als Randomterm. Annahmen linearer Modelle wurden durch visuelle Inspektion der Residuen geprüft und bei Varianzheterogenität Varianzmodellierung verwendet.

Ergebnisse und Diskussion

Das Bergische Land zählt als Mittelgebirgsregion mit eng gekammertem Relief und kargen Böden zu den typischen Grünlandstandorten Nordrhein-Westfalens. Die untersuchten Flächen lagen im

Mittel bei etwa 240m über NN, deckten sowohl ebene Höhenlagen, Hanglagen und Tallagen ab. Steigungsregen sorgen im Mittel für etwa 1.130mm Jahresniederschlag, bei einer Jahresmitteltemperatur von 9,4°C. Die erfassten Flächen unterliegen aufgrund der Standortvoraussetzungen vergleichsweise extensiver Bewirtschaftung mit verhaltener Düngung, decken jedoch je Weidetier einen Gradienten von sehr extensiv bis sehr intensiv ab (Tab.1).

Tab. 1: Deskriptive Statistik der Umwelt- und Managementparameter mit Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum, kategorisiert nach Weidetier.

	Rind				Pferd Standweide				Pferd Umtriebsweide			
	Mittel	Stbw	Min	Max	Mittel	Stbw	Min	Max	Mittel	Stbw	Min	Max
Höhe m über NN	238.6	48.5	118	335	238.4	46.1	131	322	240.6	38.9	163	314
Mittl. Inklination in %	9.5	4.7	1	22	8.7	5.4	2	26.3	9.0	4.6	1.8	25
GV/ha/a	1.5	0.8	0.24	3.6	1.5	1.3	0.23	7.17	1.4	1.0	0.04	3.6
kg N/ha/a	50.2	55.9	0	265	18.4	21.8	0	85.7	44.0	39.8	0	185

Insgesamt wurden auf den Flächen 179 Pflanzenarten des Grünlands erfasst, davon 26 HNV-Arten. Die Beurteilung der Flächen anhand des Indikatorartenkatalogs des BfN für Mittel- und Westdeutschland ergab eine Klassifizierung als HNV-Grünland für fast 80% der Pferde-Standweiden, 75% der Pferde-Umtriebsweiden und 55% der Rinderweiden. Die höchste HNV-Stufe erreichten 55% der Pferde-Standweiden und 26% der Rinderweiden.

Auf Pferde-Standweiden und Pferde-Umtriebsweiden wurden signifikant höhere Artenanzahlen erfasst als auf Rinderweiden, selbiges gilt für Anzahl der beobachteten HNV-Arten (Tab. 2, Abb.1).

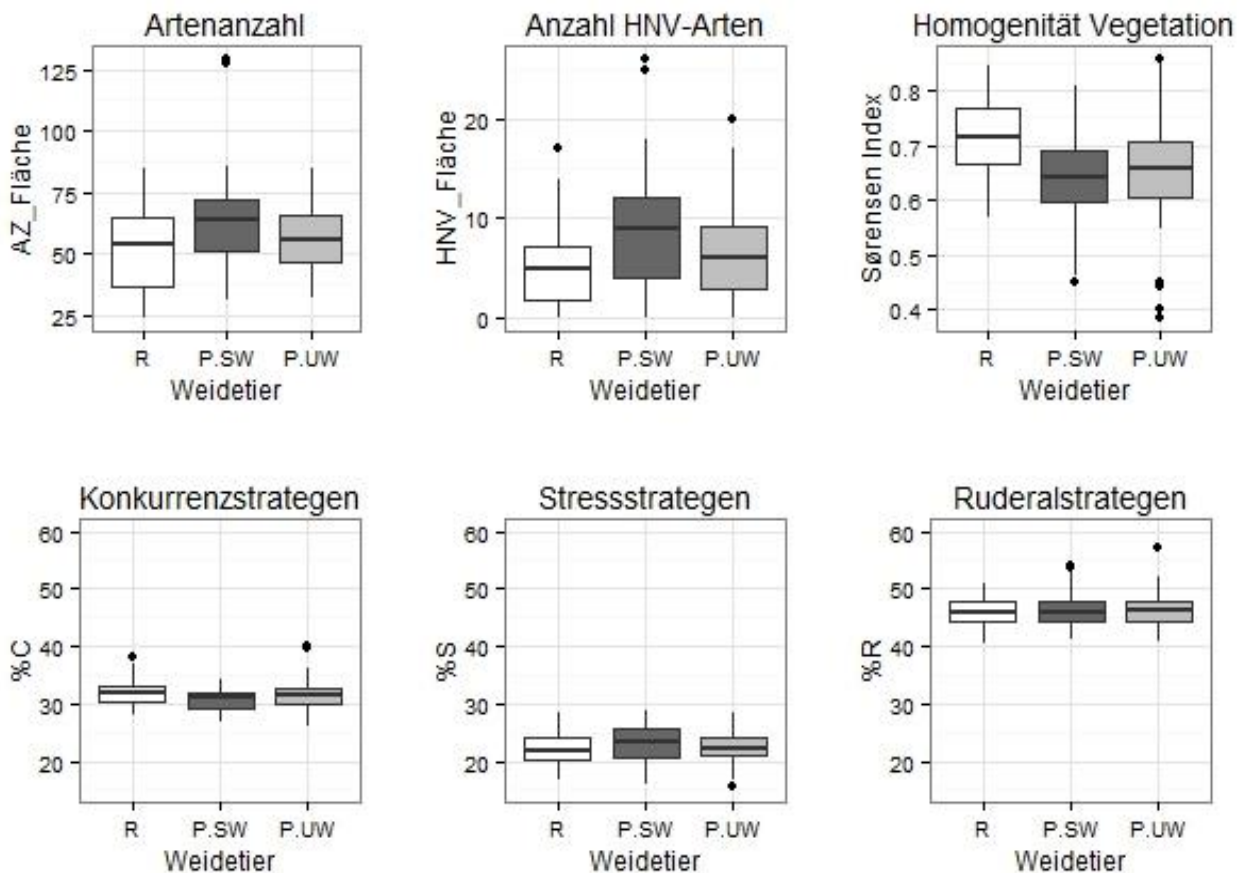


Abb. 1: Boxplots zum Vergleich der Weidetiere hinsichtlich der Ausprägung der Artenanzahl je Fläche, Anzahl der HNV-Arten, der Homogenität der Vegetation zwischen Fraß- und Geilstelle als Sørensen Index (1=gleiche Arten), sowie der prozentualen Anteile der Strategietypen nach Grime.

Der höhere Anteil der Stresstrategen an der Artenanzahl auf Pferde-Standweiden lässt sich mit einer höheren Strapazierung der Vegetation und lokalem Nährstoffentzug in den Fraßbereichen erklären. Dies geht einher mit auf Rinderweiden und Pferde-Umtriebsweiden zu beobachtenden höheren Anteilen an Konkurrenzstrategen. Für Ruderalstrategen konnte jedoch kein Unterschied zwischen Rinder- und Pferdeweiden festgestellt werden. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass sich hohe Artenzahlen auf Pferdeweiden nicht allein aus Störungszeigern rekrutieren, aus ökologischer Perspektive durchaus zum Inventar gehören können.

Der Weideeffekt und die Selektivität des Pferdes spiegelt sich in einem signifikant niedrigeren Sørensen Index auf Pferdeweiden im Vergleich zu Rinderweiden wider. Der Unterschied im Arteninventar zwischen Fraß- und Geilstelle ist somit auf Pferdeweiden größer als auf Rinderweiden (Abb. 1, Tab. 2, Tab. 3). Der Sørensen Index ist mit der Artenanzahl korreliert, mit zunehmender Homogenität der Fläche nimmt die Artenanzahl ab ($p > 0.001$), was für den positiven Effekt der Pferdebeweidung auf Artenvielfalt aufgrund von Nischenbildung spricht.

Pferdeweiden der Praxis unterliegen i.d.R. einer geringeren Düngeintensität als Rinder- oder Milchviehweiden. Die Modelle zeigen wie zu erwarten einen negativen Einfluss der Stickstoffdüngung auf die Artenanzahl und die HNV-Arten (Tab. 3). Die Interaktion mit dem Weidetier ist als Haupteffekt nicht signifikant, jedoch ist der Kontrast zwischen Pferde-Standweiden und Pferde-Umtriebs-, sowie Rinderweiden signifikant ($p < 0.001$). Abb. 2 zeigt den negativen Effekt höherer Stickstoffgaben auf die beobachtete Artenanzahl und HNV-Arten, deutet jedoch an, dass dieser auf Pferde-Standweiden nur bedingt gilt.

Tab. 2: Kontraste zwischen den Weidetieren in der Ausprägung der Vegetationsvariablen

	R (baseline)		P.SW			P.UW		
	Est.	Stf.	b	Stf.	p	b	Stf.	p
Artenanzahl	49.7	1.1	1.3	1	***	1.1	1	***
Anzahl HNV-Arten	4.8	1.1	1.7	1.1	***	1.3	1.1	**
Sørensen Index	0.7	0.01	-0.07	0.02	***	-0.06	0.02	***
% C	32	0.33	-1.5	0.4	***	-0.6	0.4	
% S	22.1	0.46	1.1	0.45	*	0.2	0.45	
% R	45.9	0.45	0.36	0.46		0.39	0.46	

Rinderweiden wurden als Ausgangswert verwendet, die Spalte R Est. zeigt das vom linearen gemischten Modell [Vegetationsvariablen~Weidetier, random=~1| Triplet, weights=varIdent(~Weidetier)] geschätzte Intercept der Vegetationsvariable für Rinderweiden +/- Standardfehler. Die Spalten der Pferde-Standweiden (P.SW) und Pferde-Umtriebsweiden (P.UW) zeigen jeweils die Abweichung vom Intercept der Rinderweiden. Signifikanzniveaus der Abweichung sind dargestellt als: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

Weder für den mittleren jährlichen Besatz noch die Interaktion von Besatz und Weidetier konnte ein signifikanter Effekt auf die Vegetationsvariablen festgestellt werden. Auch FLEURANCE *et al.* (2010) konnten in ihrem Experiment über 5 Jahre keinen Effekt des Besatzes auf die Artenvielfalt feststellen. In unserer Studie fanden wir die höchsten Artenzahlen auf extensiv bewirtschafteten Flächen, viele intensiv beweidete Flächen zeigten jedoch auch eine relativ hohe Artenvielfalt.

Tab. 3: Übersicht der Effekte von Weidetier, Besatz und Stickstoffdüngung und deren Interaktion

	Weidetier (W)		Kg N/ha/a (N)		Besatz (B)		W*N		W*B	
	F	p	F	p	F	p	F	p	F	p
Artenanzahl	16.73	***	4.89	**		n.s.		n.s.		n.s.
Anzahl HNV-Arten	15.22	***	4.41	**		n.s.		n.s.		n.s.
Sørensen Index	8.61	***		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
% C	6.5	**		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
% S	3.3	*		n.s.		n.s.		n.s.		n.s.
% R		n.s.		n.s.		n.s.	2.3	*		n.s.

Signifikanzniveaus der Effekte sind dargestellt als: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

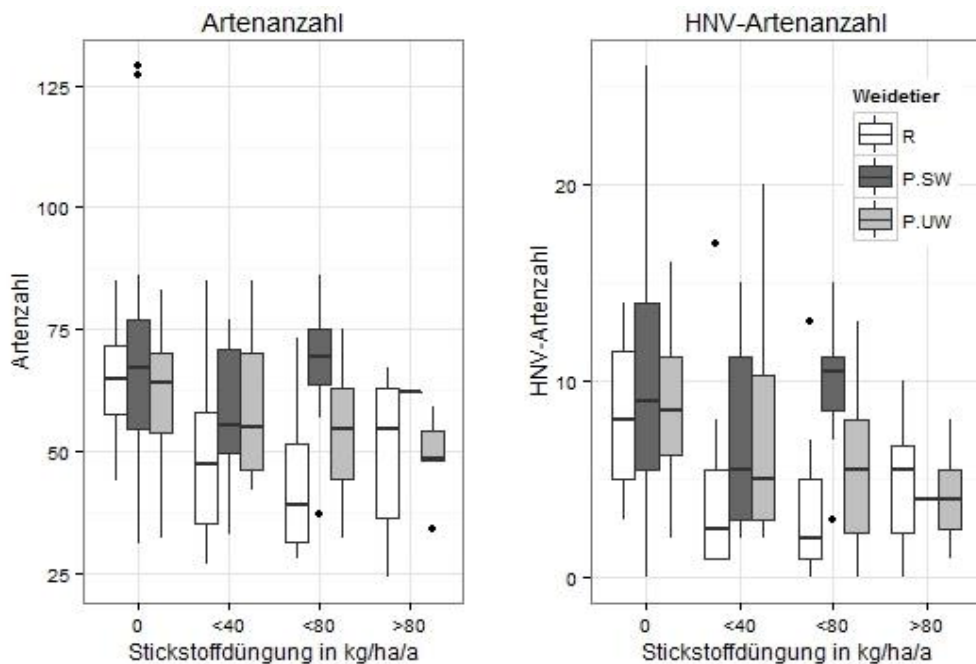


Abb. 2: Boxplots zum Vergleich der Weidetiere hinsichtlich der Ausprägung Artenanzahl je Fläche und Anzahl der HNV-Arten, in Abhängigkeit vom Düngeregime

Schlussfolgerungen

Pferdeweiden können eine höhere Artenvielfalt als Rinderweiden zeigen und stellen somit ein Potential zum Erhalt von Artenvielfalt im Grünland dar. Die Artenvielfalt auf Pferdeweiden generiert sich nicht ausschließlich aus ruderalen Arten oder Störungszeigern, sondern auch aus ökologisch interessanten Arten mit hohem Naturwert und ist nicht zuletzt bedingt durch eine stärker ausgeprägte Heterogenität der patches. Stickstoffdüngung wirkt sich negativ auf die Artenanzahl und HNV-Kennarten aus, dies gilt auf Pferde-Standardweiden nur bedingt, hier kann auch bei höherer Düngeintensität relativ hohe Artenvielfalt auftreten. Der Besatz scheint hingegen keinen nennenswerten Einfluss auf die Vegetation zu haben. Es bleibt jedoch zu berücksichtigen, dass lediglich das Arteninventar herangezogen wurde und an dieser Stelle noch keine Aussage über Deckungsgrade der Arten und Strategietypen getroffen werden kann, dies wird in weiterführenden Analysen erfolgen.

Inwiefern die vorliegenden Ergebnisse auf andere Naturräume mit anderen Standort- und letztlich Managementvoraussetzungen bezogen werden können, bleibt zu diskutieren. Unser Ziel war es unter relativ homogenen Standortvoraussetzungen möglichst genau den Einfluss der Weidetiere aufzeigen zu können. Es bedarf weiterer Untersuchungen in anderen Naturräumen um eine generelle Aussage zum Vergleich von Pferde- und Rinderweiden treffen zu können.

Danksagung

Wir danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die Förderung von Anja Schmitz im Rahmen des Promotionsstipendienprogrammes und den teilnehmenden Landwirten für ihr Engagement und die Erlaubnis auf ihren Flächen zu forschen.

Literatur

- BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg) (2015): Erfassungsanleitung für den HNV-Farmland-Indikator. Online-Quelle: https://www.bfn.de/0315_hnv.html, (Abrufdatum 30.05.2015)
- FLEURANCE, G. *et al.* (2010): How does stocking rate influence biodiversity in a hill-range pasture continuously grazed by horses? *Grassland Science in Europe*, 15,1043-1045.
- GRIME, J. P. (2002): Plant strategies and vegetation processes. Chichester
- OLFF, H. and RITCHIE, M.E., (1998): Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends Ecol. Evol.* 13, 261–265.
- SCHMITZ, A. and ISSELSTEIN, J. (2013): Effects of management on vegetation structure in horse pastures. *Grassland Science in Europe*, 18, 394-396.

Räumliche und zeitliche Nutzung eines heterogenen naturnahen Grünlandstandortes durch Weiderinder

Defoy, M., Grenzdörffer, G., Wrage-Mönnig, N. & Müller, J.

Arbeitsgruppe Grünland u. Futterbauwissenschaften

Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock

juergen.mueller3@uni-rostock.de

Einleitung und Problemstellung

Verfahren der extensiven Beweidung naturnaher Grünlandgebiete finden als kostengünstige Instrumente der Landschaftspflege und des Naturschutzes zunehmend Akzeptanz (PLACHTER und HAMPICKE, 2010). Um die gewünschten landschaftspflegerischen Potentiale auch mit hoher Zuverlässigkeit zu realisieren, sind insbesondere im Falle großräumiger Weidekulissen Informationen zur Intensität der räumlichen und zeitlichen Nutzung der einzelnen naturräumlichen Areale und deren Pflanzengesellschaften durch die Weidetiere essentiell (MILLER, 2012). Da klassische Tierbeobachtungen mit vertretbarem Aufwand nur zeitlich begrenzt realisierbar sind, bedarf es innovativer Techniken, um entsprechende Aufenthaltsinformationen über die gesamte Weideperiode zu gewinnen (POPP, 2010).

Im Folgenden wird der Frage nachgegangen, ob auf einer großräumigen Standweide mit starker naturräumlicher Standortdifferenzierung hinsichtlich Landschaftselementen und Vegetationseinheiten (Mesoskala) spatial-temporäre Aufenthaltsmuster der Weidetiere auszumachen sind. Die Nutzungsmuster einer kompletten Weideperiode sollen unter Berücksichtigung des Tierverhaltens analysiert und deren Implikationen für die Pflegeziele diskutiert werden.

Material und Methoden

In einem einjährigen Versuchsansatz wurde das Leittier einer Herde von 27 Färsen mit einem GPS-Collar ausgerüstet, welches über den Verlauf der gesamten Weideperiode auf einem 16 ha großen Abschnitt des Peenetales (Abb. 1) Aufenthaltsinformationen in einem 5 min-Intervall generierte. Die Repräsentativität der Leittiere für die Position der Herde wurde in einer Vorstudie untersucht (SCHRAMMA, 2011). In Übereinstimmung mit ŠÁROVÁ *et al.* (2012) repräsentieren die Leittiere das Aufenthaltsmuster im Bereich der untersuchten Mesoskala recht zuverlässig, was zur Aggregation der einzelnen Positionsdaten zu Punktdichterastern mittels Kernel-Funktion nach SILVERMAN (1986) berechnete.

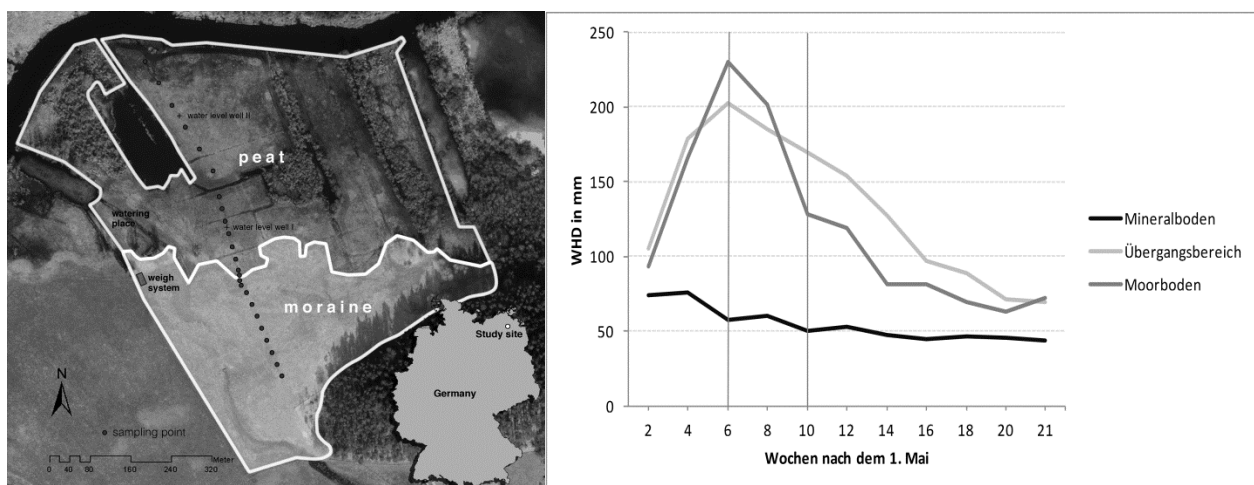


Abb. 1: Lage und Zonierung des Versuchsstandorts (links) sowie zeitlicher Verlauf der Inanspruchnahme des Futterdargebots der Pflanzengesellschaften des mineralischen und des vermoorten Parts (rechts, WHD = Wuchshöhendichte als Maß der Weidedepletion)

Diese sowie alle weiteren geostatistischen Auswertungen wurden mit ESRI ArcMap 10 vorgenommen. Die Klassifizierung der Verhaltensmuster Ruhen, Grasen und Abwandern erfolgte in R mit Hilfe des Paketes adehabitatLT nach GUEGUEN (2001). Zur Charakterisierung des präferenziellen Aufenthalts wurde die Selektionskennzahl nach HESSLE *et al.* (2015) herangezogen. Transektbezogene Messungen des Weideaufwuchses und dessen Qualität in 14-tägigen Intervallen über die komplette Weidesaison lieferten Informationen zum Weidedargebot der wesentlichen Pflanzengesellschaften. Letztere wurden lokalisiert, georeferenziert, nach BERG *et al.* (2004) klassifiziert (Tab. 1) und konnten so den einzelnen Aufenthaltseignissen zugeordnet werden.

Tab. 1: Umfang und Dominanzarten der wichtigsten Pflanzengesellschaften der Versuchsfläche

ID	ha	Pflanzengesellschaft	Dominante Arten
I	8,3	Cirsio oleracei - Angelicetum sylvestris	<i>Carex disticha</i> ; <i>Agrostis alba</i> ; <i>Alopecurus pratensis</i> ; <i>Poa trivialis</i>
II	4,4	Lolio perennis - Cynosuretum cristati	<i>Festuca rubra</i> ; <i>Holcus lanatus</i> ; <i>Agrostis capillaris</i> ; <i>Cynosurus cristatus</i>
III	0,5	Deschampsia cespitosae - Heracleetum sibirici	<i>Deschampsia cespitosa</i> ; <i>Juncus effusus</i> ; <i>Agrostis alba</i> ; <i>Lotus pedunculatus</i>
IV	1,3	Eleocharito palustris - Sagittarion sagittifolia	<i>Phalaris arundinacea</i> ; <i>Glyceria maxima</i> ; <i>Iris pseudacorus</i>
V	0,3	Ranunculo repentis - Alopecuretum geniculate	<i>Ranunculus repens</i> ; <i>Glyceria fluitans</i> ; <i>Alopecurus geniculatus</i> ; <i>Agrostis stolonifera</i>
VI	0,8	Scirpetum sylvatici	<i>Scirpus sylvaticus</i> ; <i>Carex nigra</i> ; <i>Juncus sybnodulosus</i>
VII	0,2	Calystedietalia sepium	<i>Phragmites australis</i> ; <i>Filipendula ulmaria</i> ; <i>Typha latifolia</i>

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der geostatistischen Auswertung zeigen eindeutige Präferenzbereiche der Weidenutzung auf (Abb. 2). Allerdings verändern sich diese im Verlauf der Weideperiode. Die bevorzugten Aufenthaltsbereiche für die Aktivitätsphasen (Weiden und Ziehen im Herdenverband) lassen sich größtenteils mit der Qualität und dem Dargebot an Weidefutter erklären. So wird der bevorzugte mineralische Part der Weide, und hier insbesondere die Pflanzengesellschaft des *Lolio-Cynosuretum*, erst nach völliger Erschöpfung der Aufwüchse weniger frequentiert.

Beginnend mit vereinzelt erkundungen des Terrains vom Frühjahr bis zum Frühsommer werden die Weidegründe des Niedermoors erst ab dem Hochsommer in stärkerem Umfang gezielt aufgesucht. Wie in Abb. 3 zu ersehen, werden dabei bestimmte Pflanzengesellschaften bevorzugt beweidet. Hierbei handelt es sich neben den Beständen des *Lolio perennis - Cynosuretum cristati* auf dem Moränenpart um das an Süßgräsern noch vergleichsweise reiche *Eleocharito palustris - Sagittarion sagittifolia* des Moorareals. Gemieden werden die Seggen- bzw. Simsen-dominierten Pflanzengesellschaften der Kohldistelwiese (*Cirsio oleracei - Angelicetum sylvestris*) und des Waldsimsensumpfes (*Scirpetum sylvatici*). Interessanterweise wurden die schwerpunktmäßig am Hangfuß im Übergangsbereich Moräne/Durchströmungsmoor auftretenden, inselartigen Gesellschaften des *Deschampsia cespitosae - Heracleetum sibirici* ebenfalls nicht sonderlich gern beweidet, obwohl dort Hotspots an Leguminosen anzutreffen waren. Es ist zu vermuten, dass dafür die Präsenz von Binsen und Sumpfkraatzdisteln verantwortlich zeichnet.

Eine große Rolle spielt weiterhin die Nähe zu den Attraktionszentren (Wasser- und Mineralstoffversorgung) sowie zur benachbarten Weideherde. Überraschend häufig wurde auch die Nähe zu Gehölzstrukturen gesucht, wobei Hitzestress dieses Verhalten nicht zu erklären vermochte, was auf Sicht- und Regenschutz als Motiv der Aufenthaltswahl hindeutet.

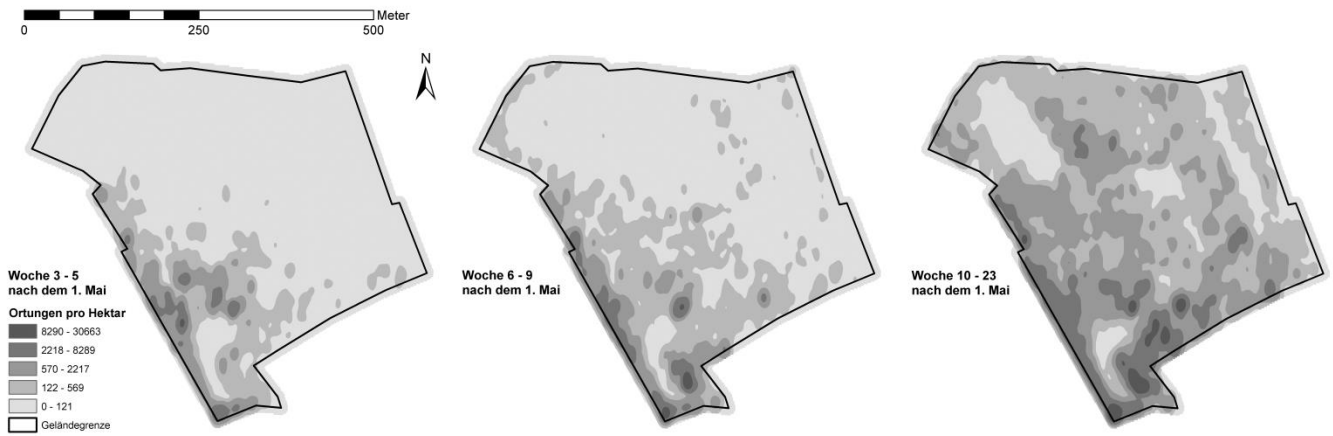


Abb. 2: Räumliche Verteilung des präferentiellen Herdenaufenthalts in drei ausgewählten Zeitabschnitten der Weideperiode (Ergebnisse der Kernel-Analyse, Zeitliche Unterteilung nach Hauptphasen der Weide-depletion, siehe auch Vertikallinien in Abb. 1 rechts)

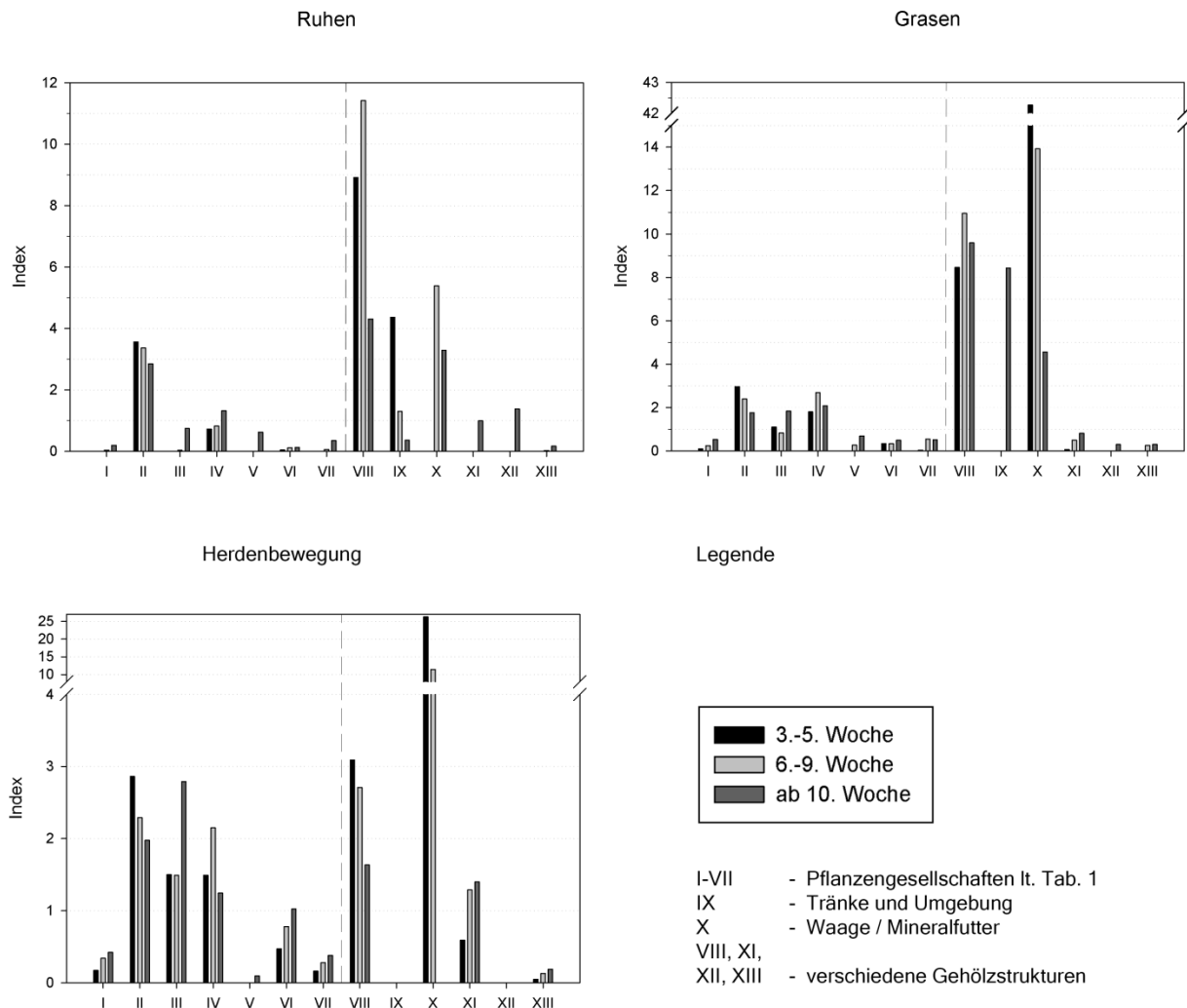


Abb. 3: Zuordnung der Selektionsindizes nach HESSLE *et al.* (2015) zu den einzelnen Pflanzengesellschaften und Attraktionszentren differenziert nach zeitlichen Abschnitten in der Weideperiode

Darüber hinaus sind zirkadiane Aufenthaltsmuster auszumachen. So zieht sich die Herde zur Nachtruhe bevorzugt an den Waldrand zurück, selbst an Tagen, an denen die Hauptweideaktivität sehr weit davon entfernt war.

Schlussfolgerungen

Der beobachtete Sachverhalt, dass die Pflanzengesellschaften des Niedermoorabschnitts im Frühjahr und Vorsommer wenig lukrativ für die Weidetiere sind, kann aus Sicht des Wiesenvogelschutzes als positiv bewertet werden. So sind Geleazerstörungen durch Viehtritt in diesen Bereichen während der Hauptbrutzeit recht unwahrscheinlich. Im Hinblick auf den floristischen Artenschutz ist eine differenziertere Sicht angebracht: einerseits können sich durch dieses Zeit-Raum-Verhalten der Weidetiere tendenziell weideunverträgliche Arten des Feuchtgrünlandes gedeihlich entwickeln, andererseits drohen aber auch Röhrichtbildner und Hochstaudenfluren mit Dominanz und Einschränkung der Artenvielfalt. Darüber hinaus erhöht die Schonung der Niedermoorareale den Weidedruck auf dem mineralischen Hang, was dort unter Umständen zu lokaler Übernutzung mit negativen Folgen für die botanische Entwicklung der Kammgrasweide führen kann. Die Vorkommen der Knabenkräuter (*Dactylorhiza majalis*) befanden sich am Hangfuß und im Moor schwerpunktmäßig in Bereichen, die noch hinreichend lichtexponiert waren und wegen repellenter Pflanzenarten (Binsen, Seggen und Sumpfkrazdisten) eher gemieden wurden. Das kann zunächst als Vorteil einer Bestandesschonung betrachtet werden, birgt aber mittel-langfristig die Gefahr, dass bei Beibehaltung des Nutzungsregimes der Lichtfaktor ins Minimum gerät und sich die konkurrenzempfindlichen Orchideen gegenüber der ungestörten Begleitvegetation nicht mehr behaupten können. Hier gilt es die entsprechenden Teilflächen im Auge zu behalten und gegebenenfalls mittels Nachmahd und Aufwuchsräumung gezielt pflegerisch einzugreifen.

Eine gewisse Steuerung der räumlichen Flächenpräferenz wäre über die Positionierung von Attraktionszentren wie der Wasser- und Mineralstoffversorgung machbar. Um auch die zeitlichen Präferenzen steuern zu können, bedürfte es grundlegenderer Eingriffe in das Standweidesystem wie z.B. die künstliche Futterverknappung durch Auszäunung mineralischer Teilbereiche.

Literatur

- BERG, C., DENGLER, J., ABDANK, A. & ISERMANN, M. (2004): Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung – Textband (Plant communities of Mecklenburg – Western Pomerania). Weissdorn, Jena, 606 p.
- CALENGE, C. (2015): Analysis of Animal Movements in R: the adehabitatLT Package.
- GUEGUEN, L. (2001): Segmentation by maximal predictive partitioning according to composition biases. In: Gascuel, O. and Sagot, M.F. (eds.), *Computational Biology*, LNCS, 2066, 32-44.
- HESSLE, A., DAHLSTRÖM, F., BELE, B., NORDERHAUG, A. & SÖDERSTRÖM, M. (2014): Effects of breed on foraging sites and diets in dairy cows on mountain pasture. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 10 (4), 334-342.
- MILLER, R.R. (2012): Utilizing GIS and remote sensing to determine sheep grazing patterns for best practices in land management protocols. Doctoral dissertation, University of Southern California.
- PLACHTER, H. & HAMPICKE, U. (2010): Large-scale livestock grazing: a management tool for nature conservation. Springer Science, Berlin Heidelberg, 348 p.
- POPP, A. (2010): Mesoscale Effects. In: Plachter and Hampicke (eds.): *Large-scale livestock grazing: a management tool for nature conservation*. Springer Science, Berlin Heidelberg, 157-269.
- R CORE DEVELOPMENT TEAM (2011): R - Version 3.0.2
- ŠÁROVÁ, R., ŠPINKA, M., PANAMÁ, J.L.A. & ŠIMEČEK, P. (2010): Graded leadership by dominant animals in a herd of female beef cattle on pasture. *Animal Behaviour* 79, 1037–1045.
- SCHRAMMA, T. (2011): Analyse und Bewertung des Weideverhaltens von Rindern auf Grünlandstandorten in Mecklenburg-Vorpommern. BSc-Thesis, University of Rostock, Faculty of Agricultural and Environmental Science, 70 p.
- SILVERMAN, B.W. (1986): Density Estimation for Statistics and Data Analysis. Chapman and Hall, New York. p.76, (equation 4.5).

Effekt des Erntetermins von Silomais auf Maisertrag, N-Aufnahme von Zwischenfrüchten und assoziierte Umwelteffekte – ein Trade-off?

Komainda, M., Taube, F., Kluß, C. & Herrmann, A.

Institut für Pflanzenbau und –züchtung Abt. Grünland und Futterbau/Ökol. Landbau,
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, mkomainda@gfo.uni-kiel.de

Einleitung und Problemstellung

Tierhaltung sowie die Erzeugung von Energie aus Biogas basieren in der Produktion in hohem Maße auf Silomais. In Schleswig-Holstein ist die Silomaisproduktion (26,3% der Ackerfläche), schwerpunktmäßig im Naturraum der holsteinischen Geest, auf Sanderflächen lokalisiert. Die Konzentration auf diesen sorptionsschwachen Böden in Verbindung mit intensiver Tierhaltung und dem damit assoziierten Nährstoffanfall, verursacht hohe Stickstoff(N)-Austräge ins Grundwasser (BMELV, 2012), wobei vor allem die nach der Ernte im Boden verbleibenden Rest N-Mengen das Potential bergen, präferiert ausgetragen zu werden (TEN BERGE *et al.*, 2007). Da die Maisernte in der Regel frühestens Ende September beginnt, stellt die Selbstfolge von Silomais, mit entsprechend langen Perioden unbewachsenen Bodens über Winter, häufige Praxis dar. Zwischenfrüchte (ZF) bieten das Potential, Rest-N-Mengen aufzunehmen und dadurch den N-Austrag zu reduzieren (CONSTANTIN *et al.*, 2010; KASPAR *et al.*, 2007). Da jedoch sowohl Temperatur als auch abnehmende Einstrahlungsintensität im Herbst die N-Aufnahme begrenzen (SCHRÖDER *et al.*, 1996; VOS und VAN DER PUTTEN, 1997), bietet der Aussattermin einen zentralen Managementfaktor (VAN DAM, 2006). Eine frühe Aussaat begünstigt zwar die Vorwinter N-Aufnahme, jedoch besteht das Risiko, durch angeregte Mineralisationsraten, N-Verluste, auch von Lachgas (N₂O), zu befördern (BOUWMAN, 1996). Als kältetolerante Kulturen mit der Fähigkeit rapide ein effizientes Wurzelsystem zu entwickeln (THORUP-KRISTENSEN, 2001) und auch unter geringen Temperaturen Biomasse zu bilden, weisen Roggen und Welsches Weidelgras das größte Potential, gerade nach früher Aussaat, auf (COUGNON *et al.*, 2015). In der hier präsentierten Arbeit sollen daher die kombinierten Effekte des Aussattermins und der ZF-Art sowohl auf Maiserträge als auch auf die N-Aufnahme der ZF unter Einbezug assoziierter Umwelteffekte hinsichtlich eines möglichen Trade-offs untersucht werden.

Material und Methoden

Die vorliegende Studie basiert auf einem zweijährigen Feldexperiment (April 2012-April 2014), welches in drei Umwelten in Schleswig-Holstein durchgeführt wurde - zur Überprüfung des Anbausystems von Silomais mit anschließender Winterzwischenfrucht (ZF). Hierzu wurde ein randomisiertes Blockdesign mit drei Wiederholungen (Parzellengröße von 51 bis 72 m²) an den Standorten Osterfeld (östliches Hügelland, 847 mm, 8.9 °C, schluffiger-Sand) und Schuby (Geest, 856 mm, 8.6 °C, humoser Sand; mit bzw. ohne Beregnung) angelegt. Die Faktoren umfassten das Jahr, die Umwelt (Osterfeld ‚OF‘; Schuby mit ‚SI‘ und Schuby ohne ‚SN‘ Beregnung), den Maisernte-/ZF-Aussattermin (10.Sept (sd1) und 20.Sept (sd2) nach früher Hybride *Suleyka*; 30.Sept. (sd3) und 15.Okt. (sd4) nach mittelfrüher Hybride *Ronaldinio*) sowie die ZF-Art (*Lolium multiflorum* Lam. cvar Gisel (WW); *Secale cereale* L. cvar Protector und eine Kontrolle ohne Bewuchs (oZF)). Die N-Düngung zu Silomais erfolgte nach Sollwertmethode (180 kg N ha⁻¹) als Kalkammonsalpe-ter. Ausgewählte Maisvarianten (oZF) und die ZF wurden nicht gedüngt. Zur Erfassung der ZF N-Aufnahme wurden zu Vegetationsende (Ende November) und zu Vegetationsbeginn (Mitte April) Handbeprobungen durchgeführt und der N-Gehalt mittels NIRS geschätzt. Daneben wurde die Wurzelmasse der ZF mittels der ingrowth core Methode nach STEINGROBE *et al.* (2001) jeweils bis Ende November bzw. Mitte April am Standort OF bis zu einer Tiefe von 30 cm quantifiziert. Am Beprobungstermin wurden die Wurzelsäckchen dem Boden entnommen und einem Waschprozess in einer hydro-pneumatischen Wurzelwaschanlage unterworfen. Nach Separierung der lebenden Wurzelmasse wurde die TM (58 °C) sowie anschließend der N-Gehalt mittels Verbrennungsmethode (Vario Max CN, Elementar, Hanau, Germany) bestimmt. Die N-Aufnahme der ZF bezieht sich auf die aschefreie (3 h, 550 °C), organische Substanz. Die mit dem Mais- und ZF-Anbau assoziierten Umwelteffekte (Nitrat-Auswaschung, N₂O-Emission) wurden in ausgewählten Varianten

der Aussaattermine sd1 und sd3 erfasst. Mittels keramischer Saugsonden (P80 Keramik, 75 cm Tiefe) wurde Sickerwasser über die Winterperiode (Oktober-Mitte April) in wöchentlichem Rhythmus in Roggen, WW und oZF in allen drei Umwelten gewonnen und aus der Nitrat-Konzentration (Skalar Analytical B.V., Niederlande) mittels klimatischer Wasserbilanz die Nitrat-Fracht berechnet. Die N₂O-Emission wurde ganzjährig (April-April) in wöchentlichem Rhythmus mittels des statischen Gaswechsellammer-Prinzips (HUTCHINSON and MOSIER, 1981) erfasst und die N₂O-N-Konzentration anschließend im Labor gaschromatografisch bestimmt. Die statistische Auswertung erfolgte mittels der Software „R“ unter Verwendung gemischter Modelle, wobei die geprüften Faktoren und Interaktionen als fix und der Block als zufällig angenommen wurden. Multiple Mittelwertvergleiche wurden anhand von linearen Kontrasttests (BRETZ *et al.*, 2011; SCHAARSCHMIDT and VAAS, 2009) vorgenommen. Darüber hinaus wurde eine Kovarianzanalyse durchgeführt zur Quantifizierung der N-Aufnahme der ZF bis Vegetationsende als Funktion der Temperatursumme (Tsumme, Basistemperatur 5 °C).

Tab. 1: Geprüfte Faktoren und Faktorstufen

Faktor	Faktorstufe	Faktor	Faktorstufe
1. Jahr	2012/2013; 2013/2014	3. Maisernte- /ZF Aussaat- termin	10.09. (sd1) <i>Suleyka</i> (S210/K240)
			20.09. (sd2) <i>Suleyka</i> (S210/K240)
			30.09. (sd3) <i>Ronaldinio</i> (S240/K240)
			15.10. (sd4) <i>Ronaldinio</i> (S240/K240)
2. Standort	OF	4. ZF-Art	Roggen
	SI		WW
	SN		oZF (ungedüngter Mais vorhergehend)

Ergebnisse und Diskussion

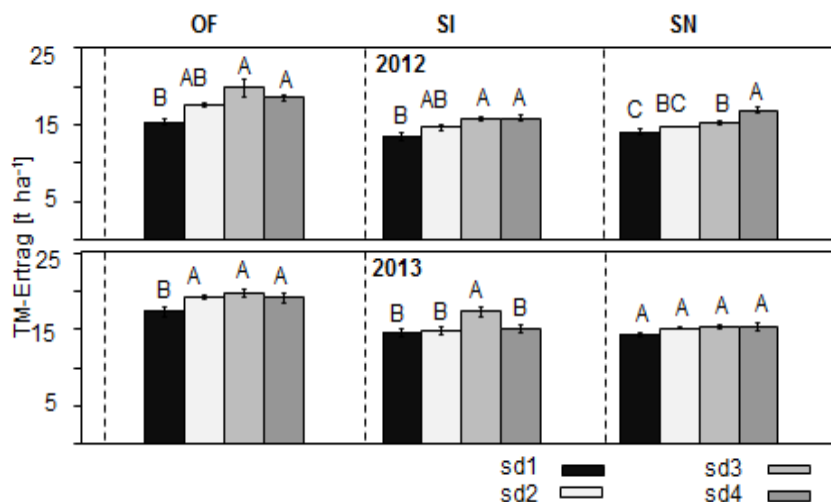


Abb. 1: Silomais TM-Ertrag [t TM ha⁻¹] in Abhängigkeit des Erntetermins (sd1-sd4), der Umwelt (OF, SI und SN) und des Jahres. Großbuchstaben indizieren Mittelwertunterschiede des TM-Ertrages ($p \leq 0.05$).

Die Analyse des Mais-TM-Ertrages belegt, dass eine sehr frühe Ernte (sd1) fast immer in signifikanten Ertragsreduktionen von bis zu 22% ($p \leq 0.05$) resultierte, während eine Verschiebung des Erntetermins über den 20.09. hinaus nur in einer Umwelt und in einem Jahr zu signifikanten Steigerungen des Ertrages führte (Abb. 1). Folglich ergibt sich aus Perspektive des Silomaisertrages keine Notwendigkeit späte Erntetermine anzustreben. Jedoch weisen frühe Erntetermine meist zu geringe Trockensubstanzgehalte auf, welche keine optimale Gärqualität und maximale tierische Leistungen gewährleisten (KHAN *et al.*, 2015). Die oberirdische N-Aufnahme der ZF zu Vegetationsende variierte zwischen den Versuchsjahren aufgrund der Witterungsverhältnisse erheblich zwischen 0.5 und 52.3 kg N ha⁻¹ und wurde durch die Interaktionen Jahr \times Aussaattermin \times ZF

($p \leq 0.001$) sowie Umwelt \times Aussaattermin \times ZF ($p \leq 0.05$) beeinflusst. Die Kovarianzanalyse belegte sowohl für die N-Aufnahme des Sprosses als auch der Wurzel bis Vegetationsende eine Interaktion von Tsumme \times ZF-Art ($p \leq 0.001$). Dabei erwies sich Roggen als deutlich leistungsfähiger im Vergleich zu WW (Abb. 2). Für eine minimal effiziente N-Aufnahme vor Winter von insgesamt 20 kg N ha^{-1} sind demnach 277 (Roggen) bzw. 329 °Cd (WW) erforderlich (Abb. 2). Auswertungen langjähriger Witterungsdaten (1981-2013) für Schleswig-Holstein ergaben, dass in 85% der Jahre bei einer Aussaat in der ersten und in 42 % der Jahre in der 2. Septemberdekade 277 °Cd Tsumme erreicht werden. Ein typischer Maiserntetermin ab dem 1. Oktober hingegen resultierte im Mittel in einer Tsumme von 175 °Cd, was einer N-Aufnahme von $3\text{-}6 \text{ kg N ha}^{-1}$ entspricht. Die Abschätzungen der N-Aufnahme können aufgrund der sehr unterschiedlichen klimatischen Bedingungen (2012/2013: 4.5 °C; 2013/2014: 7.2 °C; Mittel: 5.9 °C) der Versuchsjahre sowie durch den Aussaattermin-Gradienten als repräsentativ und belastbar angesehen werden. Für die N-Aufnahme im Frühjahr ergab die ANOVA für die Spross N-Aufnahme einerseits einen signifikanten Einfluss des Hauptfaktors ZF ($p \leq 0.001$) sowie der Interaktion Jahr \times Umwelt \times Aussaattermin ($p \leq 0.001$). Während die Spross-N-Aufnahme im April 2013 nur $5\text{-}14 \text{ kg N ha}^{-1}$ betrug, wurden im April 2014 dagegen $10\text{-}40 \text{ kg N ha}^{-1}$ akkumuliert. Generell war Roggen durch eine höhere N-Aufnahme (Mittel: 20 kg N ha^{-1}) als WW charakterisiert (Mittel: 10 kg N ha^{-1}). Eine starke Verzögerung der ZF-Saat (sd4) resultierte im Frühjahr in einer Reduktion der Spross-N-Aufnahme um 50%.

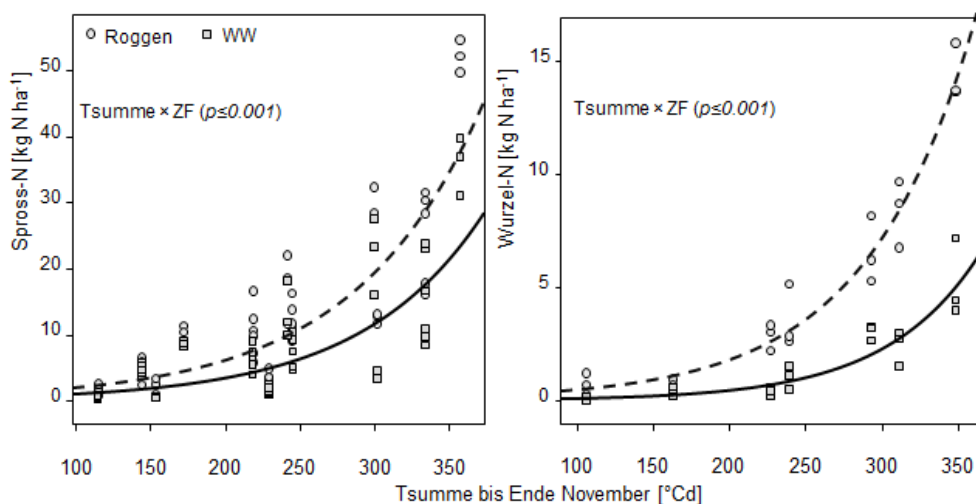


Abb. 2: Spross- und Wurzel-N-Aufnahme [kg N ha^{-1}] von Roggen (gestrichelt) und WW (durchgezogen) als Funktion der Tsumme [$^{\circ}\text{Cd}$] (5 °C Basis) bis Ende-November.

Zusätzlich zur im Spross aufgenommenen N-Menge wurden in der Wurzel $0.3\text{-}15.4 \text{ kg N ha}^{-1}$ (April 2013) sowie $6.2\text{-}33.6 \text{ kg N ha}^{-1}$ (April 2014) akkumuliert, signifikant beeinflusst durch die Interaktion von Jahr \times Aussaattermin \times ZF ($p \leq 0.01$). Eine Verzögerung der Saat führte demnach auch in den Wurzeln zu geringeren N-Aufnahmen. Diese betrug für sd4 immer weniger als für sd1 ($p \leq 0.001$). Auch im Frühjahr wies Roggen meist eine höhere N-Akkumulation der Wurzeln auf als WW. Im Mittel der Jahre wurden in Abhängigkeit des Aussaattermins insgesamt $18\text{-}46 \text{ kg N ha}^{-1}$ über die Winterperiode transferiert. Das Wurzel/Spross (R/S)-Verhältnis der N-Akkumulation zeigte im Frühjahr 2013 keinen Effekt der ZF (Mittel: 0.4), wurde jedoch vom Aussaattermin signifikant beeinflusst ($p \leq 0.001$) mit einem höheren R/S für sd1 (0.7) im Vergleich zu sd3 und sd4 (0.2). Vergleichend hierzu berichtet THORUP-KRISTENSEN (2001) ein geringeres bis mittleres R/S von 0.5 bei früher Etablierung von Roggen und WW bis Anfang August. Im April 2014 unterschieden sich Roggen (0.8) und WW (1) im Mittel über die Aussaattermine ($p \leq 0.05$). Die N_2O -Emission wurde einerseits signifikant durch die N-Düngung ($p \leq 0.001$) sowie die Interaktion von Jahr \times Aussaattermin ($p \leq 0.05$) beeinflusst. Generell rangierten die kumulativen Emissionen über 12 Monate auf einem sehr niedrigen Niveau zwischen $0.2\text{-}0.4 \text{ kg N}_2\text{O-N ha}^{-1} \text{ Jahr}^{-1}$ mit einem Emissionsfaktor von maximal 0.4% des applizierten N. Erwartungsgemäß wurde die N_2O -Freisetzung durch die N-Düngung stark gefördert (um 100%). Die Saatbettbereitung vor der ZF-Aussaat resultierte dagegen nicht in erhöhten N_2O -N-Flüssen, welche hauptsächlich während der Vegetationszeit des Silomaises gemessen wurden. Dabei ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ernteterminen. Die vorliegende Studie bestätigt die Ergebnisse von VAN GROENIGEN *et al.* (2004),

wonach die N₂O-Emission auf sandigen Standorten vor allem durch eine organische Düngung angeregt wird. Die geringe N₂O-Freisetzung in der vorliegenden Arbeit ist demnach auf die mineralische Düngung sowie die hohen Dräneigenschaften der oberen Bodenschicht zurückzuführen (BOUWMAN, 1996). Für die Nitrat-Verluste über den Pfad Sickerwasser ergaben sich darüber hinaus weder Effekte des Aussaattermins noch der ZF-Behandlung. Eine späte Aussaat war tendenziell mit einer höheren Nitrat-Fracht von Oktober-April verbunden (41 vs. 33 kg NO₃-N ha⁻¹), was auf die erhöhte N-Aufnahme der ZF zurückzuführen ist. Gleichzeitig sind die Ergebnisse durch die stark unterschiedlichen Witterungsbedingungen der beiden Winterperioden überlagert.

Schlussfolgerungen

Für norddeutsche Bedingungen stellt eine Silomaisерnte in der zweiten Septemberdekade gefolgt von einer Roggen-Zwischenfrucht eine geeignete Management-Strategie dar zur Reduktion negativer Umwelteffekte, ohne einen Trade-off zum Silomaisерtrag zu implizieren. Im Fokus der weiteren Arbeiten steht die Analyse des N carry-overs von der Zwischenfrucht zum nachfolgenden Silomais.

Literatur

- BMELV (2012): Nitratbericht 2012. Gemeinsamer Bericht der Bundesministerien für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz September 2012. 1-94.
- BOUWMAN, A.F. (1996): Direct emission of nitrous oxide from agricultural soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 46, 53-70.
- BRETZ F., HOTHORN, T. & WESTFALL, P. (2011): Multiple Comparison using R. *Chapman & Hall/CRC*, London.
- CONSTANTIN, J., MARY, B., LAURENT, F., AUBRION, G., FONTAINE, A., KERVELLANT, P. & BEAUDOIN, N. (2010): Effects of catch crops, no till and reduced nitrogen fertilization on nitrogen leaching and balance in three long-term experiments. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 135, 268-278.
- COUGNON, M., VANDERMOERE, S., DE VliegHER, A. & REHEUL, D. (2015): Yield comparison of Italian ryegrass and winter rye sown as cover crops after forage maize. In: van den Pol-van DasselaaR, A. (ed): Grassland and forages in high output dairy farming systems. *Proceedings of the 18th Symposium of the European Grassland Federation*, Wageningen, 2015. Seiten 187-189.
- HUTCHINSON, G.L. AND MOSIER, A.L. (1981): Improved soil cover method for field measurement of nitrous oxide fluxes. *Journal of the Soil Science Society America* 45, 311-316.
- KASPAR, T.C., JAYNES, D.B., PARKIN, T.B. & MOORMAN, T.B. (2007): Rye cover crop and gamagrass strip effects on NO₃ concentration and load in tile drainage. *Journal of Environmental Quality* 36, 1503-1511.
- KHAN, N.A., YU, P., ALI, M., CONE, J.W. & HENDRIKS, H.W. (2015): Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. *Journal of the Science and Food for Agriculture* 95, 238-252.
- SCHAARSCHMIDT, F. AND VAAS, L. (2009): Analysis of trials with complex treatment structure using multiple contrast tests. *Hortscience* 44, 188-195.
- SCHRÖDER, J.J., VAN DIJK, W. & DE GROOT, W.J.M. (1996): Effects of cover crops on the nitrogen fluxes in a silage maize production system. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 44, 293-315.
- STEINGROBE, B., SCHMID, H. & CLAASSEN, N. (2001): The use of 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.
- TEN BERGE, H.F.M, BURGERS, S.L.G.E., VAN DE MEER, H.G., SCHRÖDER, J.J., VAN DER SHOOT, J.R. & VAN DIJK, W. (2007): Residual inorganic soil nitrogen in grass and maize on sandy soils. *Environmental pollution* 145, 22-30.
- THORUP-KRISTENSEN, K. (2001): Are differences in root growth of nitrogen catch crops important for their ability to reduce soil nitrate-N content, and how can this be measured? *Plant and Soil* 230, 185-195.
- VAN DAM, A. (2006): Understanding the reduction of nitrogen leaching by catch crops. *Dissertation*, Universität Wageningen.
- VAN GROENIGEN, J.W., KASPER, G.J., VELTHOF, G.L., VAN DEN POL-VAN DASSELAAAR, A. & KUIKMAN, P.J. (2004): Nitrous oxide emissions from silage maize fields under different mineral nitrogen fertilizer and slurry applications. *Plant and Soil* 263, 101-111.
- VOS, J. AND VAN DER PUTTEN, P.E.L. (1997): Field observations on nitrogen catch crops. I. Potential and actual growth and nitrogen accumulation in relation to sowing date and crop species. *Plant and Soil* 195, 299-309.

Entwicklung der Flächenproduktivität in den letzten 10 Jahren mit großen Standortunterschieden

Leisen, E.

Landwirtschaftskammer NRW, Nevinghoff 40, 48147 Münster, edmund.leisen@lwk.nrw.de

Fragestellung

In den letzten Jahren gab es häufig Trockenheiten. Grünland und Klee gras, die wichtigsten Futterlieferanten im Öko-Betrieb, benötigen aber viel Wasser. Im Projekt „Öko-Leitbetriebe in NRW“ wurde deshalb der Frage nachgegangen: Wie hat sich die Flächenproduktivität entwickelt?

Material und Methoden

Jährliche Erhebungen zwischen April 2004 (in Schleswig-Holstein ab April 2006) bis März 2014 in 70 Betrieben. Festgehalten wurden: Viehbesatz, ermolzene Milch, Milchinhaltstoffe, Grobfutter- und Kraftfutterfläche (korrigiert um Flächenbedarf für Zukauf- und Verkaufsfutter). Die Wetterdaten lieferte der Deutsche Wetterdienst. Zur Erfassung, Verrechnung und tabellarischen wie grafischen Darstellung der Ergebnisse wurde eine Access-Datenbank erstellt.

Ergebnisse und Diskussion

Häufige Frühjahrstrockenheit in den letzten Jahren

Mehr als die Hälfte des Jahresertrages von Grünland und Klee gras wird bis Juni gebildet, genau in der Zeit, in der es in den letzten Jahren häufig trocken war. Besonders stark war die Trockenheit in den Jahren 2010 bis 2012. Im Hochsommer (Juli und August) waren die Niederschläge meist hoch. Ausnahme 2013: In diesem Jahr war der Hochsommer sehr trocken. Der Herbst fiel je nach Jahr und Standort sehr unterschiedlich aus.

Tab. 1: Niederschläge an den Wetterstationen Düsseldorf und Bremen 2004–2013

Dargestellt: Relative Niederschlagsmenge, je dunkler je weniger Niederschlag, 100 = 30-jähriges Mittel an der jeweiligen Station im jeweiligen Monatszeitraum

Wetterstation	Winter: Monate November - Februar									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Bremen	110	96	69	147	95	104	71	92	105	86
Düsseldorf	98	91	98	129	75	114	89	102	93	78
	Frühjahr: Monate März - Juni									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Bremen	77	95	101	91	70	77	69	59	62	111
Düsseldorf	57	94	102	101	104	74	54	56	81	79
	Hochsommer: Monate Juli und August									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Bremen	144	131	119	128	187	97	106	122	98	58
Düsseldorf	139	120	130	177	173	138	192	153	112	37
	Herbst: Monate September und Oktober									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Bremen	88	67	53	112	72	95	90	107	88	72
Düsseldorf	97	82	49	67	83	104	81	71	88	110

Etwa gleichbleibende Flächenproduktivität im Mittel aller Standorte

Im Mittel aller 70 Betriebe blieb die Flächenproduktivität über die Jahre etwa konstant. Mittlere Flächenleistung aller Öko-Milchviehbetriebe: 32.162 MJ NEL/ha.

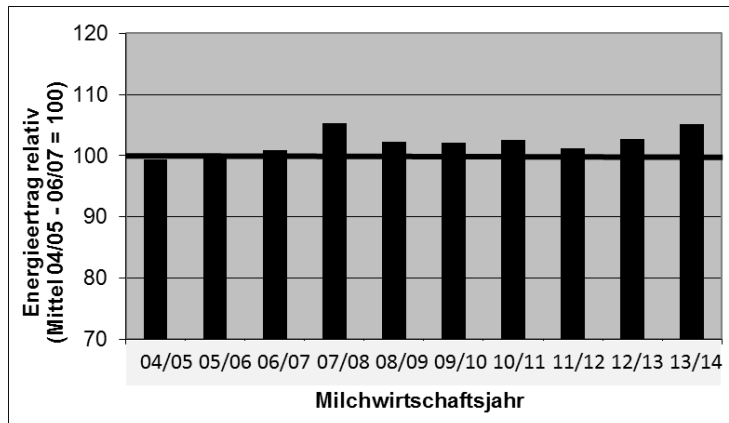


Abb.1: Entwicklung der Flächenproduktivität in N-Deutschland, 10-j. Mittel: 32.162 MJ NEL/ha

Nachfolgend sind die Betriebe bestimmten Standorten zugeordnet. Diskutiert werden die Trends im Mittel der Betriebe. Einzelbetrieblich gab es noch größere Auswirkungen als hier dargestellt.

Letzte 7 Jahre: Niedrigere Flächenproduktivität auf vielen Sandböden

Auf den Sandböden fehlten in den letzten Jahren im Frühjahr ausreichende Niederschläge, in den 4 Betrieben am Niederrhein besonders deutlich 2011 (Milchwirtschaftsjahr 11/12), als die Erträge um mehr als 25% sanken, einzelbetrieblich bis 31%. Vergleichbare Ergebnisse gab es auf Sandböden in Niedersachsen und Schleswig-Holstein (LEISEN, 2015).

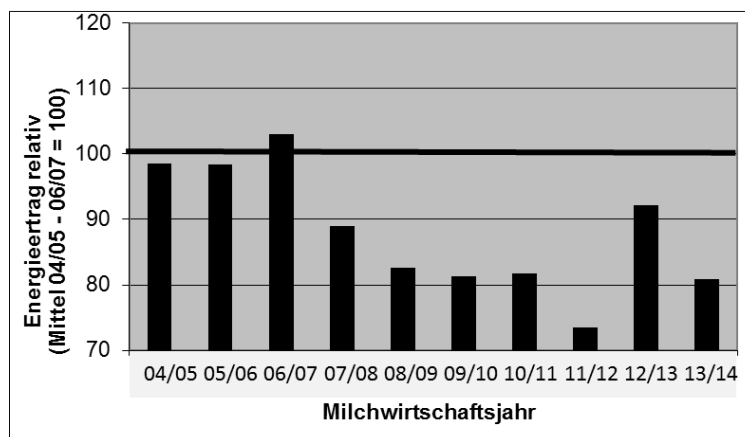


Abb. 2: Entwicklung der Flächenproduktivität auf Sandböden am Niederrhein (10-j. Mittel: 40.415 MJ NEL/ha)

Trockenheit kaum nachteilig auf feuchten Sandböden Ostwestfalens

Die 5 Betriebe in Ostwestfalen auf Sandböden haben noch relativ viel Grünland grundwassernah oder das bei Hochwasser überflutet werden kann. Nicht allzu feuchte aber auch nicht allzu trockene Jahre sind hier von Vorteil. Deshalb waren auch die Erntejahre 2008 und 2009 besonders ertragreich, als die Trockenheit nicht ganz so ausgeprägt war. Im Mittel gab es auf diesen Standorten keine Einbußen bei der Flächenproduktivität, einzelbetrieblich in einzelnen Jahren aber trotzdem bis zu 18% Minderertrag.

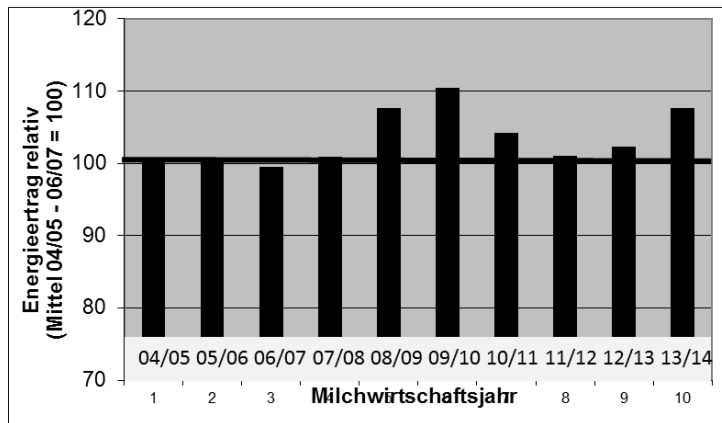


Abb. 3: Entwicklung der Flächenproduktivität auf teils feuchten Sandböden in Ostwestfalen (10-j. Mittel: 35.203 MJ NEL/ha)

Lehmböden waren von Trockenheit weniger betroffen

Die Lehmböden waren deutlich weniger von der Trockenheit betroffen. In einzelnen Jahren sanken die Erträge im Mittel von 3 Betrieben um bis zu 10%, teils sogar bis zu 18%. Vergleichbare Ergebnisse gab es auf Lehmböden in Ostwestfalen und Schleswig-Holstein (LEISEN, 2015).

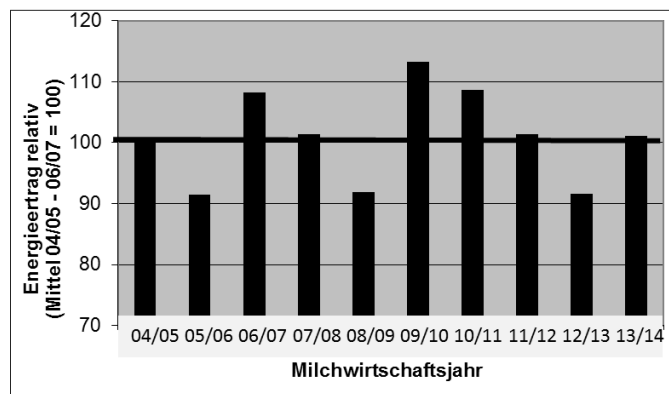


Abb. 4: Entwicklung der Flächenproduktivität auf Lehmböden am Niederrhein (10-j. Mittel: 42.762 MJ NEL/ha)

Mittelgebirgslagen waren meist von Trockenheit wenig betroffen

In der Eifel (ebenso im Bergischen und im Sauerland, LEISEN, 2015) wirkte sich Trockenheit in der Mehrzahl der 8 Betriebe kaum nachteilig aus. In einzelnen Jahren sanken die Erträge um bis zu 5%, im Trockenjahr 2011 (Milchwirtschaftsjahr 11/12), auf flachgründigen Standorten einzelbetrieblich bis zu 30%, auf anderen Standorten war jedoch dieses Jahr ein gutes Jahr. Bei im Mittel 1.200 mm Niederschlag/a sind auf schweren Böden trockene Jahre die besseren.

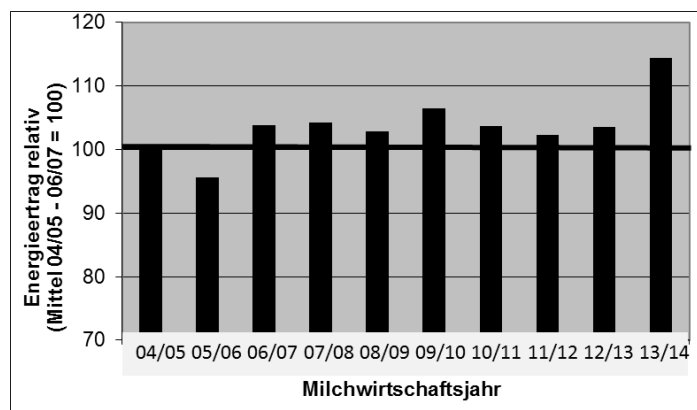


Abb. 5: Entwicklung der Flächenproduktivität in der Eifel (10-j. Mittel: 31.382 MJ NEL/ha)

Marschböden profitierten teils von Trockenheit, teils sanken aber auch die Erträge

In 4 Betrieben auf Marschböden lag die Flächenproduktivität in den Trockenjahren um bis zu 15 – 20% über dem der ersten Jahre. Hier berichteten die Betriebsleiter von außergewöhnlich hohen Erträgen. In 4 Betrieben sank die Flächenproduktivität aber bis zu 10%. In einem der Betriebe ist die Marschauflage auf mehreren Flächen nur schwach, darunter liegt Schotter. Ein weiterer Betrieb hat seine Flächen vor allem auf Brackmarschböden, was die Durchwurzelung beeinträchtigen kann.

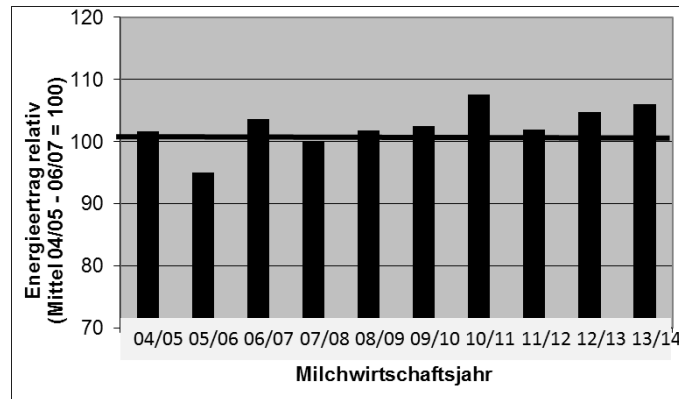


Abb. 6: Entwicklung der Flächenproduktivität auf Marsch (10-j. Mittel: 34.478 MJ NEL/ha)

Moorbetriebe profitierten von den Trockenjahren

Moorbetriebe haben in den letzten Jahren von der Trockenheit profitiert. Das gilt im dargestellten Umfang nicht nur für die 3 Niedermoorstandorte sondern auch für den Hochmoorstandort. Zwar stoppte das Wachstum in Trockenperioden auf diesem Standort vollständig. Doch fehlten dafür hier wie in anderen Betrieben meist die Phasen der Nässe. Damit konnte nicht nur längere Zeit beweidet werden, sondern auch das Winterfutter konnte mit besserer Qualität geerntet werden.

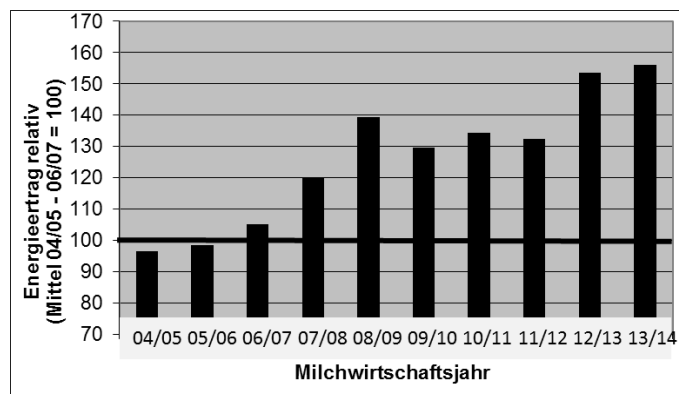


Abb. 7: Entwicklung der Flächenproduktivität auf Moorböden (10-j. Mittel: 26.433 MJ NEL/ha)

Fazit

Die Frühjahrstrockenheit der letzten Jahre hat sich erwartungsgemäß auf den einzelnen Standorten sehr unterschiedlich ausgewirkt: Sandböden waren besonders betroffen (Ausnahme: feuchte Standorte). Moorböden und teils auch Marschböden sowie generell feuchte Standorte konnten dagegen von der Trockenheit profitieren.

Literatur

LEISEN, E. (2015): Entwicklung der Flächenproduktivität in den letzten 10 Jahren mit großen Standortunterschieden. Versuchsbericht 2014 (im Druck)

Danksagung

Ein Dank gilt den beteiligten Betrieben, die ohne Aufwandsentschädigung über 10 Jahre jährlich ihre einzelbetrieblichen Daten zur Verfügung stellten sowie dem Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes und der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen für die finanzielle Unterstützung.

Untersuchung der Bodenstruktur und der Wurzelentwicklung in unterschiedlich bewirtschafteten Grünlandstandorten mittels Mikro-Röntgencomputertomographie

Kuka, K.¹, Illerhaus, B.² & Joschko, M.³

¹ Julius Kühn-Institut (JKI) Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen,
Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, katrin.kuka@jki.bund.de

² BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung,
Unter den Eichen 87, 12205 Berlin

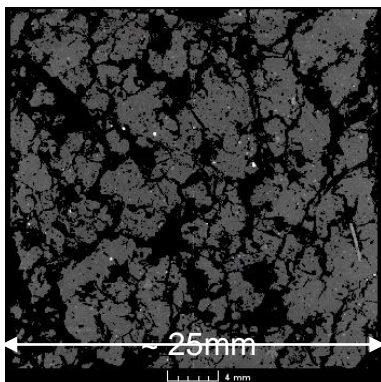
³ Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V.,
Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

Einleitung und Problemstellung

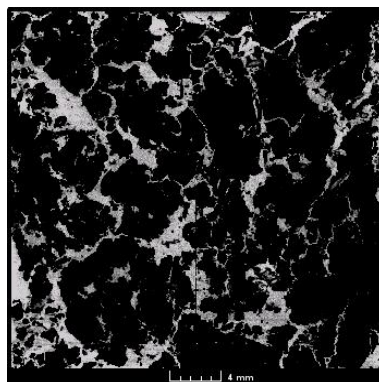
Grünland erbringt besonders viele Ökosystemleistungen und trägt insbesondere zur Kohlenstoffsequestrierung und der Filterung von Wasser bei. Eine Optimierung der Bewirtschaftung beispielsweise zur Anpassung an den Klimawandel, zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit oder zur Erhöhung der Produktivität setzt umfassende Kenntnisse über die ablaufenden ökologischen Prozesse voraus. Ein besonderes großes Interesse besteht dabei, den Zusammenhang zwischen der Landnutzungsintensität, der Bodenstruktur und deren Einfluss auf die Wurzelentwicklung aufzuklären. Die Bodenstruktur, welche die räumliche Anordnung von Poren und Festsubstanz umfasst, spielt eine Schlüsselrolle für die im Boden stattfindenden Umsatzprozesse.

Material und Methoden

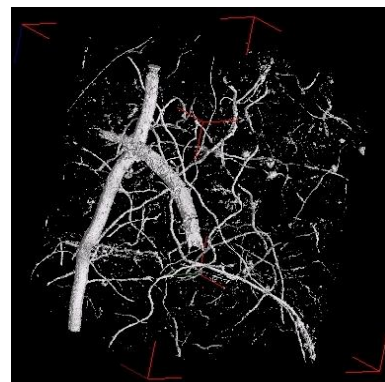
In einem Projekt im Rahmen der Biodiversitäts-Exploratorien (<http://www.biodiversity-exploratories.de>) wurde die Bodenstruktur, welche mittels zerstörungsfreier Röntgencomputertomografie untersucht wurde, als geeigneter, reproduzierbarer Indikator genutzt, um die Auswirkung der Landnutzungsintensität auf die Boden-Pflanze Interaktion zu erforschen. In dieser Studie wurden erstmals gleichzeitig Parameter zur Bodenstruktur und der Wurzelentwicklung an ungestörten Bodenprobenkernen aus dem Freiland unterschiedlich intensiv bewirtschafteter Grünlandflächen quantifiziert (KUKA *et al.*, 2013).



2D Bild der Festphase



2D Bild des Porenraums



3D Bild der Wurzeln

Abb.1: Beispiel für Festsubstanz, Porenraum und Wurzeln aus einer 3D- μ CT Aufnahme

Von 3 Flächen aus der Schwäbischen Alb wurden ungestörte Bodenproben mit einer Größe von 12 cm in Höhe (h) und Durchmesser (d) mit einem für die Fragestellung neu entwickelten automatisierten Probenehmer aus dem A-Horizont entnommen (KUKA *et al.*, 2012). Anschließend erfolgte aus diesen Proben im Labor eine Extraktion von ungestörten kleineren Bodenprobenkernen mit einer Größe von 3 cm in h und d. Diese Proben wurden mit einem Mikro-Röntgencomputer-tomografen (μ CT) in einer Auflösung von 40 μ m gescannt und anschließend die Poren-, Festsubstanz- und Wurzelraumparameter ermittelt (s. Abb. 1).

Ergebnisse und Diskussion

Am Beispiel der drei ausgewählten Flächen aus der Schwäbischen Alb (Abb. 2), welche einen breiten Landnutzungsgradienten aufweisen, wurde exemplarisch gezeigt, dass die Intensivierung der Landnutzung zu einer Abnahme der Strukturierung des Bodens und des Wurzelwachstums geführt hat (KUKA *et al.*, 2013).

Bodentyp Rendzina

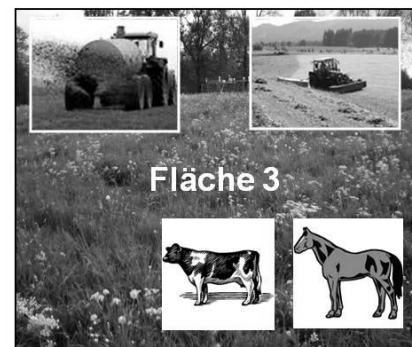
Zunahme der Landnutzungsintensität



Weide
Ungedüngt
Schafe



Wiese
Gedüngt
Keine Tiere



Mähweide
Gedüngt
Kühe und Pferde

Abnahme des Wurzelvolumens und der Wurzeloberfläche

Abb. 2: Unterschiedlich intensiv bewirtschaftete Grünlandflächen in der Schwäbischen Alb

In Abb. 3 sind die verschiedenen 3D-Wurzelmuster mit den entsprechenden 2D-Röntgen Mikro-CT- Bildern der drei ausgewählten Parzellen dargestellt. Der Boden der ungedüngten und nur zeitweise von Schafen beweideten Fläche 1 ist stark strukturiert. Die Wurzeln sind gleichmäßig im Boden verteilt und reichen in der Größenordnung von grob über mittel bis zu sehr feinen Wurzeln. Die 2D- Röntgen- Mikro-CT- Bilder der gedüngten Wiese der Fläche 2 zeigen dagegen einen fein strukturierten Boden. Dieser Boden wird von Landmaschinen, aber nicht durch Beweidung beeinflusst. Die Wurzeln im Boden der Fläche 2 scheinen im Vergleich zu den anderen Proben kleiner im Durchmesser und gleichmäßiger verteilt.

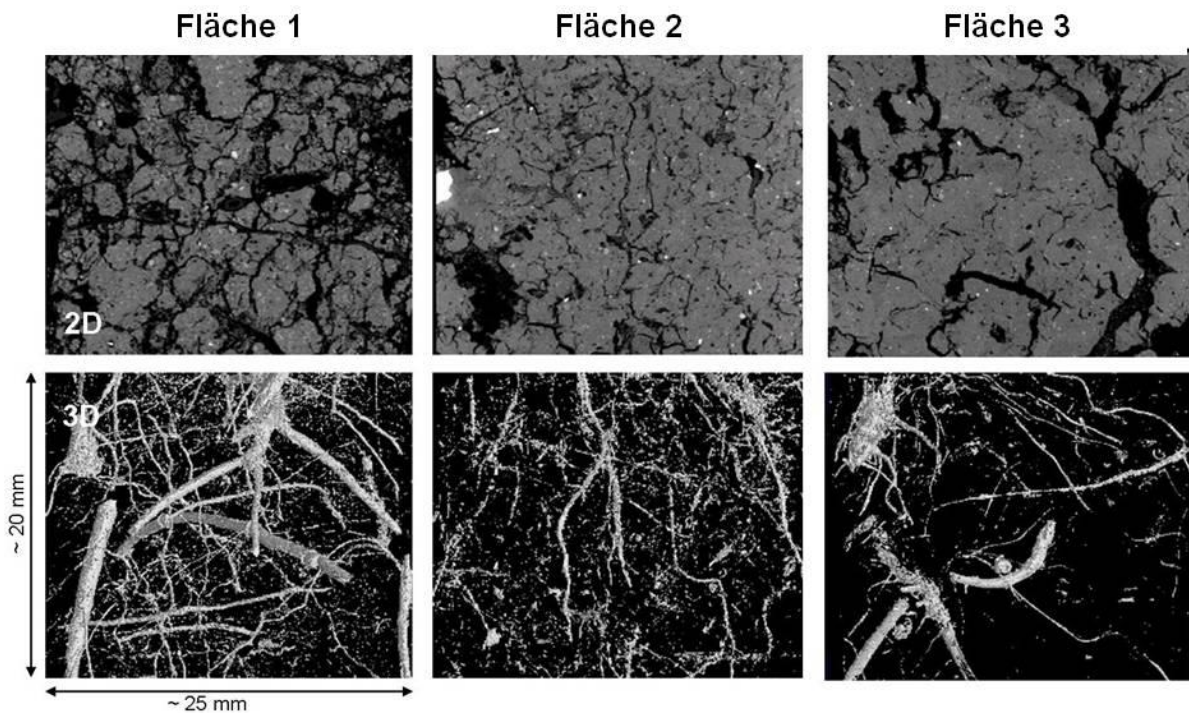


Abb. 3: 2D- μ CT-Bilder der Festphase des Bodens und zugehörige 3D-Bilder segmentierter Wurzeln

Die Festphase im Boden der Fläche 3 ist indessen relativ verdichtet, was darauf hindeutet, dass die landwirtschaftlichen Maschinen und Beweidung die Bodenstruktur beeinflussen. Die Wurzelquantität ist in diesem Boden am geringsten (KUKA *et al.*, 2013). Die beste Filterfunktion und der höchste Input an organischem Kohlenstoff über die Wurzeln werden als Ergebnis dieser Untersuchung im Boden der Fläche 1 mit der geringsten Landnutzungsintensität erwartet.

Schlussfolgerungen

Mit dieser Studie konnte bestätigt werden, dass die verschiedenen Managementmaßnahmen starken Einfluss auf die Bodenfunktionen ausüben und daher einer sorgfältigen Prüfung in puncto Zeitpunkt, Intensität und Notwendigkeit im Hinblick auf eine langfristige Nachhaltigkeit bedürfen. Da die Bodenstruktur bekanntermaßen die Umsatzprozesse im Boden beeinflusst und die Wurzeln als Kohlenstoffquelle zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit dienen, helfen diese Ergebnisse bei der Verbesserung des Verständnisses der Ökosystemfunktion-Beziehungen in Grünlandböden.

Literatur

- KUKA, K., ILLERHAUS, B., FRITSCH, G., JOSCHKO, M., ROGASIK, H., PASCHEN, M., SCHULZ, H. & SEYFARTH, M. (2012): Maschinelle Entnahme ungestörter Bodenprobensäulen für die Röntgen-Computertomographie. *ZfP-Journal of DGZfP* 129 (1):42-46.
- KUKA, K., ILLERHAUS, B., FOX, C.A. & JOSCHKO, M. (2013): X-ray Computed Microtomography for the Study of the Soil–Root Relationship in Grassland Soils. *gsvadzone* 12 (4).

Methoden der Grünlandverbesserung im ökonomischen Vergleich

Elsäßer, M., Rothenhäusler, S. & Wurth, W.

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW)

Atzenberger Weg 99, D-88326 Aulendorf, martin.elsaesser@lazbw.bwl.de

Einleitung

Dauergrünland gilt vielfach immer noch als eine nicht optimal genutzte Ressource für die Eiweißproduktion und u.a. deshalb wird der Verbesserung von Grünland zur Steigerung der heimischen Eiweißproduktion große Bedeutung beigemessen. Zudem besteht ein Zwang zu möglichst effizienter Nutzung der eingesetzten Produktionsfaktoren, werden doch Grünlandflächen durch Bioenergie- und Ackernutzung immer knapper (TIETZ *et al.*, 2012) und die in der Düngeverordnung ausgesprochenen Beschränkungen des Nährstoffeinsatzes erfordern eine möglichst gute Nährstoffausnutzung. Nun weisen gerade die Grünlandbestände Süddeutschlands oft hohe Anteile von Kräutern und Unkräutern auf, die anders als Gräser in aller Regel nur eingeschränkt auf die Zudüngung von Stickstoff reagieren (ELSÄßER, 2005). Obwohl Ertragssteigerungen nach der Grünlandverbesserung erwartet werden (TAUBE und CONIJN, 2007), ist nicht ohne weiteres davon auszugehen, dass Nach- oder Neuansaat grundsätzlich einen höheren Nettobenefit erbringen (SOEGAARD *et al.*, 2007). Zudem wurden die Gesamtkosten von Grünlandverbesserungsmaßnahmen vor allem unter Einbeziehung der Kosten für den Ertragsausfall im ersten Jahr noch nicht häufig exakt ermittelt, denn Ertrag allein ist nicht die ausschlaggebende Größe. Vielmehr kommt es auch auf die Bestimmung der Inhaltsstoffe und die Futterqualität an. Im vorliegenden Fall wurden in einem weiterlaufenden Versuch fünf, in der landwirtschaftlichen Praxis übliche Verbesserungsmethoden hinsichtlich ihrer Dauer und Nachwirkung miteinander verglichen und sowohl ertraglich als auch ökonomisch bewertet.

Material und Methoden

Das Experiment wurde 2009 in einer randomisierten Blockanlage mit drei Wiederholungen auf Dauergrünland am Standort Aulendorf angelegt (600 m ü.NN.; 950 mm Niederschlag; Parzellengröße 100 m²). Folgende Behandlungen wurden vorgenommen: **V1**. Unbehandelte Kontrolle; **V2**. Totalbekämpfung des 2. Aufwuchses nach 4 kg ha⁻¹ Round up Ultra max (45% Glyphosat) und Schlitzsaat drei Wochen später; **V3**. Totalbekämpfung des 2. Aufwuchses nach Abspritzen mit 1 kg ha⁻¹ Round up Ultra max (45% Glyphosat) und 10 kg ha⁻¹ Ammonsulphatsalpeter (SSA) und Schlitzsaat drei Wochen später; **V4**. Nachsaat mit Vredo Schlitzdrillgerät 25 kg ha⁻¹ Saatmischung NSF (*Lolium perenne* 48%, *Phleum pratense* 24%, *Poa pratensis* 16% und *Trifolium repens* 12%) zum 2. Aufwuchs; **V5**. zweimalige Übersaat je Jahr mit Breitstreuer (Saatgut: 5 kg ha⁻¹ Saatmischung NSF zum 2. und 4. Aufwuchs) und Anwalzen mit Prismenwalze; **V6**. Totalerneuerung nach mechanischer Zerstörung der Grasnarbe mit einem Rototiller.

Bei jeder Erneuerungsmaßnahme (V2, V3 und V6) wurden 35 kg ha⁻¹ der Standard-Saatmischung GSWI (*Lolium perenne* 59%, *Poa pratensis* 13%, *Phleum pratense* 19%, *Trifolium repens* 9%) gesät. Alle Parzellen wurden fünfmal im Jahr gemäht und entsprechend der ordnungsgemäßen Düngung für Baden-Württemberg gedüngt. Die N-Düngung betrug 120 kg N/ha im ersten Jahr und wurde ab da auf Mengen zwischen 240 und 260 kg N/ha gesteigert. Aufgrund des Ansaatzeitpunktes für die Neuansaat im Frühjahr 2009 konnten diese Varianten im Ansaatjahr nur dreimal gemäht werden. Ermittelt wurden: TM-Erträge, Rohprotein- und Nettoenergiegehalte sowie die botanische Zusammensetzung der Bestände.

Für die Mittelwerte wurden Ergebnisse der ersten fünf Versuchsjahre (2009-2013) herangezogen, weil im Herbst 2014 erneut Verbesserungsmaßnahmen notwendig wurden und auch Totalerneuerung wieder stattfand. Eine Einbeziehung dieser Ergebnisse hätte im Mittel die Neuansaat-Varianten benachteiligt.

Ergebnisse und Diskussion

Nach nunmehr 6 Versuchsjahren (2009 - 2014), von denen hinsichtlich der Trockenmasse- und Energieerträge hier die ersten 5 Versuchsjahre dargestellt sind, zeigte sich sehr deutlich, dass die Verfahren der Totalerneuerung ihre Ertragsverluste, die sie im Jahr der ersten Behandlung 2009 erfahren hatten, nicht aufholen konnten (Abb.1). Höchste Trockenmasseerträge erzielten die beiden Nachsaatvarianten, wobei die Übersaat (V.5) der Durchsaat mit Vredo (V.4) noch etwas überlegen war.

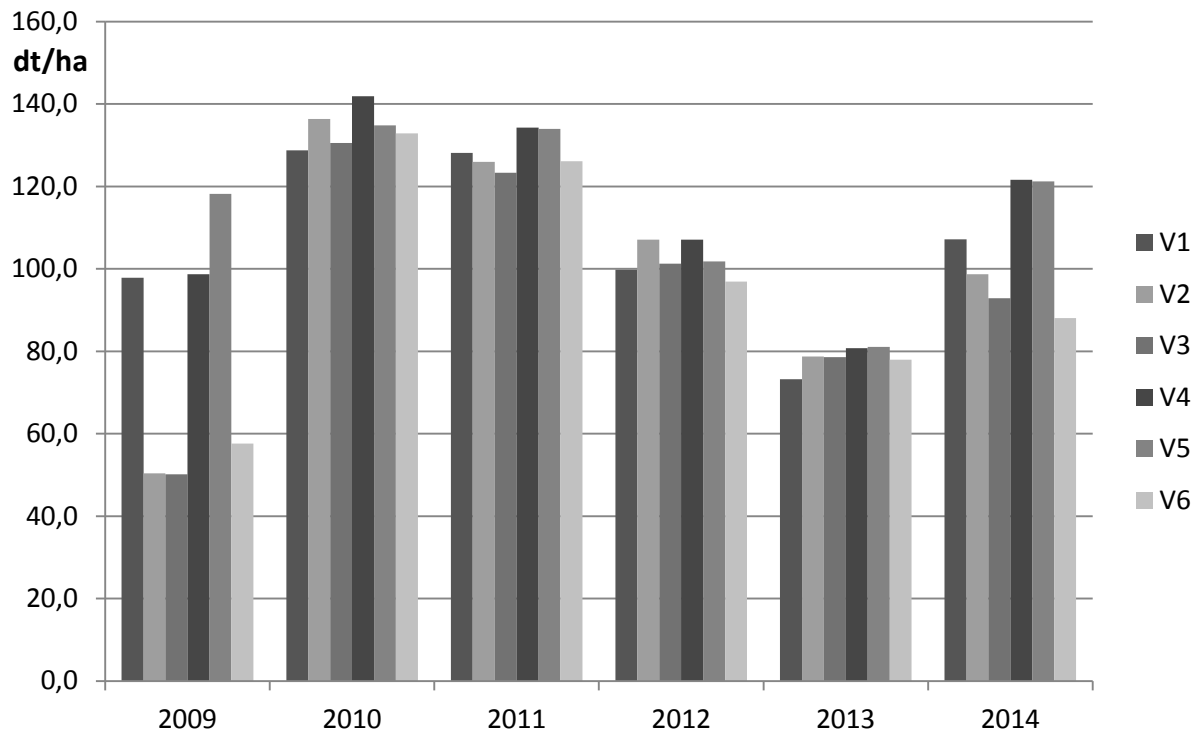


Abb. 1: Erträge (dt TM/ha) während der bisherigen Versuchsdauer (2009 – 2014)

Diese negative Ertragsentwicklung zeigte sich auch bei der produzierten Eiweißmenge (Tab. 1). Auch hier lagen die Nachsaaten im Mittel um ca. 3 dt Rohprotein je Hektar und Jahr über den Neueinsaaten. Offensichtlich gelang es mit den Neueinsaatverfahren nicht, eine bessere botanische Zusammensetzung mit mehr Weißklee zu etablieren. Und auch die neuingesäten Sorten des Deutschen Weidelgrases (*Lolium perenne*) konnten die TM-Erträge in den der Totalerneuerung folgenden Jahren nicht maßgeblich erhöhen. Den höchsten Weißkleeanteil wies denn auch die Übersaatvariante auf (Tab. 1).

Tab. 1: Mittlere Erträge an Trockenmasse, Netto-Energie und Rohprotein (2009-2013)

	Kontrolle	Neu- ansaat Roundup	Neuansaat Roundup plus SSA	Nachsaat mit Vredo	Jhrl. 2x Über- saat	Neu- ansaat Rototiller	GD 5%
TM-Ertrag dt/ha	106,7 ab	99,7 b	96,8 b	112,5 a	113,9 a	99,2 b	11,26
NEL Ertrag MJ/ha	66.042 ab	61.801 b	60.859 b	70.010 a	70.859 a	61.362 b	6950,4
Rohprotein- ertrag dt/ha	17,2 abc	16,55 bc	16,34 c	18,43 ab	19,07 a	16,22 c	1,92

Ökonomische Bewertung

Für die ökonomische Bewertung wurden die Erträge einerseits den entstandenen Kosten der Grünlandverbesserungsmaßnahmen andererseits gegenübergestellt. Entstehende Erntekosten wurden nicht berücksichtigt. Den Verfahrenskosten wurden die üblichen Maschinenringkostensätze zugrunde (2014) gelegt. Die Ergebnisse für den ersten fünfjährigen Abschnitt sind in Tab. 2 zusammengefasst.

Tab. 2: Aufaddierte Gesamterträge für 2009-2013 und entstandene Kosten der Grünlandverbesserungsmaßnahmen

	Kontrolle	Neu- ansaat Roundup	Neu- ansaat Roundup plus SSA	Nachsaat mit Vredo	Jhrl. 2x Übersaat	Neu- ansaat Rototiller
TM-Ertrag dt/ha	533,5	498,5	484	562,5	569,5	496
NEL Ertrag MJ/ha	330.210	309.005	304.295	350.050	354.295	306.810
Rohproteintrag dt/ha	86,0	82,8	81,7	92,2	95,4	81,1
Kosten für Grünland- verbesserung	0	270,00 €	246,00 €	160,00 €	325,00 €	270,00 €
Kosten je dt TM	0	0,54 €	0,51 €	0,28 €	0,57 €	0,54 €
Kosten je 10 MJ NEL	0	0,00874 €	0,00808 €	0,00457 €	0,00917 €	0,00880 €
Kosten je dt XP	0	3,26 €	3,01 €	1,74 €	3,41 €	3,33 €

Bezieht man die erzielten Gesamterträge der ersten fünf Jahre auf die entstandenen Kosten allein für die durchgeführten Grünlandverbesserungsmaßnahmen, dann zeigt sich, dass sich eine regelmäßige zweimal jährlich durchgeführte Übersaat nicht wirtschaftlich ist. Deutlich am günstigsten ist demnach die Verbesserung als Nachsaat, in diesem Fall die Schlitzsaat alle 5 Jahre. Die Reduktion der Übersaatfrequenz auf nur einmal je Jahr könnte hinsichtlich der Kostensenkung eine Option sein.

Schlussfolgerungen

Neuansaat als Maßnahme zur Verbesserung von Dauergrünlandbeständen sind risikoreich. Nach- oder Übersaat waren auf die lange Zeit gesehen sowohl im TM-Ertrag als auch Energieertrag besser zu bewerten. Werden allerdings die Kosten für die Verfahren ermittelt, dann kostet die Eiweißeinheit bei den Neuansaat zwischen 3,01 € und 3,33 € je dt XP und bei der einmaligen Nachsaat 1,74 €. Grünlandverbesserung lohnt sich in jedem Fall nur dann, wenn mit der Verbesserung nicht nur ein Ertragssteigerung, sondern auch eine Steigerung des Energie- oder Eiweißgehaltes erreicht werden kann.

Literatur

- ELSÄBER, M. (2005): Performance of a reseeded grassland (*Trisetum*) in Germany. *Grassland Science in Europe*. Tarttu, 10, 477-480.
- SOEGAARD, K., GIERUS, M., HOPKINS, A. & BOMMELÉ, L. (2007): Effects of grassland renovation on crop and animal performance. In: *Grassland resowing and grass-arable crop rotations*. Third and fourth workshop of the EGF working group. Report 148. Wageningen Plant Research International, 95 - 105.
- TAUBE, F. and CONIUN, S. (2007): Grassland renovation in Northwest Europe: current practices and main agronomic and environmental questions. In: *Grassland resowing and grass-arable crop rotations*. Third and fourth workshop of the EGF working group. Report 148. Wageningen Plant Research International, 35-38.
- TIETZ, A., BATHKE, M. & OSTERBURG, B. (2012): Art und Ausmaß der Inanspruchnahme landwirtschaftlicher Flächen für außerlandwirtschaftliche Zwecke und Ausgleichsmaßnahmen. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie, 5.

Einfluss von Bewirtschaftungsfaktoren auf den Großen Wiesenknopf (*Sanguisorba officinalis* L.)

Dullau, S., John, H. & Tischew, S.

Hochschule Anhalt, Strenzfelder Allee 28, D-06406 Bernburg

s.dullau@loel.hs-anhalt.de

Einleitung und Problemstellung

Der Große Wiesenknopf (*Sanguisorba officinalis* L.) ist eine deutschlandweit gefährdete Grünlandart (Vorwarnliste, KORNECK *et al.*, 1996, ergänzt durch KORNECK *et al.*, 1998), die auf einer großen Bandbreite verschiedener Grünlandtypen vorkommt. Als typische Stromtalart ist sie in Auenwiesen der Niederungen großer Flüsse (FFH-Lebensraumtyp 6440) zu finden (BURKART, 2001; SIEDENTOPF, 2005). Des Weiteren werden Frischwiesen (wechsel) feuchter Ausprägung der planaren bis hochmontanen Stufe (FFH-Lebensraumtypen 6510 und 6520) vom Großen Wiesenknopf besiedelt (JÄGER, 2001). Als obligater Partner im Entwicklungszyklus der FFH-Anhangsarten (Anhang II) Heller und Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Phengaris teleius*, *P. nausithous*) kommt dem Großen Wiesenknopf eine besondere naturschutzfachliche Bedeutung zu, denn beide Falterarten benötigen zur Eiablage im Juli Blütenköpfe der Art (SETTELE *et al.*, 2009). Während der Helle Wiesenknopf-Ameisenbläuling verschiedene Nektarpflanzen aufsucht (DREWS, 2003), saugt der in Sachsen-Anhalt noch vorkommende Dunkle Wiesenknopf-Ameisenbläuling fast ausschließlich an Blütenköpfen des Großen Wiesenknopfs (SCHÖNBORN und SCHMIDT, 2010).

Aufgrund EU-weiter Vorgaben (FFH-Richtlinie 92/43/EWG) gibt es bundesweit Bestrebungen die genannten Grünlandlebensraumtypen und Falterarten zu erhalten bzw. deren Erhaltungszustand zu verbessern. Dabei werden für die FFH-Gebiete des Natura 2000-Netzwerks auf Länderebene Bewirtschaftungsvorgaben durch Gebietsverordnungen festgelegt bzw. Managementpläne erstellt, in denen Anforderungen an eine angepasste Mahd, Beweidung, Düngung und Grünlandpflege ausgesprochen werden. Die nachstehend vorgestellte Studie und deren Untersuchungsergebnisse ermöglichen die Ableitung von Empfehlungen zur Grünlandpflege für Grünland mit Nutzungsinteresse unter Beachtung naturschutzfachlicher Anforderungen.

Material und Methoden

Auf einem bereits seit 2010 bestehenden Grünlandbewirtschaftungsversuch in der Dessauer Elbaue fanden im 5. Versuchsjahr Individuen-bezogene Untersuchungen am Großen Wiesenknopf statt. Der Versuch liegt auf den Fischerhüttenwiesen bei Waldersee, einem artenreichen wechselfeuchten Grünland, das pflanzensoziologisch dem *Sanguisorbo officinalis*-Silaetum silai Klapp 1951 (Silgen-Rasenschmielen-Wiese) zuzuordnen ist und welches dem FFH-Lebensraumtyp 6440 – Brenndolden-Auenwiesen (*Cnidion dubii*) (LAU 2010) in günstigem Erhaltungszustand entspricht. *Phengaris*-Vorkommen sind u. a. eng an Silgen-Wiesen gebunden (LANGE *et al.*, 2000). Für die Elbaue bei Waldersee (FFH-Gebiet „Dessau-Wörlitzer Elbauen“ erfolgten bis zum Jahrhundert-Hochwasser im August 2002 Beobachtungen des Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläulings (SCHÖNBORN und SCHMIDT, 2010). Der durch das Hochwasser verursachte drastische Rückgang der für den Entwicklungszyklus des Falters obligaten Wirtsameise *Myrmica rubra* führte jedoch zum schlagartigen Zusammenbruch der Population (ebd.).

Hinsichtlich der Standortverhältnisse findet man auf den Fischerhüttenwiesen einen wechselfeuchten, lehmigen, mäßig sauren Boden vor (Tab. 1). Die Versuchsfläche ist mit Phosphor unterversorgt (Versorgungsstufe A), während die Kaliumgehalte im optimalen Bereich liegen (Versorgungsstufe C) (Einstufung nach LLFG, 2008 für Bodengruppe 4).

Tab. 1: 2010 auf der Versuchsfläche analysierte Bodenparameter

Parameter	Mittelwert (n = 112), Standardabweichung
pH-Wert	4,9 ± 0,1
C _v /N _t [%]	11,4 ± 0,7
P [mg/100 g Boden]	0,9 ± 0,3
K [mg/100 g Boden]	11,3 ± 2,0

Auf dem zweischürig (01.06./15.08.) genutzten Teilversuch wurden in der Vegetationsperiode 2014 die jeweils 4-fach wiederholten Varianten ungewalzt/gewalzt und ungedüngt/60 kg N ha⁻¹ a⁻¹+PK (nach Entzug) hinsichtlich ihrer Wirkung auf den Großen Wiesenknopf untersucht. Für jedes auf den Untersuchungsflächen vorkommende Individuum wurde die Höhe gemessen und das generative Phänologiestadium (DIERSCHKE, 1994) bestimmt.

Die Datenerhebung fand auf 25 m² großen Flächen in 14-tägigem Rhythmus statt. Die vier dargestellten Erfassungstermine lagen in der Nutzungspause zwischen erstem und zweitem Schnitt, wobei die Ersterfassung drei Wochen nach dem ersten Schnitt erfolgte.

Ergebnisse und Diskussion

Da für die Reproduktion des Großen Wiesenknopfes sowie die beiden o. g. Falterarten insbesondere die generative Phänologie von Bedeutung ist, beschränken sich die dargelegten Abbildungen auf die Anzahl blühender Individuen und Blütenköpfe sowie die Entwicklung der Blühstadien. Die ungewalzten Varianten wiesen bis Ende Juli deutlich mehr blühende Individuen auf als die im Frühjahr gewalzten Flächen (Abb. 1). Während der Unterschied zwischen den Varianten am 24.6. (drei Wochen nach der ersten Mahd) noch relativ gering war, stieg die Anzahl insbesondere bei der ungedüngten und ungewalzten Kontrollvariante deutlich an. Einhergehend mit der positiven Entwicklung der Anzahl blühender Individuen stieg auch die Anzahl Blütenköpfe im Vergleich zu den gewalzten Varianten sprunghaft an. Bis zum 2. Schnitt wiesen die ungewalzten Varianten mit Abstand die meisten Blütenköpfe auf 25 m² auf.

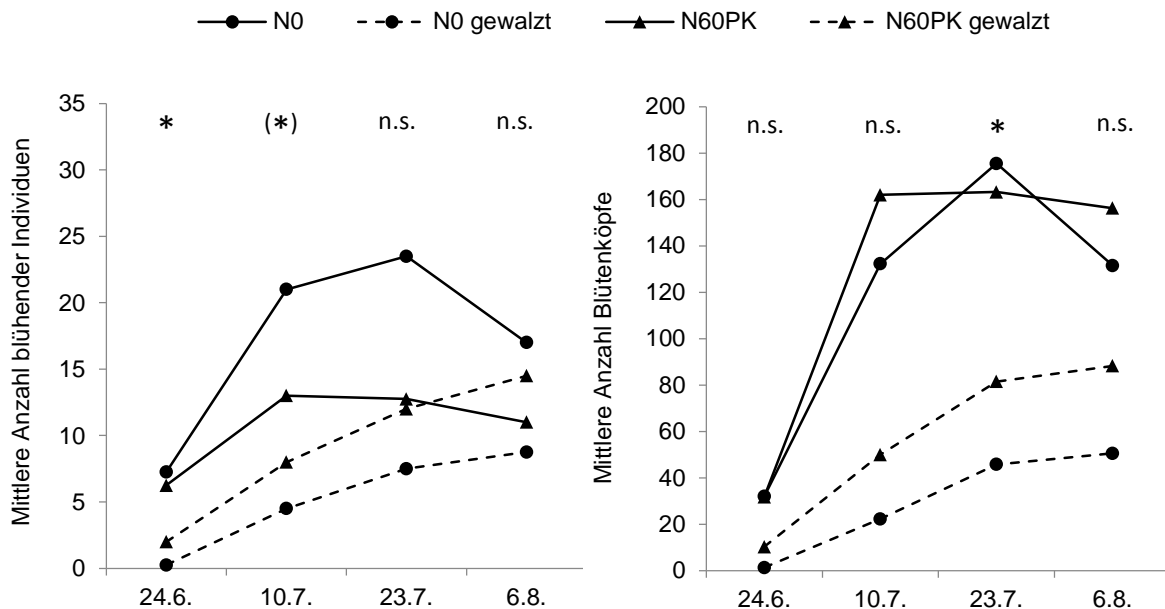


Abb. 1: Mittlere Anzahl blühender Individuen und mittlere Anzahl Blütenköpfe von *Sanguisorba officinalis* auf 25 m², N0 = ungedüngt, N60PK = 60 kg N ha⁻¹ a⁻¹+PK (nach Entzug)
Dargestellte Signifikanzen (GLM): Haupteffekt Walzen, Haupteffekt Düngung und Interaktion Walzen*Düngung ergaben keine Signifikanzen

Neben der höheren Anzahl blühender Individuen bzw. Blütenköpfe bewirkt das Unterlassen des Walzens auch einen früheren Blühbeginn. Die Phänogramme (Abb. 2) der ungewalzten Varianten weisen drei Wochen nach der Erstmahd einen deutlich höheren Anteil bereits angeschwollener Blütenknospen (Stadium 2) und Folgeblühstadien auf. Gleichfalls wird am höheren Anteil der Vollblüte (Stadium 7) Ende Juli bzw. Anfang August die schnellere Entwicklung auf ungewalzen Flächen deutlich.

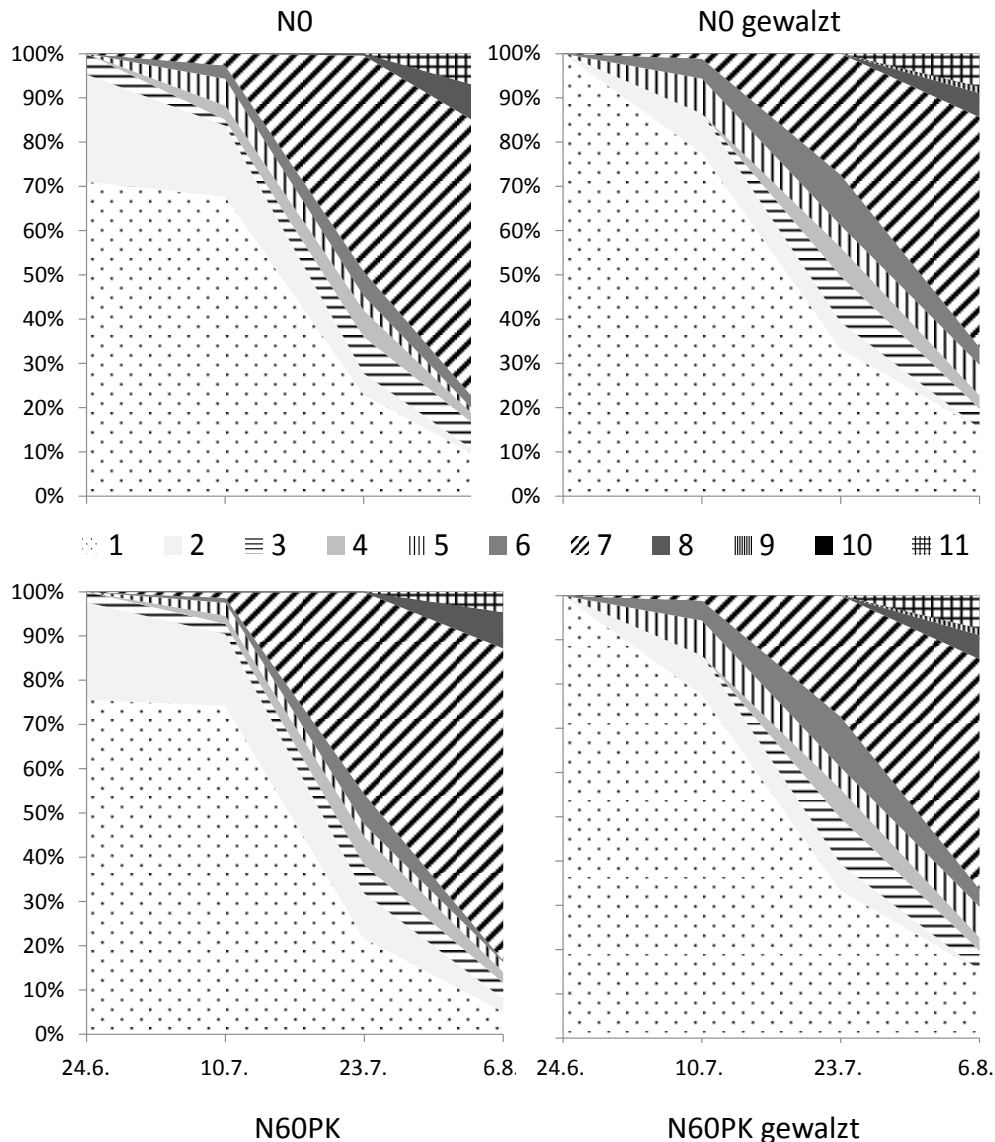


Abb. 2: Phänogramme der Anteile der Blühstadien aller Blütenköpfe von *Sanguisorba officinalis*, N0 = ungedüngt, N60PK = 60 kg N ha⁻¹ a⁻¹+PK (nach Entzug), links ungewalzt, rechts gewalzt
Haupteffekt Walzen (GLM) Stufe 2: 24.6.* , Stufe 7: 23.7.* , 6.8.* , Haupteffekt Düngung und Interaktion Walzen*Düngung ergaben keine Signifikanzen

Die Düngung wirkte sich positiv auf die Wüchsigkeit aus. Gedüngte Varianten wiesen zum einen größere Pflanzen auf und hatten zum anderen einen höheren prozentualen Anteil an blühenden Individuen sowie eine höhere Anzahl an Blütenköpfen je Pflanze als die ungedüngten Varianten. Die Blühinduktion wurde durch Düngung nicht beeinflusst, jedoch war die Gesamtindividuenzahl auf gedüngten Flächen geringer als auf ungedüngten. Dieses Defizit wird jedoch auf der gedüngten ungewalzten Variante durch die höhere Blütenkopfanzahl pro Individuum ausgeglichen, so dass bezogen auf die Fläche eine vergleichbare Blütenkopfanzahl bei beiden ungewalzten Düngevarianten zu verzeichnen war (vgl. Abb. 1, rechts).

Schlussfolgerungen

Hinsichtlich der hier untersuchten moderaten Düngung konnten auf die Blühphänologie des Großen Wiesenknopfs keine negativen Einflüsse festgestellt werden. Hinsichtlich des Walzens muss von einer schädigenden Wirkung auf Blütenkopffzahl und Blühphänologie ausgegangen werden. Während für den Hellen Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*P. teleius*) eine zu hohe Dichte an Blütenköpfen unter Umständen zu einem lokalen Ausfall der Reproduktion führen kann, gilt das für den Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*P. nausithous*) nicht (LANGE *et al.*, 2000). Eine hohe Anzahl fertiler Wiesenknopf-Individuen, eine hohe Anzahl an Blütenköpfen sowie ein zeitig einsetzender Blühbeginn sichern das Fortbestehen der gefährdeten Stromtalart Großer Wiesenknopf sowie den in Sachsen-Anhalt noch vorkommenden Dunklen Wiesenknopf-Ameisenbläuling. Darüber hinaus ist bekannt, dass durch Walzen verursachte Bodenverdichtung zum Abwandern der Wirtsameisen führt (SCHÖNBORN und SCHMIDT, 2010). Im Rahmen der Managementplanung bzw. der Erarbeitung von Gebietsverordnungen für FFH-Gebiete sollte daher für Grünland mit Vorkommen des Großen Wiesenknopfs über ein Walzverbot nachgedacht werden.

Literatur

- BURKART, M. (2001): River corridor plants (Stromtalpflanzen) in Central European lowland: a review of a poorly understood plant distribution pattern. *Global Ecology & Biogeography* 10/5, 449-468.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Ulmer, Stuttgart.
- DREWS, M. (2003): *Glaucopsyche teleius* (Bergsträsser, 1779). In: Petersen, B., Ellwanger, G., Biewald, G., Hauke, U., Ludwig, G., Pretscher, P., Schröder, E. & Ssymank, A. (Bearb.): Das europäische Schutzgebietsystem Natura 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. Band 1: Pflanzen und Wirbellose. Bonn (Bundesamt für Naturschutz). Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 69/1, 502-510.
- JÄGER, E. J. (Hrsg.) (2011): Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. Spektrum, Heidelberg.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M. & VOLLMER, I. (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 28, 21-187.
- KORNECK, D., SCHNITTLER, M., KLINGENSTEIN, F., LUDWIG, G., TALKA, M., BOHN, U. & MAY, R. (1998): Warum verarmt unsere Flora? Auswertung der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 29, 299-444.
- LANGE, A. C., BROCKMANN, E. & WIEDEN, M. (2000): Ergänzende Mitteilungen zu Schutz- und Biotoppfleßmaßnahmen für die Ameisenbläulinge *Maculinea nausithous* und *Maculinea teleius*. *Natur und Landschaft* 75/8, 339-343.
- LAU (Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, ed.) (2010): Kartieranleitung zur Kartierung der Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie, Teil Offenland. Stand 11.05.2010.
- LLFG (Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt, ed.) (2008): Richtwerte für die Untersuchung und Beratung sowie zur fachlichen Umsetzung der Düngeverordnung (DüV). Gemeinsame Hinweise der Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt.
- SCHÖNBORN, C. und SCHMIDT, P. (2010): *Maculinea nausithous* (BERGSTRÄSSER, 1779) – Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling. In: Bewertung des Erhaltungszustandes der wirbellosen Tierarten nach Anhang II der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Sachsen-Anhalt. *Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt*, Halle, Sonderheft 2/2010, 153–168.
- SETTELE, J., STEINER, R., REINHARDT, R., FELDMANN, R. & HERMANN, G. (2009): Schmetterlinge - Die Tagfalter Deutschlands. Ulmer, Stuttgart.
- SIEDENTOPF, Y. (2005): Checkliste der Stromtalpflanzen Deutschlands. 19 S. <http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00001655>.

Betriebsspezifischer Entwicklungsplan: On-farm Methode um kommerzielle Milchviehbetriebe zu verbessern

Kohnen, H.¹, Boonen, J.¹, Conter, G.¹, van Vliet, G.² & Wengler, F.¹

¹ Lycée Technique Agricole LTA (L)

² Administration des services techniques de l'agriculture (L)

Einleitung und Problemstellung

Schlüsselemente einer Strategie für die Entwicklung im ländlichen Raum sind Bottom-up Prozesse und enge Zusammenarbeit in regionalen Netzwerken aller im Entscheidungsprozess beteiligten Organisationen. So können regionale Lösungsansätze einschließlich der Methodik und der Hilfsmittel ausgearbeitet werden. Netzwerke von landwirtschaftlichen Pilotbetrieben erfüllen diese Anforderungen, denn sie ermöglichen die Ausarbeitung und die Implementierung innovativer Ideen auf den Betrieben. Alle Arbeiten von Forschern, Beratern, Betriebsleitern und Verantwortlichen aus der Politik und dem Agrarsektor müssen koordiniert werden, damit ein kohärenter Entwicklungsprozess initiiert, und dauerhaft auf den Betrieben umgesetzt werden kann.

Der überzeugende Erfolg dieser Methode veranlasste uns dazu, letztere auch im aktuellen EU-Autograssmilk-Projekt (AUTOGRASSMILK, 2013-2015) anzuwenden, mit der Hoffnung ihre Effektivität erneut unter Beweis zu stellen und sie somit in Luxemburg als Standardmethode für das landwirtschaftliche Beratungswesen anzubieten. Im folgenden Beitrag wird die Umsetzung von betriebsspezifischen Entwicklungsplänen auf landwirtschaftlichen Pilotbetrieben beschrieben.

Material und Methoden

Netzwerk: Die Pilotbetriebe sind Bestandteil des Autograssmilk-Projektes, hier arbeiten Forschungsinstitute aus sieben Ländern (Irland, Belgien, Niederlande, Dänemark und Schweden; Luxemburg ist kooptiert seit 2014) zusammen, um Erkenntnisse und Lösungsansätze zur Weidehaltung mit automatischen Melksystemen (AMS) auszuarbeiten. Daten aus den 37 Milchviehbetrieben des Pilotbetriebsnetzes, welche mit AMS ausgestattet sind, erlauben eine betriebsindividuelle Analyse der Betriebsleistungen mit ihren Stärken und Schwächen. Der Träger des luxemburgischen Projektes ist die FILL (Fördergemeinschaft Integrierte Landbewirtschaftung Luxemburg) in Zusammenarbeit mit vier Organisationen (LTA: Lycée Technique Agricole Ettelbrück; SER: staatlicher Wirtschaftsdienst; ASTA: staatliche, technische landwirtschaftliche Behörde; Convis: Herdbuch und landwirtschaftliche Beratung).

Tabelle 1: Betriebsspiegel nach der Datenerfassung 2014

Pilotbetrieb		LU1	LU2	LU3	LU4
Weidefläche (Milchherde)	ha	11,5	40,0	12,0	22,6
Milchmenge 2013	kg. Jahr ⁻¹	178 000	253 000	660 000	392 000
Steigerung der Milchmenge 2016	% 2013	10	100	10	0-10
Kuhzahl 2013		56	35	85	60
Kuhzahl geplant 2016		56	80	95	70
Kühe pro Weidefläche	Kühe. ha ⁻¹	5,1	0,9	7,1	2,7
Probleme Tragfähigkeit der Weideflächen		gering-lokal	mittel	gering	hoch-extrem
Anzahl AMS	Anzahl	1	1	2	1
Auslastung AMS	kg Milk AMS ⁻¹ Jahr ⁻¹	178 000	253 000	330 000	392 000
Weideaufnahme 2014	kg TM Kuh ⁻¹ .Tag ⁻¹	5-10	12-16	< 5	10-12
Selektionstor		AMS Ausgang	AMS Ausgang	Selektionstor am Stallausgang	AMS Ausgang

Da Luxemburg in der Landwirtschaft über keine wissenschaftlichen Forschungsstellen verfügt, liegt das Augenmerk hauptsächlich in der Umsetzung der Erkenntnisse aus den vier Pilotbetrieben. Bedingt durch die Auswahlkriterien der Pilotbetriebe entsprechen diese nicht einem luxemburgischen Durchschnittsbetrieb. Alle vier Betriebe sind Gemischtbetriebe mit entweder einer Milchvieh- oder Mutterkuhherde und oder Ackerbau. Die Weideperiode beginnt Ende April und endet im Oktober. Zufütterung von Krafftutter wird prinzipiell während der ganzen Weideperiode beibehalten, Grassilage- und Maissilagefütterung dagegen stark reduziert oder eingestellt. Die Betriebe unterscheiden sich stark in den verfügbaren Weideflächen und der produzierten Milchmenge pro Betrieb bzw. pro Kuh. So betreibt der Betrieb LU01 (Biobetrieb) keinen Maisanbau. Die Auslastung der Melkroboter ist aktuell noch sehr niedrig (Kühe pro AMS), aber mit dem Wegfall der Milchquote (Tabelle 1) werden alle Betriebe ihre Milchproduktion erheblich steigern. Diese angestrebte höhere Auslastung wird dann neue und viel höhere Anforderungen an die Kuhzirkulation im Stall und auf der Weide stellen: Weidewege, Organisation der Parzellen, deren Zugang, müssen neugestaltet werden, um eine angepasste Melkfrequenz zu sichern.

Methodik: Die sehr kurze Dauer des Projektes (2014-2015) setzt hohe Anforderungen an die zeitliche Durchführung. So wurden im Jahr 2014, nach der im Dairyman- Projekt erarbeiteten Methodik, Daten betreffend der allgemeinen Betriebsbeschreibung sowie der ökonomischen Leistung und der Nährstoffflüsse (N, P) erhoben. Zusätzlich erlaubte der Weide- und Futterkalender (KOHLEN, 2009) eine Erhebung der täglichen Weidefuturaufnahme und des Arbeitsaufwandes. Da die Kombination von Weidehaltung und AMS hohe Anforderungen an die Organisation der Flächen, Parzellengestaltung, Weidewege und des Kuhverkehrs zwischen Weide und AMS stellt, wurde eine private Beratungsstelle aus Irland (Grasstec Ltd, IE) im Oktober 2014 damit beauftragt ein Gutachten sowie Verbesserungsvorschläge zur Weideinfrastruktur der vier Betriebe zu erstellen. Anhand dieser Informationen wird mit den Betriebsleitern der Pilotbetriebe eine individuelle Hofstrategie entwickelt, die es ihnen erlaubt Entscheidungen zu treffen, ihre Ergebnisse im Einklang mit den regionalen und betriebsinternen Rahmenbedingungen zu verbessern.

Die Umsetzung eines betriebsindividuellen Verbesserungsplans erfolgt in drei Schritten: (1) Erfassen der betriebsindividuellen Leistungen, (2) Bestimmen von betriebsindividuellen Zielen. (3) Ausarbeiten einer Strategie um diese Ziele zu erreichen. Hierzu gehört die Festlegung unterschiedlicher Aktionen, Indikatoren und erreichbarer Zwischenzielen (GRIGNARD, 2012).

Bedingt durch die Ziele des Autograssmilk-Projektes beziehen sich die Ziele der Betriebsleiter ausschließlich auf Weidehaltung mit AMS (Abb. 1).

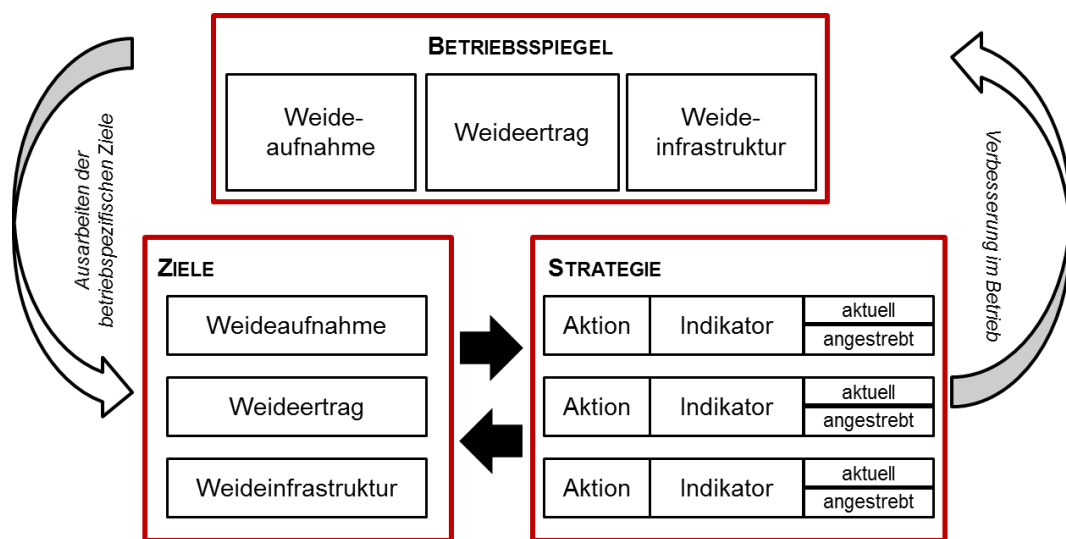


Abb. 1: Schematische Darstellung der einzelnen Schritte zur Ausarbeitung eines betriebspezifischen Entwicklungsplans.

Ergebnisse und Diskussion

Auf jedem der vier Pilotbetriebe wurde während des Winters 2014- 2015 ein Entwicklungsplan erstellt. Die betriebsindividuellen Ziele und Aktionen unterscheiden sich stark. Betrieb LU01 bewirtschaftet eine relative geringe Weidefläche, hier wird mit Feldfutter-Kleegrasmischungen der Mangel an Weidefutter im Sommer und Herbst durch die Zufütterung von Frischgras im Stall ausgeglichen. Eine anstehende Flurbereinigung und somit eine Ausweitung der beweidbaren Grünlandflächen, eine neue Parzellierung, verbunden mit einem adäquaten Ausbau von Weidewegen wird ins Auge gefasst. Betrieb LU02 will seine Milchviehherde verdoppeln, was eine Reorganisation der Parzellen und Weidewege bedingt. Der Kuhverkehr soll mit einem neuen Selektionstor nach einem modernen AB- oder ABC- System geregelt und somit eine hohe Auslastung des AMS bei zugleich hoher Weideaufnahme erreicht werden. Betrieb LU03 verfügt über eine sehr eingeschränkte Weidefläche, welche durch eine tägliche Anpassung der Zufuttermenge effizient genutzt werden soll. Eine neue Parzellierung und neue Weidewege sind momentan nicht erforderlich. Der Betrieb LU04 stellt aufgrund seiner angestrebten hohen Weideaufnahme (> 10 kg TM Weidefutter pro Kuh und Tag) und der hohen AMS-Auslastung (> 60 Kühe pro AMS) die höchsten Anforderungen an die Organisation des Kuhverkehrs und die Qualität der Weidewege. Da zudem Probleme mit der Tragfähigkeit der Grasnarbe bestehen, soll gezielt in eine Optimierung der Weidewege investiert werden. Tabelle 2 gibt eine detailliertere Übersicht zum Entwicklungsplan dieses Betriebes.

Tab. 2: Schema des Betriebsentwicklungsplans für LU04 mit den betriebsspezifischen Objektiv, Aktionen sowie deren aktuellen und angestrebten Indikatoren.

Objektive	Aktion	Indikator	Aktuell	Angestrebt
Steigerung der Weideaufnahme	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bessere Weidewege ➤ Bessere Parzellierung 	Weideaufnahme kg TM Jahr ⁻¹ Herde ⁻¹	130.000	>150.000
Steigerung der AMS- Auslastung	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Anlegen eines doppelten Weidewegs ➤ AB(C) Weidesystem 	Milchmenge kg AMS ⁻¹	350.000	500.000
Leberegulbelastung	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Feuchtstellen vermeiden mit besseren Weidewege ➤ Strategische Behandlung beim Trockenstellen (Wartezeit) 	Anzahl der infizierten Tiere	100%	0%

Schlussfolgerungen

Die im Dairyman-Projekt entwickelte Methodik erbrachte im Autograssmilk-Projekt gute Resultate, und dies trotz eines durch die Projektziele sehr eingeschränkten Handlungsspielraums. Die betriebsspezifische Vorgehensweise in der Ausarbeitung der Entwicklungsobjektive und –strategie ist ein Schlüsselement. Die Betriebsleiter sowie Berater waren schnell mit der Methodik vertraut. Langzeiteffekte, über die Projektdauer hinaus, sind zu erwarten, nicht zuletzt weil viele in Luxemburg aktive Beratungsorganisationen in das Projekt miteingebunden wurden und auch nach Projektende die Pilotbetriebe als Beispielbetriebe dienen können.

Literatur

Autograssmilk (2013-2015). <http://www.autograssmilk.eu>

Dairyman (2013): A practical manual to assess and improve farm performances. <http://www.interregdairyman.eu/en/dairyman/products.htm>.

Grignard A., *et al.* (2012): La définition de plans d'amélioration pour améliorer les performances environnementales des élevages laitiers. Renc. Rech. Ruminants, 19, 269-272.

Kohnen H. (2009): L'Abaque pâturage: un outil pour déterminer et optimiser la quantité d'herbe pâturée à partir de la production laitière et de la complémentation. Fourrages, 199, 393-396.

Ansatz zur Nährstoffbilanzierung auf dem Grünland

Sommer, H.

Fachgebiet für Tierernährung und Tiergesundheit, Universität Kassel

Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen

hendriksommer@uni-kassel.de

Einleitung und Problemstellung

Die Bewirtschaftung von Dauergrünland zur Futtermittellieferung von Nutztieren, insbesondere Rindern, ist durch die Bewirtschaftungsintensität charakterisierbar. Dabei ist bei der Bestandesführung auf der einen Seite die Schnitthäufigkeit zu berücksichtigen, auf der anderen Seite die Nährstoffzufuhr und –abfuhr. Beide Faktoren beeinflussen die Zusammensetzung des Bestandes und damit auch seinen Futterwert. Um die Bewirtschaftungsintensität zu charakterisieren ist demnach eine Nährstoffbilanz zu erstellen, die dann mit Intensitätskriterien wie z.B. dem Viehbesatz in Beziehung gesetzt wird.

In vorliegendem Beitrag soll ein Ansatz zur Nährstoffbilanzierung auf dem Grünland aufgezeigt werden, mit dem der Einfluss der Intensivierung des Lehr- und Versuchsbetriebes Gladbacherhof über einen Zeitraum von 14 Jahren auf die Nährstoffversorgung der bewirtschafteten Grünlandflächen untersucht und interpretiert werden soll. Die Bilanzierung erfolgt dabei in vorliegendem Beitrag auf der Ebene der Stickstoffversorgung. Gleichzeitig soll der Ansatz dazu dienen, Nährstofftransfers zwischen dem Subsystem Grünland und anderen Betriebsteilen darzustellen.

Material und Methoden

Anhand der Entwicklung des Lehr- und Versuchsbetriebes der Justus-Liebig-Universität Gießen, Gladbacherhof, im Zeitraum von 1993 bis 2006 wurde die Zunahme der Produktionsintensität beispielhaft analysiert, dargestellt und bewertet. Besonderer Ausdruck für die Intensitätssteigerung im Untersuchungszeitraum ist die gezielte Erhöhung des Rinderbesatzes auf ca. 1 GV ha⁻¹ LF, verbunden mit einer Steigerung der Jahresmilchleistung auf annähernd 8.000 kg pro Kuh. Eine derartige Entwicklung birgt jedoch die Gefahr einer Überforderung des Betriebssystems mit negativen Folgen für die Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit der Produktion in sich. Der Beobachtungszeitraum ließ sich in drei markante betriebliche Entwicklungsetappen untergliedern: 1993 – 1996 (30 Milchkühe zzgl. Nachzucht, Anbindestall), 1997 – 2001 (Fächenzupacht, Umbau Kuhstall zum Tretmiststall, Erweiterung auf 60 Kühe zzgl. weibliche Nachzucht) und 2002 – 2006 (Neubau eines Boxenlaufstall, Umstellung auf Gülle, Erweiterung auf 86 Milchkühe zzgl. weibliche Nachzucht).

Bei der N-Bilanz wurden Entzug und Zufuhr gegenübergestellt. Dabei wurde der Entzug unterteilt in die Bilanzglieder Weidefutter und Grundfutter, die Zufuhr wurde untergliedert in N-Ausscheidungen, Wirtschaftsdünger, N-Fixierung und N-Immission. System- oder bewirtschaftungsbedingte N-Verluste (z.B. Denitrifikation) blieben bislang unberücksichtigt. Weil bei dieser Vorgehensweise zu erwarten ist, dass die Ergebnisse von den realen Gegebenheiten abweichen, wurde eine Variante mit sowie eine Variante ohne die Fixierungs- und Immissionsleistungen berechnet. Die zu Grunde liegenden Schätzmethode für die Weidefutteraufnahme, die N-Ausscheidungen auf der Weide sowie die N-Fixierung auf der Weide wurden WEISSBACH (1993,1995) entnommen. Die Daten für die Grundfuttermenge und –qualität (XP-Gehalt) sowie die Wirtschaftsdüngerzufuhr wurden der betrieblichen Mengenbuchhaltung entnommen (vgl. SOMMER, 2010).

Ergebnisse und Diskussion

Während des Untersuchungszeitraumes konnte festgestellt werden, dass der Weidefutteranteil von durchschnittlich 45% auf 61% erhöht worden ist, während gleichzeitig der Grundfutteranteil vom Grünland von 55% auf 39% sank. Der durchschnittliche N-Entzug pro ha Grünland und Jahr lag bei ca. 90 kg. Bewirtschaftungsbedingt stiegen die N-Ausscheidungen von 32% auf 44% (unter Berücksichtigung von N-Fixierung und N-Immission) bzw. von 59% auf 71% ohne Berücksichti-

gung dieser Bilanzgrößen, während der Anteil an Wirtschaftsdünger von 22% auf 17% bzw. von 41% auf 29% sank. Absolut betrachtet stieg die N-Zufuhr von 109 auf 115 kg pro ha (bzw. von 62 auf 70 kg pro ha ohne N-Fixierung und N-Immission). Die Details sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Tab. 1: Prozentuale Anteile der Bilanzgrößen sowie absolute Mengen von Zufuhr und Entzug in kg pro ha bei der N-Bilanz auf dem Grünland

Entwicklungsstufe Berechnungsart		1993-1996 1997-2001 2002-2006 mit N-Fixierung und N-Immission			1993-1996 1997-2001 2002-2006 ohne N-Fixierung und N-Immission		
Entzug							
Weidefutter	%	45,12	58,64	60,96	51,85	60,65	44,62
Grundfutter	%	54,88	41,36	39,04	48,15	39,35	15,38
	kg ha-1	89,83	95,68	90,83	89,83	95,68	90,83
Zufuhr							
N-Ausscheidungen	%	32,31	37,89	44,06	59,82	65,33	71,06
Wirtschaftsdünger	%	21,81	20,13	17,64	40,18	34,67	28,94
N-Fixierung	%	21,72	20,99	19,15			
N-Immission	%	24,16	20,99	19,15			
	kg ha-1	109,17	111,07	115,35	62,30	66,07	70,35
	kg ha-1						

Der N-Saldo ergibt sich aus der Verrechnung von Entzug und Zufuhr. Unter Berücksichtigung von N-Fixierung und N-Immission war er während des gesamten Untersuchungszeitraumes leicht positiv. Für sich genommen bedeutet dieses Ergebnis, dass während des Bewirtschaftungszeitraumes auf dem Grünland Stickstoff angereichert werden konnte. Finden Stickstofffixierung sowie N-Immission keine Beachtung bei der N-Bilanz, so werden für alle Untersuchungsjahre mit Ausnahme von 1998 negative N-Salden im Bereich zwischen 20 und 40 kg N pro ha und Jahr ausgegeben. Dadurch ergibt sich ein vollständig anderes Bild: Auf dem Grünland würde demnach kein Stickstoff angereichert, sondern vielmehr würde Stickstoff vom Grünland anderen Betriebssystemteilen zur Verfügung gestellt werden. Die Saldenverläufe sind in Abbildung 1 dargestellt.

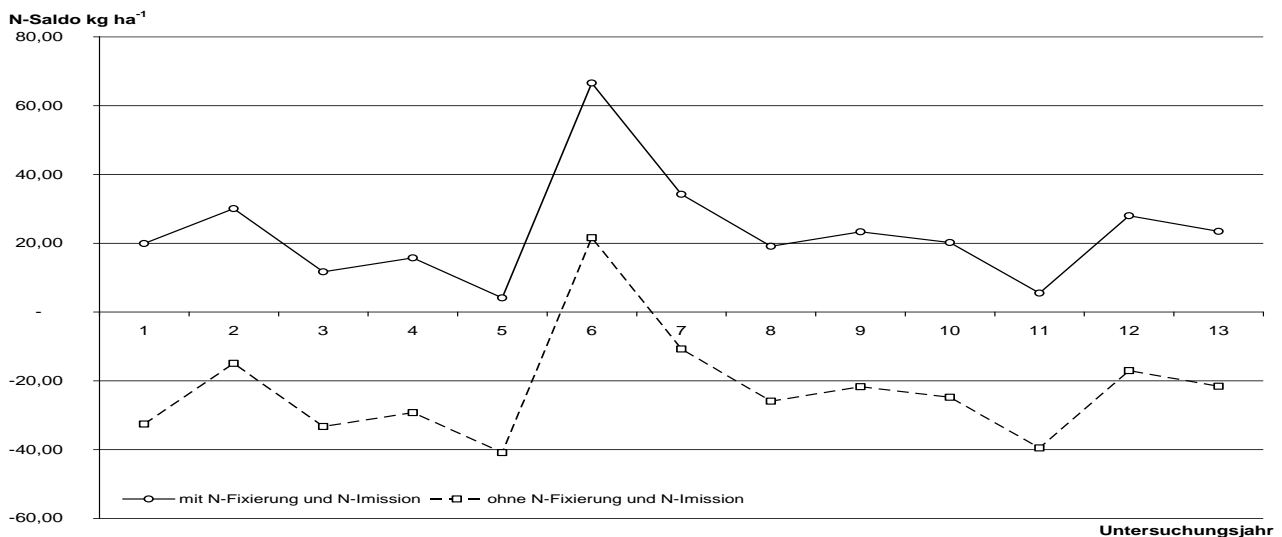


Abb. 1: Entwicklungsverlauf des N-Saldos mit und ohne Berücksichtigung von N-Fixierung und N-Immission

Die wahren Transferstickstoffmengen liegen in dem Bereich, der von den beiden Saldierungskurven eingeschlossen ist. Es ist jedoch schwierig, diese Mengen genau zu quantifizieren, weil die Bilanzgrößen N-Fixierung und N-Immission nur schätzbar sind und es wenig geeignete Anhaltspunkte gibt, anhand derer diese Schätzungen auf Plausibilität überprüft werden können. Dennoch ist auf Basis dieses einfachen Bilanzierungsansatzes erkennbar, dass trotz der Intensivierung die Salden auf annähernd gleich bleibendem Niveau liegen.

Schlussfolgerungen

Die N-Bilanz auf dem Grünland ermöglicht eine Abschätzung, ob das betriebszugehörige Grünland in Hinblick auf die Stickstoffversorgung nachhaltig bewirtschaftet wird oder nicht. Sie kann dazu genutzt werden, Stickstofftransferleistungen vom Grünland in andere Systembereiche des landwirtschaftlichen Betriebssystems oder umgekehrt zu ermitteln. Allerdings bedarf es der hinreichend genauen Quantifizierung der Bilanzgrößen, um die Aussagefähigkeit der Bilanzierung zu erhöhen.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt Prof. Dr. Günter Leithold von der Professur für Organischen Landbau an der Justus-Liebig-Universität Gießen sowie dem Team von Lehr- und Versuchsbetrieb Gladbacherhof für die Bereitstellung der notwendigen Daten.

Literatur

SOMMER, H. (2010): Untersuchungen zur Steigerung der Produktionsintensität im ökologischen Landbau am Beispiel des Lehr- und Versuchsbetriebes Gladbacherhof. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen.

WEISSBACH, F. (1993): Methode zur näherungsweise Schätzung der N-Effizienz von tierischen Exkrementen auf der Weide. Referate der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Husum, S. 72-85.

WEISSBACH, F. (1995): Über die Schätzung des Beitrages der symbiontischen N₂-Fixierung von Weißklee zur Stickstoffbilanz von Grünlandflächen. Landbauforschung Völkenrode 45, S. 67–74.

