

Produktivität und Futterqualität von naturnahem Grünland unterschiedlicher funktioneller Diversität unter verschiedener Bewirtschaftungsintensität

Tatiana From, Ute Petersen*, Johannes Isselstein

Georg-August Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,
Institut für Graslandwissenschaften, *E-mail: upeters@gwdg.de

Einleitung und Problemstellung

Über den Zusammenhang zwischen Diversität und Ökosystemfunktion wird am Beispiel des Graslandes seit etwa 15 Jahren intensiv geforscht (Hooper et al. 2005). In einer Reihe von größeren Experimenten (Jena-Experiment, BIODDEPTH) wurde ein positiver Zusammenhang festgestellt; insbesondere die Produktivität der Grasnarben erwies sich als abhängig von der Pflanzenartenvielfalt. Bei diesen Experimenten handelte es sich aber um künstlich etabliertes und kontinuierlich gejätetes Grünland. Es wurde von mehreren Autoren darauf hingewiesen (u.a. Flombaum & Sala 2008), dass Experimente auf Dauergrünlandflächen benötigt werden, da diese anders als angesäte und nicht landwirtschaftlich bewirtschaftete Flächen reagieren können. Beim Grassland Management Experiment (GrassMan) wurde die Artenvielfalt eines Dauergrünlands mittels Herbizide gegen a) dikotyle und b) monokotyle Pflanzen variiert. Zusätzlich werden die entstandenen Grasnarben nach landwirtschaftlichen Gesichtspunkten mit unterschiedlichen Intensitätsstufen bewirtschaftet. Wichtige Ökosystemfunktionen des Grünlands (u.a. Ertrag/Qualität, Wasserkreislauf, Stickstoffkreislauf) wurden mit der Biodiversität (Artenvielfalt, funktionelle Diversität) in Beziehung gesetzt. Hier werden nun die landwirtschaftlichen Aspekte der Futterproduktion und der –qualität näher beleuchtet.

Material und Methoden

Die Untersuchungsfläche, ein mäßig artenreiches Lolio-Cynosuretum, befindet sich in der Nähe von Neuhaus im Solling (51°44' N, 9°32' E) auf 490 m üNN. Die Jahrestemperatur beträgt 6.9 °C, der jährliche Niederschlag ist 1031 mm (1961-1990, Deutscher Wetterdienst (DWD)). Die zwölf verschiedenen Behandlungsvarianten ergeben sich aus den Kombinationen der drei Hauptfaktoren Grasnarbentyp, Schnitthäufigkeit und Düngungsintensität (Tab. 1). Sie sind sechs Mal repliziert, so dass es 72 15x15 m große Parzellen auf

der Untersuchungsfläche gibt, die in einem Lateinischen Quadrat (6 Reihen à 12 Parzellen und 6 Blöcke) angeordnet sind.

Tab. 1: Faktoren und deren Abkürzungen im GrassMan Experiment. Namen einzelner Behandlungsvarianten ergeben sich aus einer Kombination der Stufenkürzel in der Reihenfolge Grasnarbe-Schnitthäufigkeit-Düngung, z.B. Dic-1NPK.

Faktor	Stufe
Grasnarbentyp	Kontrolle (Co) Dikotyl reduziert (Dic-) Monokotyl reduziert (Mon-)
Schnitthäufigkeit	1 Schnitt/Jahr (1) – Mitte Juli 3 Schnitte/Jahr (3) – Mitte Mai, Mitte Juli, Ende September
Düngungsintensität	keine Nährstoffe (x) 180-30-100 kg/ha/Jahr von N-P-K (NPK)

Der Ertrag der Fläche wurde nach Entnahme und Trocknung (48h, 60°C) von 20% der frisch abgemähten Biomasse (Schnitthöhe 7 cm, Haldrup® Grünfütterernter) ermittelt. Die Futterqualität des Bestandes wurde mittels Nahrotinfrarotspektroskopie (NIRS) der getrockneten und vermahlenden Mischproben für jede Parzelle bestimmt. Mischproben zur Bestimmung der Anteile der funktionellen Gruppen (Gras, Kraut, Leguminosen, kurz: G,K,L) wurden zusätzlich zur Schätzung der Ertragsanteile aller Arten nach Klapp/Stählin (im Mai und August jedes Jahres) zu jedem Schnitttermin genommen. Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA) und linearer Kontraste in linearen Modellen mit Block und Reihe als räumlichen Faktoren und Grasnarbentyp (bzw. Anteile funktioneller Gruppen), Düngung und Schnitthäufigkeit als Hauptfaktoren mit dem Programm R (Version 2.12.2, R-project.org). wiesen die Daten keine Normalverteilung oder Varianzhomogenität auf, so wurde transformiert oder eine Varianz Anpassung nach Zuor (2009) durchgeführt, wie bei den Ergebnissen angegeben.

Ergebnisse und Diskussion

Die Erträge unterschieden sich auf Grund der verschiedenen Witterungsverhältnisse (2010: kältester Mai seit 10 Jahren und extreme Sommerhitze, DWD) deutlich zwischen den Jahren 2009 und 2010, zudem wirkten sich die einzelnen Bewirtschaftungsfaktoren unterschiedlich aus (Interaktion Jahr:Düngung $P=0,007$ und Jahr:Schnitt, $P=0,00058$) (Abb. 1).

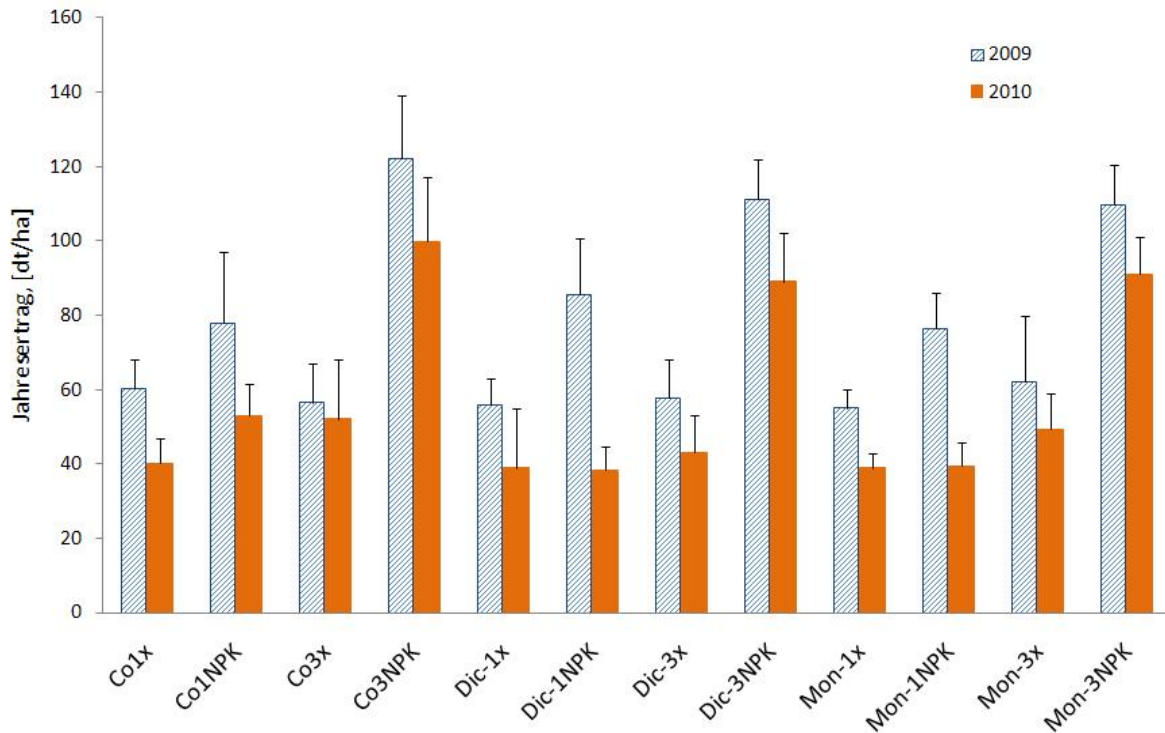


Abb. 1: Mittelwerte und Standardabweichungen der Jahreserträge der einzelnen Behandlungsvarianten 2009 und 2010

Zwischen den Erträgen der einzelnen Grasnarbentypen gab es im Jahr 2009 keine signifikanten Unterschiede, obwohl sie sich durch verschiedene Artenzahlen (im Mittel 13-19 Arten/m²) und unterschiedliche funktionelle Diversität auszeichneten (von G: 93%, F: 7% L: 0% in den Dic- Parzellen zu G: 40%, F: 53%, L: 9% in den Mon- Parzellen im Mai 2009). Im Jahr 2010 hatten allerdings die Dic- Grasnarben und die Mon- Grasnarben im Mittel über alle Behandlungen einen signifikant (Dic-: $P=0,0025$ und Mon-: $P=0,0222$) niedrigeren Ertrag (etwa 6-9 dt/ha) als die Kontrollgrasnarben. In beiden Jahren waren Düngung und Schnitthäufigkeit für die größte Varianz der Erträge verantwortlich (Tab. 2). Die räumliche Varianz der Untersuchungsfläche hatte einen größeren Einfluss als die verschiedenen Grasnarbentypen, vor allem im Jahr 2010. Die schlechte Verwertung des aufgebracht Düngers (keine nennenswerten Niederschläge nach Ausbringung), lies in diesem Jahr die räumlichen Bodengradienten stärker hervortreten.

Tab. 2: Einfluss der experimentellen Faktoren auf die Variabilität der Jahreserträge 2009 und 2010 in den einzelnen Behandlungsvarianten. ANOVA mit Block und Reihe als räumlichen Faktoren. Antwortvariable Ertrag nicht transformiert (2010) bzw. Wurzel transformiert (2009). Sternchen stehen für signifikante Einflüsse der Faktoren auf den Ertrag (** P< 0,01, *** P< 0,001)

Faktoren	% Varianz erklärt 2009	% Varianz erklärt 2010
Block	1,67	3,96 **
Reihe	2,73	5,0 **
Grasnarbe	0,19	2,34 **
Düngung	58,5 ***	34,92 ***
Nutzung	10,4 ***	24,71 ***
Düngung:Nutzung	68,62 ***	16,96 ***
Residuen	8,62	12,11

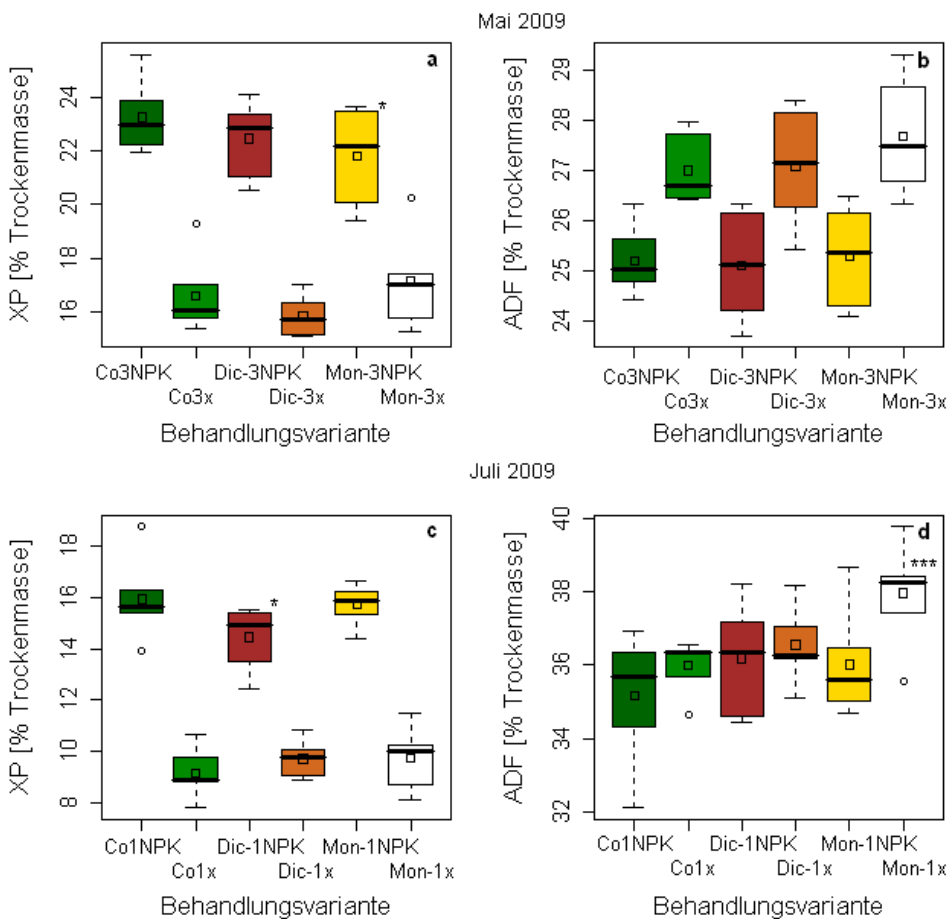


Abb. 2: Futterqualitätsparameter 2009 Mai (a, b) und Juli (c, d) der ersten Aufwüchse in Abhängigkeit von Düngung und Grasnarbentyp, n=6. Sternchen geben signifikante Unterschiede zur Kontrollgrasnarbe Co der jeweiligen Düngungsstufe an. *P<0.05, ***P<0.001. Lineare Kontraste, Antwortvariable untransformiert, bei ADF Juli Varianzanalyse pro Düngungsstufe durchgeführt.

Die Futterqualität wurde in den ersten Aufwüchsen beider Jahre neben Düngung und Schnittzeitpunkt (mehr Rohprotein (XP) durch Düngung und höhere Rohfasergehalte bei späterem Schnitt, Daten nicht gezeigt) auch signifikant von der Grasnarbe beeinflusst (Abb. 2 + 3). Die Gehalte von Säure löslichen Fasern (ADF) unterschieden sich jedoch nur im älteren (Juli) Aufwuchs von denen der Kontrollgrasnarbe. Im Jahr 2009 nahm das Rohprotein, zumindest in den ungedüngten Parzellen, mit zunehmendem Grasanteil leicht ab ($P=0,0182$), während Kräuterreichtum dort den Rohproteingehalt förderte ($P=0,0224$). Im Juli-Aufwuchs war dieser Zusammenhang jedoch nicht mehr nachweisbar (Daten nicht gezeigt). Ebenso bestand kein Zusammenhang zwischen ADF-Gehalten und Kraut- oder Grasanteilen in der Grasnarbe, da dieser vor allem von den Witterungsverhältnissen und dem Reifezustand der Vegetation bestimmt wird (Van Soest et al. 1978).

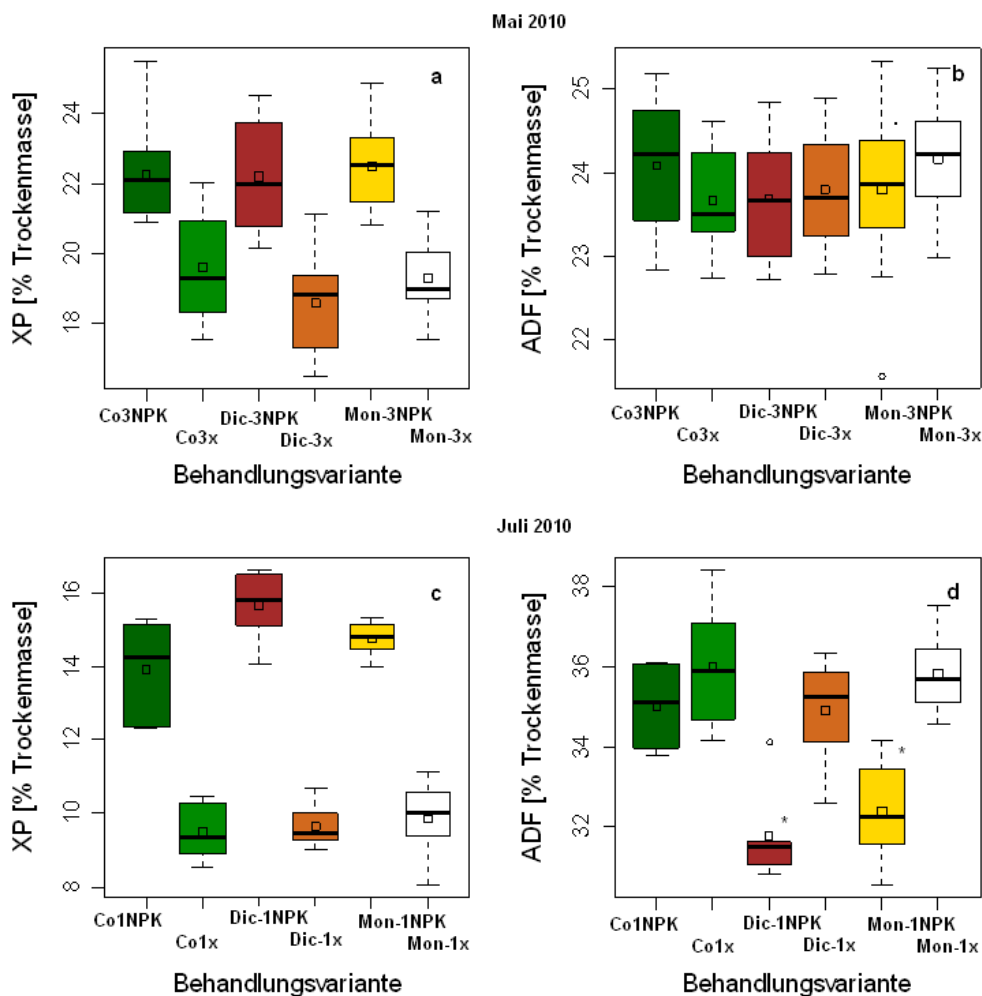


Abb. 3: Futterqualitätsparameter 2010 Mai (a, b) und Juli (c, d) der ersten Aufwüchse in Abhängigkeit von der Behandlungsvariante, $n=6$. Sternchen/Punkte geben signifikante Unterschiede zur Kontrollgrasnarbe (Co) der jeweiligen Düngungsstufe an. * $P < 0.1$, * $P < 0.05$. Lineare Kontraste, Antwortvariable untransformiert.

Schlussfolgerungen

Die Jahreserträge wurden kaum durch die botanische Zusammensetzung der Grasnarbe beeinflusst. Für die Futterqualität spielte vor allem der Krautanteil eine wichtige Rolle. Allerdings sollten besondere Witterungseinflüsse wie im Frühjahr/Sommer 2010 nicht unberücksichtigt bleiben, sondern in die Auswertung mit einbezogen werden.

Literatur

- HOOPER, D., CHAPIN, F., HECTOR, A., EWEL, J., INCHAUSTI, P., LAVOREL, S., LAWTON, J., LODGE, D., LOREAU, M., NAEEM, S., SCHMID, B., SETALA, H., SYMSTAD A., VANDERMEER J., WARDLE, A. (2005): Effects of biodiversity on ecosystem functioning: a consensus of current knowledge. *Ecological Monographs*, 75(1), 3–35.
- FLOMBAUM, P., SALA, O. (2008): Higher effect of plant species diversity on productivity in natural than artificial ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*. PNAS 105 (16), 6087-6090.
- 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>.
- VAN SOEST, P. J., MERTENS D. R, DEINUM, B. (1978): Preharvest Factors Influencing Quality of Conserved Forage. *J ANIM SCI* 47, 712-720.
- ZUUR, A.F., IENO, E.N., WALKER, N., SAVELIEV, A.A., & SMITH, G.M. (2009): Mixed effects models and extensions in ecology in R. New York: Springer.