

Welche Rolle spielt die botanische Zusammensetzung der Grasnarbe für die Futterqualität von extensiv genutztem Grünland?

U. Petersen^{1,2)}, T. From¹⁾, N. Wrage-Mönnig^{1,3)}, J. Isselstein¹⁾

¹⁾Georg-August Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,
Institut für Graslandwissenschaften,

²⁾Thünen Institut für Biodiversität, Braunschweig

³⁾Hochschule Rhein-Waal, Fakultät Life Sciences, Kleve

ute.petersen@ti.bund.de

1 Einleitung und Problemstellung

Der Zusammenhang zwischen Biodiversität und für die Landwirtschaft bedeutenden Ökosystemfunktionen (u.a. Qualität, Produktivität, Stabilität) wurde in den letzten Jahrzehnten vermehrt diskutiert. Studien aus vorwiegend künstlich angelegten (Grünland)-Ökosystemen berichteten von einem positiven Einfluss der Biodiversität. Diese Systeme lassen sich am ehesten mit den kurzlebigen Pflanzenbeständen der Feldgraswirtschaft vergleichen, die in Bezug auf Futterqualität bereits züchterisch optimiert wurden.

Um die Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf landwirtschaftlich genutztes Dauergrünland zu überprüfen, wurde im Jahr 2008 bei Neuhaus im Solling auf historisch altem Dauergrünland ein sogenanntes „Removal“-Experiment angelegt (GrassMan Experiment), bei dem die Grasnarbenkomposition und funktionelle Diversität mittels Herbiziden manipuliert wurde. Die Bewirtschaftungsintensität wurde über Schnittregime (1 Schnitt bzw. 3 Schnitte) und Düngung (ungedüngt bzw. 180-30-100 kg/ha N-P-K) variiert. Untersucht wurden ab Sommer 2008 Futterqualität und botanische Komposition der Bestände.

Hier präsentieren wir eine Gegenüberstellung der Futterqualität in den Jahren 2009 und 2012. Wir wollen überprüfen, ob der im Jahr 2009 gefundene Einfluss der Vegetation auf die Futterqualität [6] (Rohprotein XP, Rohzucker, XZ, neutral lösliche Fasern NDF und Säure lösliche Fasern ADF, Phosphor und Kalium-Gehalte) auch nach drei Jahren unter fortwährender Bewirtschaftung ohne Jäten der Vegetation noch nachweisbar ist.

2 Material und Methoden

Die Untersuchungsfläche, ein mäßig artenreiches *Lolio-Cynosuretum*, befindet sich in der Nähe von Neuhaus im Solling (51°44'53,0'' N, 9°32'42,6'' E) auf 490 m ü. NN. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 6.9 °C, der mittlere jährliche Niederschlag liegt bei 1031 mm (1961-1990, Deutscher Wetterdienst).

Die zwölf verschiedenen Behandlungsvarianten ergeben sich aus den Kombinationen der drei Hauptfaktoren Grasnarbentyp, Schnitthäufigkeit und Düngungsintensität (Tab. 1). Sie wurden sechs Mal repliziert, so dass es 72 15x15 m große Parzellen auf der Untersuchungsfläche gibt, die in einem Lateinischen Rechteck (6 Reihen à 12 Parzellen und 6 Blöcke) angeordnet sind.

Tab. 1: Faktoren und deren Abkürzungen im GrassMan Experiment. Die Namen einzelner Behandlungsvarianten ergeben sich aus einer Kombination der Stufenkürzel in der Reihenfolge Grasnarbe-Schnitthäufigkeit-Düngung, z.B. –Dic1NPK.

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)

Die Vegetationszusammensetzung wurde zwei Mal jährlich (Anfang Mai und Anfang August) in je zwei 9 m² großen Aufnahmeflächen pro Parzelle mittels Ertragsanteilsschätzung nach [2] erfasst. Bei jeder Ernte wurden pro Parzelle zwei Mischproben für die Qualitätsbestimmung und Erfassung des Anteils toter Biomasse im Erntegut entnommen. Die Futterqualität des Bestandes wurde mittels Nahrotinfrarotspektroskopie (NIRS) der getrockneten und vermahlenden Mischproben für jede Parzelle bestimmt. Der Mineralstoffgehalt wurde photometrisch (Phosphor) bzw. spektrometrisch (Kalium) bestimmt.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mittels Varianzanalyse (ANOVA) und linearer Kontraste in linearen Modellen mit Block und Reihe als räumlichen Faktoren und Grasnarbentyp, Düngung und Schnitthäufigkeit als Hauptfaktoren mit dem Programm R (Version 2.12.2, R-project.org). Für eine multivariate Analyse der durch NIRS bestimmten Parameter verwendeten wir das Programm Canoco for Windows (Version 4.55). Analog zur ANOVA wurde beim sogenannten variance partitioning [1] berechnet, welcher Anteil der Variation in der Futterqualität sich a) durch die Bewirtschaftung (Schnitt und Düngung), b) die Vegetation (wahlweise Ertragsanteile aller mit mindestens 5 % Ertraganteil in 1/3 der Parzellen vorkommenden Arten oder Anteile funktioneller Gruppen, Artenzahl und Shannon-Index) und c) den Umwelteinflüssen erklären lässt (hier durch die Lage im Lateinischen Rechteck, Streu- und Moosbedeckung sowie Anteil abgestorbener Biomasse pro Probe repräsentiert). Zusätzlich wurden einzelne Variablen in einer direkten Ordination (Redundanzanalyse, RDA) mit Hilfe des Monte Carlo Permutationstests auf Signifikanz überprüft.

3 Ergebnisse und Diskussion

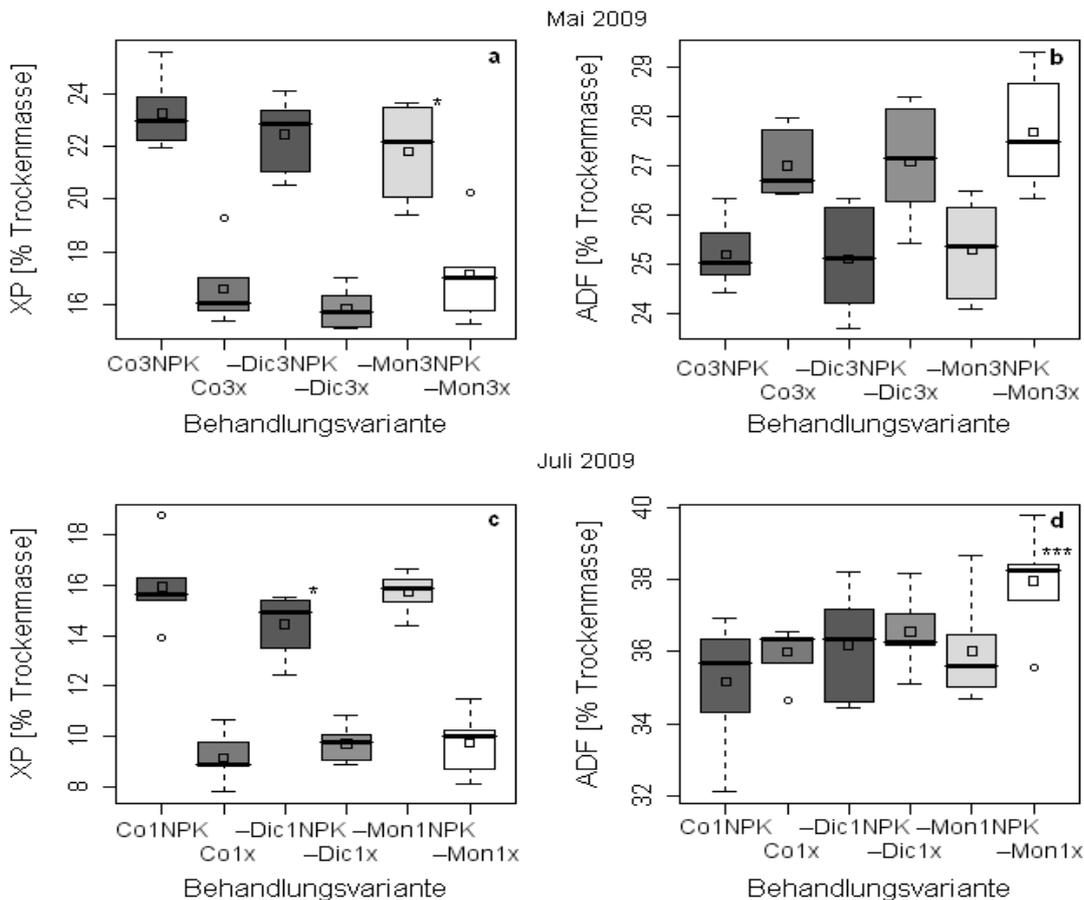


Abb. 1: Futterqualitätsparameter 2009 Mai (a, b: Dreischnittvariante) und Juli (c, d: Einschnittvariante) der ersten Aufwüchse in Abhängigkeit von Düngung und Grasnarbentyp, $n=6$. Sternchen geben signifikante Unterschiede zur Kontrollgrasnarbe Co der jeweiligen Düngungsstufe an. $*P<0,05$, $***P<0,001$. Lineare Kontraste, Antwortvariable untransformiert, bei ADF Juli Varianzanalyse pro Düngungsstufe durchgeführt.

Im Jahr 2009 zeigte sich vor allem beim späten Schnitt im Juli ein gewisser Einfluss der Vegetationszusammensetzung. Die krautreichen -Mon-Grasnarben hatten in der ungedüngten Variante einen deutlich erhöhten ADF-Gehalt (Abb. 1d), in den grasreicheren -Dic-Narben war weniger Rohprotein vorhanden (Abb. 1c). Die grasreicheren Narben hatten zudem immer einen höheren NDF-Gehalt als die krautreichen (Daten nicht gezeigt). Verglichen mit der Wirkung des Düngers und der phänologischen Entwicklung (hier abgebildet durch die verschiedenen Erntezeitpunkte) waren diese Unterschiede jedoch gering.

Die Zusammensetzung der Grasnarbe deckte im Mai 2009 beim Gras:Kraut:Leguminosen-Verhältnis noch eine Spanne von 93:7:0 (-Dic1x) bis 39:52:9 (-Mon3x) ab. Im Mai 2012 hatten sich diese Extreme auf 78:22:0,1 (-Dic1NPK) bis 61:37:2 (-Mon3x) angenähert, wobei maßgebliche Unterschiede nicht mehr zwischen den einzelnen Grasnarbentypen, sondern zwischen den Bewirtschaftungsformen zu finden waren. So waren bei frühem und spätem Schnitt im Jahr 2012 gar keine Grasnarbeneffekte auf die vier untersuchten Qualitätsparameter nachzuweisen (teilweise dargestellt in Abb. 2).

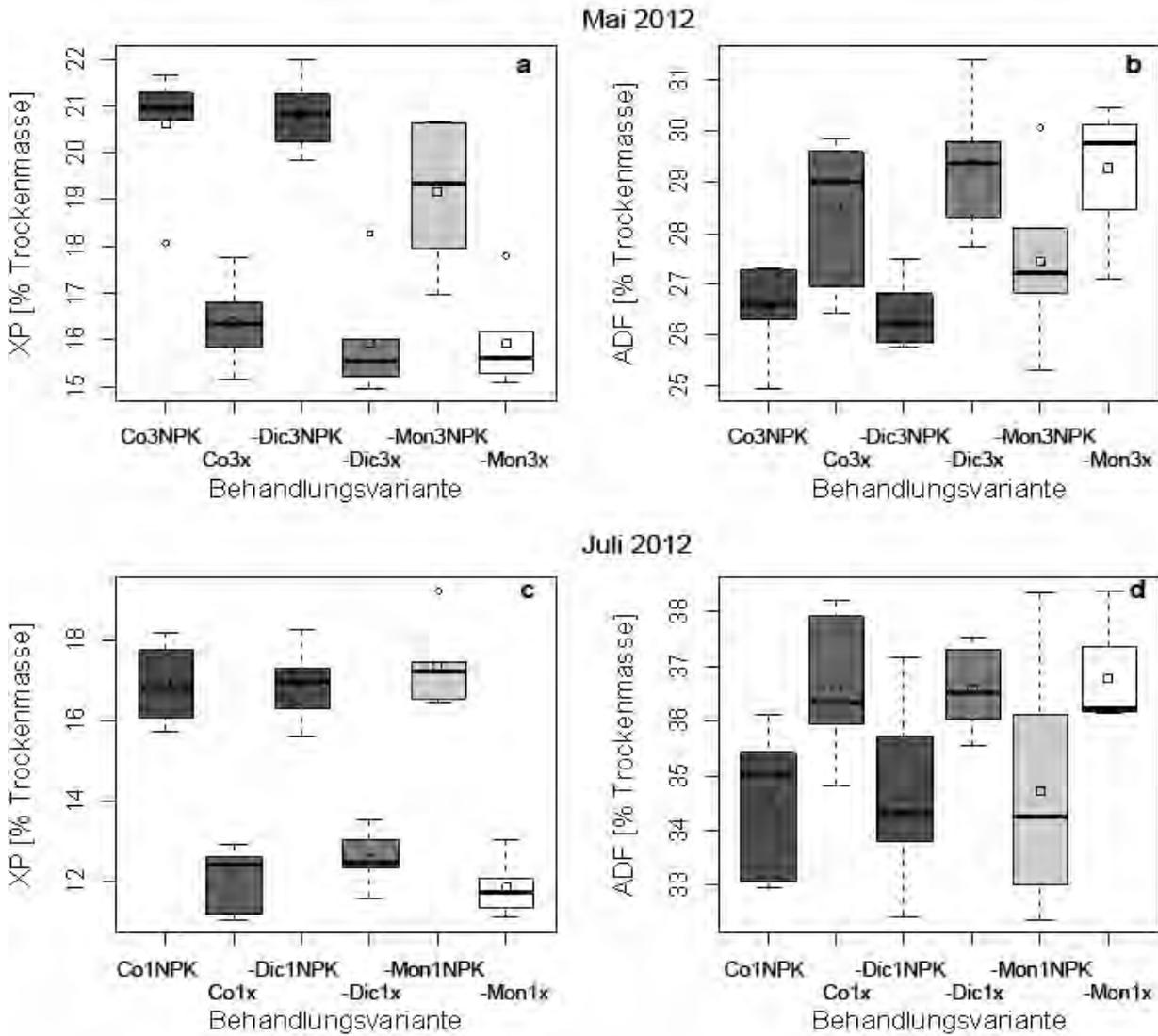


Abb. 2: Futterqualitätsparameter 2012 Mai (a, b: Dreischnittvariante) und Juli (c, d: Einschnittvariante) der ersten Aufwüchse in Abhängigkeit von Düngung und Grasnarbentyp, n=6. Es wurde kein signifikanter Effekt der Grasnarbe gefunden.

Betrachtet man die Wirkung der Vegetation auf alle Qualitätsparameter (Abb. 3 + 4), so ergibt sich ein ähnliches Bild. Der Hauptteil der Variation (65,8%) wurde 2009 (Abb. 3) bereits durch die erste Achse der RDA erklärt, in der sich die verschiedenen Fasergehalte durch unterschiedliche Schnittnutzungen widerspiegeln. Die Düngung sorgte für hohe XP-Gehalte, während die ungedüngten Parzellen höhere XZ Gehalte aufwiesen. Gerade einmal 8,6% der gesamten Variation konnte allein durch die Vegetationskomposition erklärt werden.

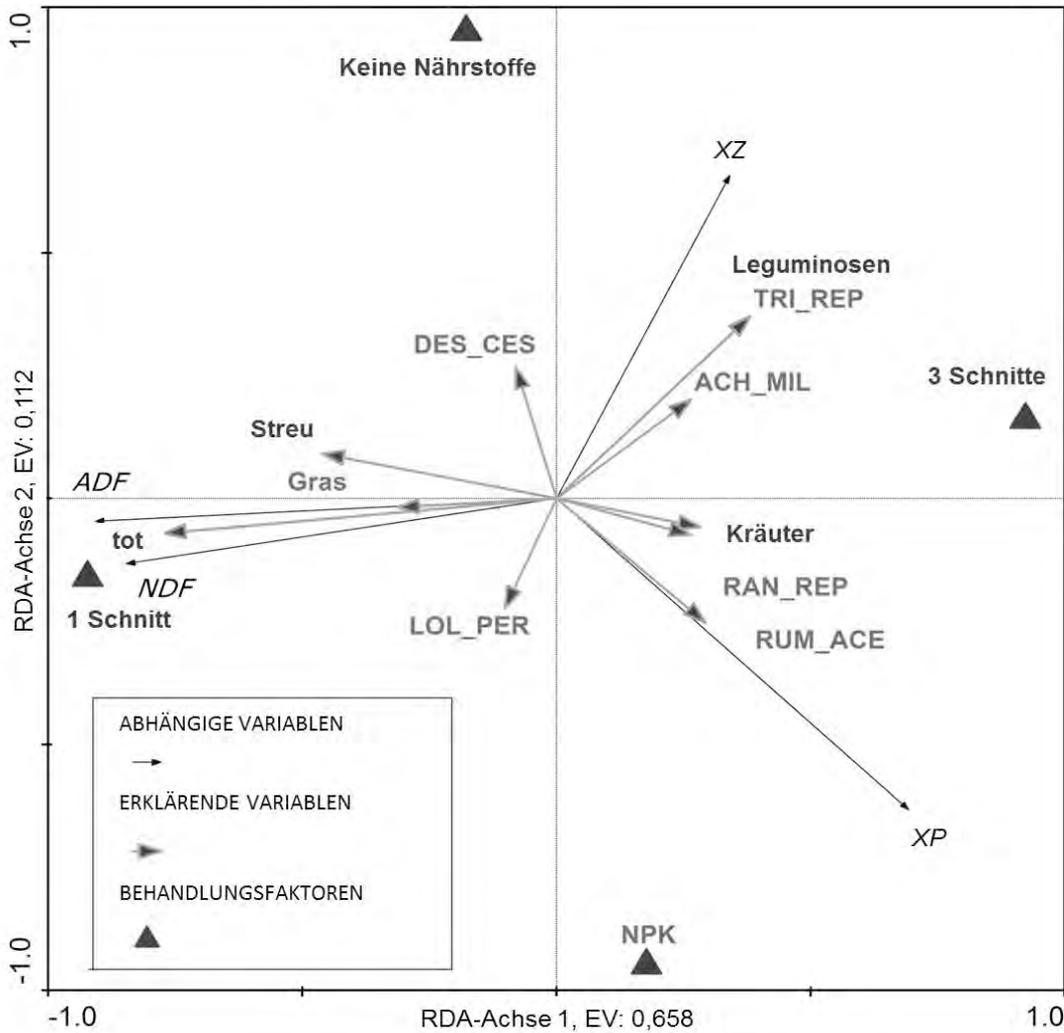


Abb. 3: Redundanzanalyse (RDA) mit Futterqualitäts-Parametern (Mittelwerte XP, XZ, ADF, NDF aller Ernten 2009, untransformiert) als abhängige Variablen und Grasnarbenkomposition (anstelle des Grasnarbentyps) und Behandlungsfaktoren (vgl. Tab. 1) als erklärende Variablen. Dargestellt sind die signifikanten Variablen mit einer Korrelation mit den ersten beiden Achsen < -0.2 und > 0.2 .

Abkürzungen der Artnamen: Ach_mil: *Achillea millefolium*, Des_ces: *Deschampsia cespitosa*, Lol_per: *Lolium perenne*, Ran_rep: *Ranunculus repens*, Rum_ace: *Rumex acetosa*, Tri_rep: *Trifolium repens*.

Erklärende Variablen: Gras/Kräuter/Leguminosen: Ertragsanteil in %, Streu: % Anteil der Streu an der Bodenbedeckung, tot: Anteil an toter Pflanzenmasse in der Mischprobe in %.

Bis zum Jahr 2012 hatte der Einfluss der Vegetation weiter abgenommen (Abb. 4). Der Erklärungsanteil der funktionellen Gruppen (Gras, Kraut, Leguminosen) lag bei gerade einmal 1,7%, die in die Analyse eingegangenen Arten erklärten immerhin noch 6,2%. Wenn allerdings der überragende Einfluss der Bewirtschaftung herausgerechnet wurde, erklärten nur noch der Ertragsanteil von *Holcus mollis* sowie die Streubedeckung einen signifikanten Teil der Restvarianz. Da eine Zu- oder Abnahme der übrigen dargestellten Arten und funktionellen Gruppen stark mit der Bewirtschaftung korreliert war (z.B. das Auftreten von *Trifolium repens* in den 3x-Varianten oder die stärkere Präsenz von *Lolium perenne* und *Poa pratensis* in den intensiven 3NPK-Varianten), wurde deren Einfluss überdeckt, sie waren nur marginal (als einzige erklärende Variable des Modells) signifikant. Dass die Vegetationskomposition stark durch die Bewirtschaftung beeinflusst wird, ist hinlänglich bekannt (z.B. [4]).

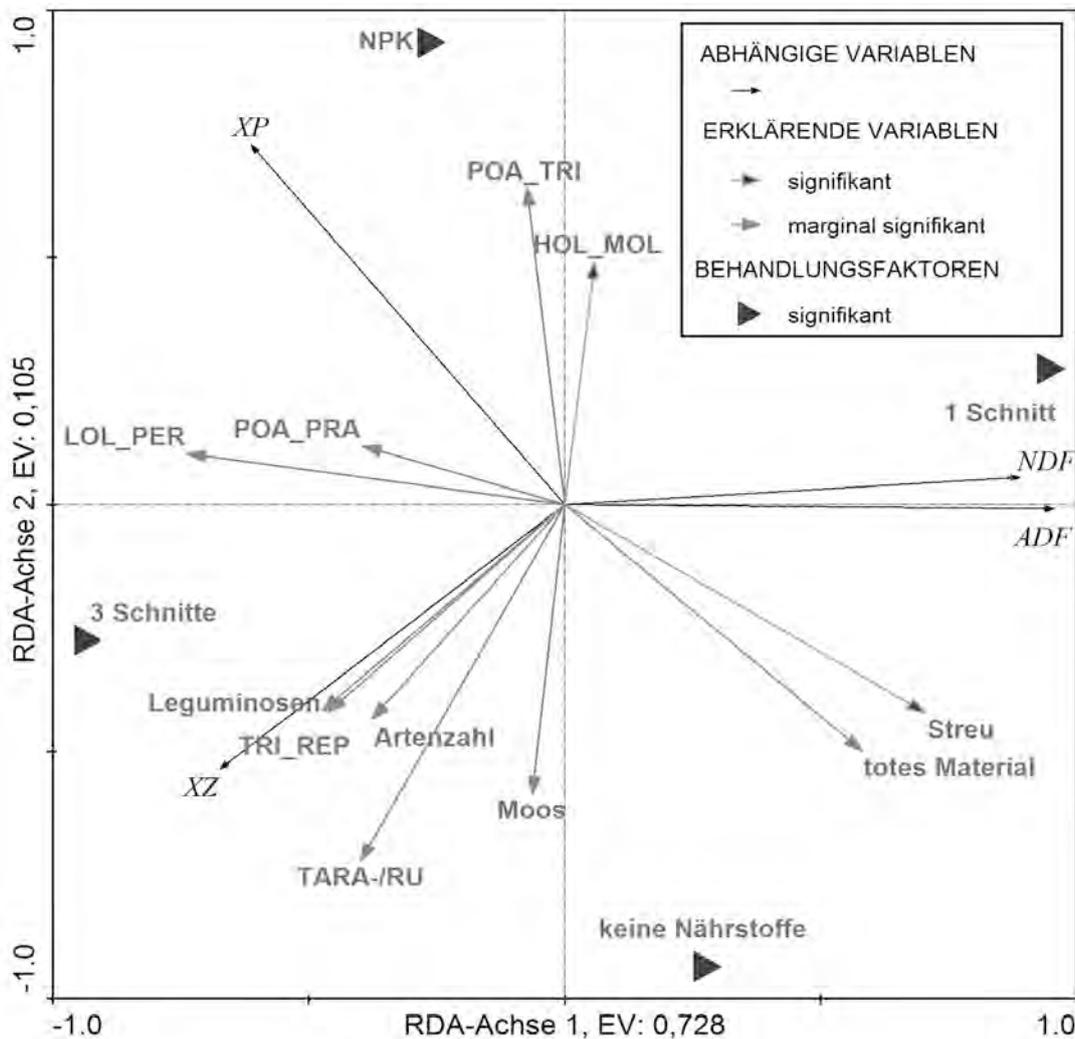


Abb. 4: RDA mit Futterqualitäts-Parametern (Mittelwerte XP, XZ, ADF, NDF aller Ernten 2012, untransformiert) als abhängige Variablen und Grasnarbenkomposition (anstelle des Grasnarbentyps) und Bewirtschaftungsvarianten (vgl. Tab.1) als erklärende Variablen. Dargestellt sind sowohl die signifikanten als auch die marginal signifikanten Variablen.

Abkürzungen der Artnamen: Hol_mol: *Holcus mollis*, Lol_per: *Lolium perenne*, Poa_pra: *Poa pratensis*, Poa_tri: *Poa trivialis*, Tara-/Ru: *Taraxacum Sectio ruderalia*, Tri_rep: *Trifolium repens*. Erklärende Variablen: Artenzahl: Arten pro 9m², Leguminosen: Ertragsanteil in %, Streu/Moos: % Anteil von Streu/Moos an der Bodenbedeckung, totes Material: Anteil an toter Pflanzenmasse in der Mischprobe in %.

Die Mineralstoffgehalte zeigten dagegen schon im ersten Versuchsjahr kaum eine Kopplung an den Grasnarbentyp (Tab. 2). Der P-Gehalt wurde maßgeblich vom Alter der Grasnarbe bestimmt, im Mai war der Gehalt mit 0,35% (2009) bzw. 0,38% (2012) etwa 0,1% höher als im Juli beider Jahre. Dass die Boden-Gehalte von Kalium einen starken Gradienten aufwiesen [5], spiegelte sich in den Pflanzengehalten wider (zwischen 1,2% und 1,8% im Jahr 2009, noch ungedüngt). Der Einfluss der Lage jeder Parzelle im Lateinischen Rechteck nahm aber durch die vierjährige regelmäßige Düngung ab, da nun nicht mehr alle, sondern nur noch die Hälfte der Parzellen in den oberen Reihen der Versuchsanlage niedrige K-Gehalte hatten. Da die jährliche P- und K-Düngung erst nach dem ers-

ten Schnitt Ende Mai erfolgte, ergab sich eine signifikante Interaktion zwischen Düngung und Nutzungszeitpunkt.

Tab. 2: Ergebnisse der ANOVA der P- und K-Gehalte der früh (Mai, alle Dreischnittvarianten) und spät (Juli, alle Einschnittvarianten) geernteten Pflanzen der Jahre 2009 und 2012.

P-Gehalte	% Varianz erklärt 2009	P	% Varianz erklärt 2012	P
Grasnarbe	4,26	0,004**	0,76	0,397
Nutzungszeitpunkt	63,19	<0,001***	59,44	<0,001***
Düngung	5,11	<0,001***	08,74	<0,001***
Düngung x Nutzungszeitpunkt	1,78	0,029*	4,38	0,0017**
K-Gehalte	% Varianz erklärt 2009	P	% Varianz erklärt 2012	P
Block	19,00	<0,001***	3,51	0,010*
Reihe	26,15	<0,001***	5,27	<0,001***
Grasnarbe	2,88	0,02*	0,08	0,824
Nutzungszeitpunkt	0,05	0,71	3,50	<0,001***
Düngung	9,44	<0,001***	56,34	<0,001***
Grasnarbe x Nutzungszeitpunkt	3,16	0,016*	0,89	0,127
Düngung x Nutzungszeitpunkt	20,25	<0,001***	19,45	<0,001***

4 Schlussfolgerung

Die botanische Zusammensetzung der Grasnarbe unseres mäßig artenreichen Dauergrünlands hatte verglichen mit der Bewirtschaftung (Düngung, Schnittregime, Erntezeitpunkt) nur einen sehr geringen Einfluss auf die Futterqualität. Selbst deutliche kompositionelle Unterschiede beeinflussten die Futterqualität kaum. Die Veränderung der Vegetation durch die vierjährige Bewirtschaftung nivellierte die Wirkung der Artkomposition vollständig.

5 Literatur

- [1] BORCARD, D., LEGENDRE, P., and DRAPEAU, P. (1992): Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 73 (3): 1045-1055.
- [2] KLAPP, E. und STÄHLIN, A. (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. Stuttgart, Ulmer.
- [3] LIIRA, J. and ZOBEL, K. (2000): Vertical structure of a species-rich grassland canopy, treated with additional illumination, fertilization and mowing. *Plant Ecology*, 146: 185-195.
- [4] MITCHLEY, I.J. and WILLEMS, J.H. (1995): Vertical canopy structure of Dutch chalk grasslands in relation to their management. *Vegetatio*, 117: 17-27.
- [5] PETERSEN, U. (2012): Effects of agricultural management and manipulated plant species composition of permanent grassland on productivity and sward structure. Diss. Univ. Göttingen.
- [6] PETERSEN, U., WRAGE-MÖNNIG, N. and ISSELSTEIN, J. (2013): Effects of herbicide application to control sward composition in different management variants, *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 9:155-165.