

Produktivität und Futterqualität von bewirtschaftetem naturnahen Grünland unterschiedlicher Phytodiversität

Tatiana From, Johannes Isselstein

GEORG-AUGUST UNIVERSITÄT GÖTTINGEN, DEPARTMENT FÜR
NUTZPFLANZENWISSENSCHAFTEN, ABTEILUNG GRASLANDWISSENSCHAFT,
E-mail: tfrom@gwdg.de

1. Einleitung und Problemstellung

Landnutzungsänderungen im zwanzigsten Jahrhundert haben sich auf die Biodiversität in der Agrarlandschaft ausgewirkt. Die Intensivierung der Landwirtschaft in Europa seit 1960er Jahren hat häufig zum Umbruch von Grünland für Ackerbau geführt. Viele Dauergrünlandflächen wurden gedüngt und intensiver genutzt. So sind einige Pflanzengesellschaften stark zurückgegangen.

Seit einiger Zeit beschäftigt sich die Forschung mit der Untersuchung der Biodiversität und ihrer Bedeutung für Produktivität und Ökosystemprozesse im Grünland.

In einer Reihe von Biodiversitätsexperimenten wurde ein positiver Zusammenhang zwischen Artenvielfalt und Produktivität nachgewiesen (Hooper *et al.* 2005). Viele dieser Experimente wurden auf speziell für die Versuche angesäten Flächen durchgeführt. Das Grassland Management Experiment der Universität Göttingen (Grass-Man) befasst sich dagegen mit den verschiedenen Aspekten der Produktivität und Futterqualität von langjährig bewirtschaftetem naturnahen Dauergrünland unterschiedlicher Phytodiversität.

2. Material und Methoden

Die experimentelle Fläche befindet sich in der Nähe von Neuhaus im Solling (51°44' N, 9°32' E) auf 490 m üNN. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 6,9°C, der jährliche Niederschlag 1031 mm (1961-1990, Deutscher Wetterdienst (DWD)).

Das experimentelle Design umfasst drei Hauptfaktoren: Grasnarbentyp (Kontrolle (Co); Dikotyl reduziert (-Dic) und Monokotyl reduziert (-Mon) jeweils durch Herbizidapplikation erzeugt), Schnittregime (1 Schnitt (1x) im Jahr (Mitte Juli) und 3 Schnitte (3x) im Jahr (Mitte Mai, Mitte Juli und Ende September)), sowie Düngungsintensität (keine Nährstoffe und 180-30-100 kg/ha und Jahr von N, P und K (NPK)). Die 12 Behandlungen, die sich aus der Kombination dieser Faktoren ergeben, wurden auf Parzellen von 15x15 m Größe etabliert. Sie sind in 6 randomisierten Blöcken repliziert und in Form eines Lateinischen Rechtecks angeordnet (in 6 Reihen und 12 Spalten). Die Herbizidbehandlung wurde im Juni 2008 durchgeführt. Seitdem fand zwei Mal jährlich - im Mai und August - ein Monitoring der Vegetationszusammensetzung statt. Es wurden dabei die Ertragsanteile der einzelnen Arten (nach Klapp/Stählin 1936) ermittelt, sowie die Ertragsanteile der drei funktionellen Gruppen Gräser, Kräuter und Leguminosen. Alle zwei Wochen wurde die Narbenhöhe mit einem „rising-plate-meter“ gemessen.

Die Produktivität der Fläche (erntbare Biomasse) wurde an den drei Ernteterminen ermittelt. Dazu wurden 10 % des Aufwuchses der Parzelle gemäht (Schnitthöhe 7 cm, Haldrup® Grünfütterernter) und sofort gewogen und auf den Ertrag der Gesamtparzelle hochgerechnet. Aus dem Erntegut wurden Mischproben für die Bestimmung

des Wassergehaltes und der Futterqualitätsparameter genommen. Die Futterqualität dieser Proben wurde durch NIRS-Analyse (Nahrotinfrarotspektroskopie) gemessen, die Mineralgehalte mittels Veraschen von Teilproben bestimmt. Die P- und K- Gehalte der Pflanzenproben wurden nasschemisch ermittelt.

Die statistische Analyse der Daten erfolgte mit dem Programm R (Version 2.12.2, R-project.org). Als Datengrundlage wurden die Jahre 2010 und 2011 genutzt. Die Daten wurden graphisch auf Normalverteilung und Homogenität der Residuen untersucht. Die Varianzanalyse erfolgte mittels ANOVA der linearen Modelle mit Block und Reihe als räumliche Faktoren und Grasnarbentyp (bzw. Anteile funktioneller Gruppen), Düngung und Schnitthäufigkeit als Hauptfaktoren. Weitere Daten aus dem Jahr 2009 sind in From *et al.* (2011) zu finden.

3. Ergebnisse und Diskussion

In den vorliegenden Daten aus den Jahren 2009 bis 2011 haben weder Artenzahl (Abb. 1) noch unterschiedliche Diversitätsindices (Shannon Diversity, Simpson Diversity, Evenness - Daten nicht gezeigt) den Ertrag der Flächen erklärt.

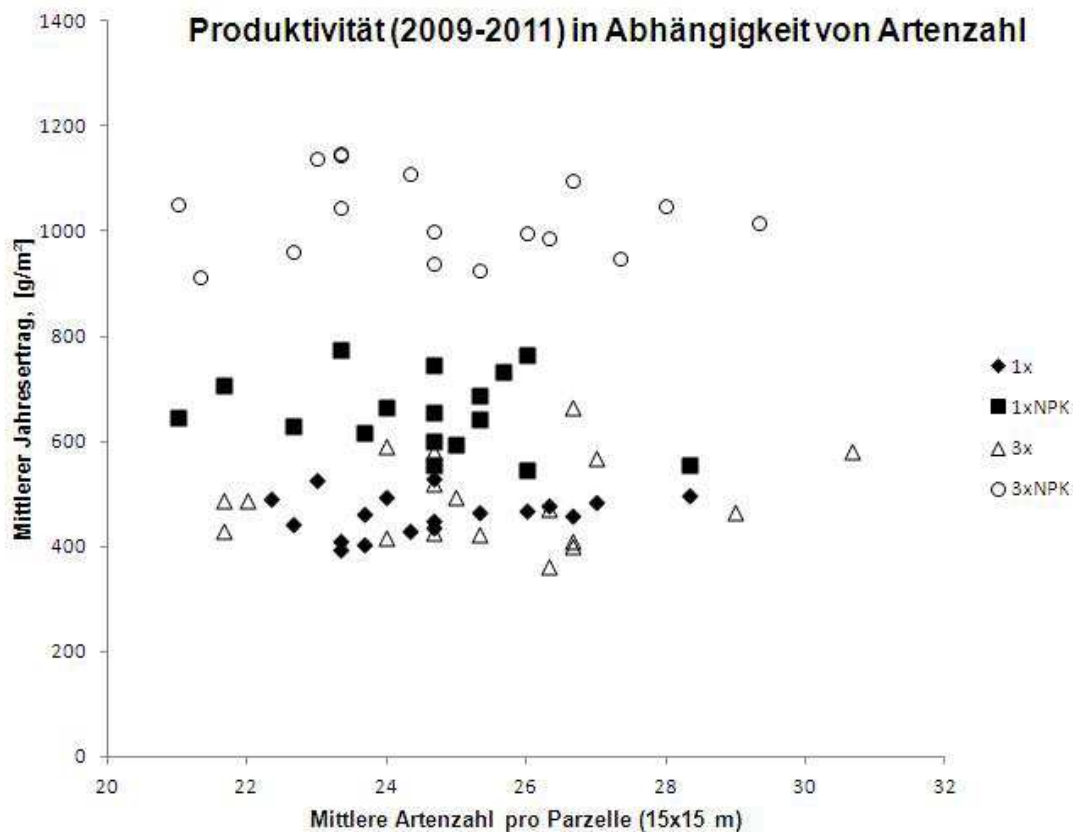


Abb.1: Produktivität der Grünlandparzellen in Abhängigkeit von der Artenzahl. 1x: ein Schnitt pro Jahr, keine Düngung; 1xNPK: ein Schnitt, mit Düngung; 3x: drei Schnitte, keine Düngung; 3xNPK: drei Schnitte, mit Düngung.

In den Jahren 2009-2010 bestand darüber hinaus auch kein Zusammenhang zwischen der funktionellen Diversität und der Produktivität. Dies steht im Gegensatz zu anderen Biodiversitätsexperimenten, in denen ein positiver Zusammenhang zwischen Artenzahl und Produktivität nachgewiesen wurde (Hector *et al.* 1999). Die na-

türliche Variabilität der Grasnarbe im GrassMan-Experiment und die relativ hohe Artenzahl (12-15 Arten pro m²) im Vergleich zu anderen Experimenten (meist unter 10 Arten auf m² (Hector *et al.* 1999)) sorgen vermutlich dafür, dass die verfügbaren Ressourcen effektiv genutzt werden. Als maßgebliche Faktoren der Produktivität wurden Schnitthäufigkeit und Düngung identifiziert (Tab. 1).

Tab. 1: Einfluss der experimentellen Faktoren auf die Jahreserträge 2009, 2010 und 2011 in den einzelnen Behandlungsvarianten. ANOVA mit Block und Reihe als räumlichen Faktoren. Antwortvariable Ertrag nicht transformiert (2010, 2011) bzw. Wurzel-transformiert (2009). Sternchen stehen für Signifikanz der Faktoren zur Erklärung des Ertrags (* P < 0,05, ** P < 0,01, *** P < 0,001).

Faktoren	erklärte Varianz,% 2009	erklärte Varianz,% 2010	erklärte Varianz,% 2011
Block	1,67	3,96**	1,36
Reihe	2,73	5,0**	1,9
Grasnarbentyp	0,19	2,34**	0,16
Düngung	58,47***	34,92***	81,26***
Schnitthäufigkeit	10,35***	24,71***	1,34*
Dün- gung:Schnitthäufigkeit	8,62***	16,96***	4,09***
Residuen	17,96	12,11	11,24

Der Faktor Grasnarbentyp (funktionelle Diversität) erklärte nur im zweiten Jahr einen Teil der Varianz der Biomasse. Möglicherweise ist der Grund dafür die Trockenheitsperiode im Juni, durch die sich die Düngung weniger stark als üblich auf die Biomassebildung ausgewirkt haben könnte. Die Kontroll-Parzellen (Co) im Jahr 2010 haben daher teilweise höhere Erträge erbracht, als die -Dic Behandlungsvariante, die von Gräsern dominiert war. Im Jahr 2011 hat der Faktor Düngung mehr als 80% der Biomassebildung erklärt. Ein Grund dafür könnte darin liegen, dass die Herbizid Effekte auf die funktionelle Diversität zu diesem Zeitpunkt kaum mehr nachweisbar waren: die mittleren Gras-, Kraut- und Leguminosenanteile (G-K-L) lagen bei 71%G-26%K-1,4%L in den Co Parzellen, 74%G-25%K-0,5%L in den -Dic Parzellen und 68%G-29%K-2%L in den -Mon Parzellen. Im Jahr 2011 zeigte sich jedoch, dass mit steigenden Grasanteilen die Produktivität der Grasnarbe stieg ($R^2 = 0,61$), mit steigenden Krautanteilen dagegen sank ($R^2 = 0,57$).

Die Jahreserträge im Jahr 2009 reichten von 60 dt/ha in den einmal geschnittenen nicht gedüngten Parzellen bis 120 dt/ha in den dreimal geschnittenen gedüngten Parzellen. Die Höchstwerte waren 2009 höher als in den beiden darauf folgenden Jahren, was teilweise wetterbedingt (geringer Niederschlag im Mai und September) sein könnte. Die Jahreserträge 2010 und 2011 sind auf der Abb. 2 zu sehen.

Zwischen den Grasnarbentypen der 1-Schnitt Variante in beiden Jahren 2010 und 2011 gab es innerhalb einer jeden Düngungsstufe keine signifikanten Ertragsunterschiede. Das gleiche galt für die 3-Schnitt Varianten.

Auf den dreimal geschnittenen nicht gedüngten Parzellen unterschieden sich die Erträge signifikant zwischen den Jahren: im Jahr 2011 waren die Erträge niedriger als 2010 (19,6 dt/ha niedriger). Die Erträge auf den dreimal geschnittenen gedüngten Parzellen waren ebenfalls geringer im Vergleich zum Jahr 2010 (17,6 dt/ha Unter-

schied), was teilweise durch niedrige Wachstumsraten im Mai und September 2011 (Daten nicht gezeigt) bedingt war.

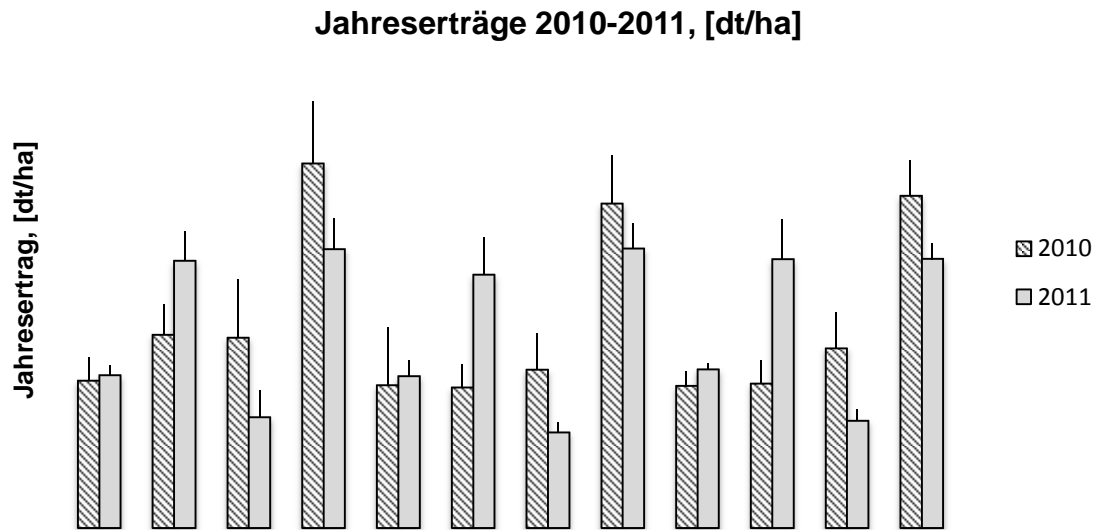


Abb. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen der Jahreserträge der einzelnen Behandlungsvarianten 2010 und 2011 (Abkürzungen siehe Material und Methoden).

Die Analyse der Futterqualitätsparameter zeigte eine relativ hohe Futterqualität des ersten Aufwuchses in den dreimal geschnittenen Parzellen: die Netto-Energie-Laktation betrug ca. 6 MJ/kg Trockenmasse in allen Jahren des Experiments. Im Jahr 2011 gab es jedoch je nach Schnittzeitpunkt Unterschiede in der Qualität der ersten Aufwüchse: die früheren Aufwüchse, die im Mai geschnitten wurden, hatten höhere Roheiweiß (XP)-Gehalte ($P < 0,001$) und niedrigere Gehalte an Säurelöslicher Faser (ADF) ($P < 0,001$) (Abb. 3). Sie unterschieden sich außerdem in den Rohzucker (XZ)- und Rohfett (XF)-Gehalten ($P < 0,001$ bei beiden) von den Parzellen, die später im Jahr (Mitte Juli) geschnitten wurden. Der Grasnarbentyp hatte im Jahr 2011 signifikanten Einfluss auf die K- ($P < 0,05$) und Rohfett (XF)- ($P < 0,01$) Gehalte, sowie in Interaktion mit der Düngung auf metabolisierbare Energie (ME) ($P < 0,05$).

Die Unterschiede in XP- und ADF- Gehalten zwischen den Aufwüchsen wurden vor allem durch das Alter der Grasnarbe verursacht und weniger durch die Zusammensetzung der Vegetation, was in den relativ kleinen Unterschieden in den Anteilen der funktionellen Gruppen in der Grasnarbe begründet liegt.

4. Schlussfolgerungen

Die Jahreserträge wurden kaum durch die botanische Zusammensetzung der Grasnarbe beeinflusst. Düngung und Schnitthäufigkeit haben größtenteils die Produktivität erklärt. Im Jahr 2011 haben höhere Grasanteile und niedrigere Krautanteile für eine höhere Biomasseproduktion gesorgt. Die Futterqualität zwischen den ersten Aufwüchsen unterschied sich hauptsächlich aufgrund des Alters der Grasnarbe.

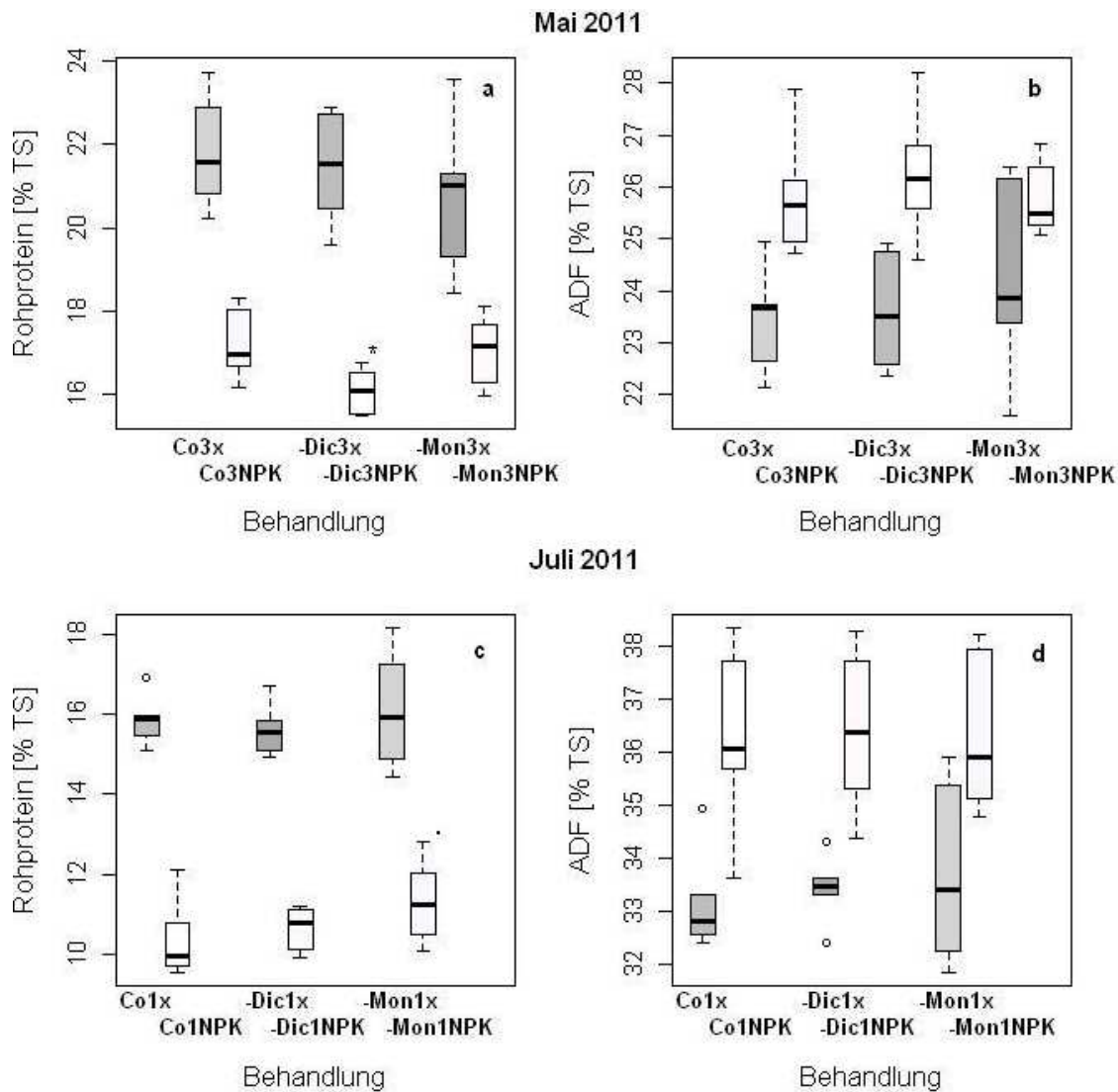


Abb. 3. Futterqualitätsparameter der ersten Aufwüchse Mai (a, b) und Juli (c, d) 2011 in Abhängigkeit von der Behandlungsvariante, n=6. Sternchen/Punkte geben signifikante Unterschiede zur Kontrollgrasnarbe (Co) der jeweiligen Düngungsstufe an: $P < 0.1$, $*P < 0.05$. Lineare Kontraste, Werte der Zielvariablen nicht transformiert.

Literatur

- FROM, T., PETERSEN, U., ISSELSTEIN, J. (2011): Produktivität und Futterqualität von naturnahem Grünland unterschiedlicher funktioneller Diversität unter verschiedener Bewirtschaftungsintensität. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Band 12, 163-168.
- HECTOR, A., SCHMID B., BEIERKÜHNLEIN, C., CALDEIRA, M.C., DIEMER, ET AL. (1999): Plant diversity and productivity experiments in European Grasslands. *Science* 286, 1123-1127.
- HOOPER, D., CHAPIN, F., HECTOR, A., EWEL, J., INCHAUSTI, P., ET AL. (2005): Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1), 3-35.
- KLAPP, E., STÄHLIN, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Stuttgart, Ulmer.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2010): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.