

Effekt von Düngung und Graslanddiversität auf Produktivität und Futterqualität

M. Seither, N. Wrage, J. Isselstein

Georg-August-Universität Göttingen,
Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Abt. Graslandwissenschaft, Von-Siebold-
Str. 8, 37075 Göttingen, Email: mseithe@gwdg.de

Einleitung und Problemstellung

Biodiversität steht mit einer Vielzahl von Ökosystemleistungen in Verbindung. Verschiedene Untersuchungen legen nahe (u.a. van Ruijven & Berendse 2005), dass komplementäre Effekte der Ressourcennutzung und Produktivität in positivem Zusammenhang mit der Artenzahl stehen können. Auch scheinen artenreiche Bestände resistenter gegenüber Störungen zu sein (Dodd et al. 2004).

Artenreiches Grünland wird in Europa zunehmend seltener (Reidsma et al. 2006). Für die Viehhaltung spielt das im artenreichen Grünland produzierte Futter eine immer geringere Rolle. In vielen Fällen wird Grünland intensiver bewirtschaftet, was einen Rückgang der Artendiversität zur Folge hat.

Die Entwicklung von Managementstrategien, die Biodiversität mit landwirtschaftlichen Zielen vereinbar machen ist daher von Wichtigkeit (Isselstein et al. 2005).

Aktuelle Studien zum Zusammenhang zwischen Biodiversität und Ökosystemleistungen basieren jedoch meist auf angesäten und mit Aufwand unkrautfrei gehaltenen Grasnarben (Hector et al. 1999, Lüscher et al. 2008). Inwieweit die Ergebnisse auf Dauergrünland übertragen werden können ist nicht bekannt.

Im hier vorgestellten Experiment soll im Rahmen eines Beweidungsversuches auf landwirtschaftlich genutztem Dauergrünland untersucht werden, wie sich eine fast reine Grasvariante im Vergleich zu der mäßig artenreichen ursprünglichen Vegetation im Hinblick auf Futterqualität und -ertrag verhält. Hierbei wurde auch der Effekt von Nährstoffeinträgen, wie sie durch Kot und Urin von Weidetieren oder aber Düngung auftreten, untersucht. Die Reduktion der funktionellen Gruppen der Grasvariante wurde durch Einsatz eines Herbizids gegen Dikotyle erreicht. Die Hypothese war, dass artenreiche Bestände aufgrund komplementärer Effekte der Ressourcennutzung zu höherer Produktivität und Qualität des Aufwuchses führen.

Methoden

Die Versuchsfläche ist ein Dauergrünland im Solling (Niedersachsen). Bei der Pflanzengesellschaft handelt es sich um ein mäßig artenreiches *Lolio-Cynosuretum*.

Die Hälfte der als Weide dienenden Flächen wurde im Herbst 2006 mit einem Herbizid gegen dikotyle Pflanzen (mit den Wirkstoffen Fluroxypyr und Mecoprop P) behandelt, wodurch eine mit fast ausschließlich von Gräsern gebildete Grasnarbe (im Folgenden als „Grasvariante“ bezeichnet) resultierte. Um den Effekt von Nährstoffeinträgen zu untersuchen, wurden je 2,5 m² große Flächen mit Stickstoff (Harnstoff) oder Phosphor (Triple-Phosphat) in je zwei unterschiedlichen Konzentrationsniveaus behandelt (Tab. 1).

Tab. 1: Versuchsplan mit Faktoren und Faktorstufen.

Faktor	Level
1. Pflanzendiversität	1.1 hauptsächlich Gras (Grasvariante)
	1.2 Gras + Kräuter + Leguminosen (Diverse Variante)
2. Düngung	2.1 Kontrolle (keine Düngung: „K“)
	2.2 Stickstoff (50 kg/ha: „N1“)
	2.3 Stickstoff (500 kg/ha: „N2“)
	2.4 Phosphor (20 kg/ha: „P1“)
	2.5 Phosphor (100 kg/ha: „P2“)

Der erste Aufwuchs wurde ungedüngt beerntet (Juni), der zweite Aufwuchs nach der Düngung (September). Eine Teilprobe jeder Fläche wurde bei 60°C getrocknet und diente der Messung von Qualitätsparametern mit Hilfe der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS, VDLUFA Kassel) sowie der Bestimmung des P- und K- Gehalts des Aufwuchses. Eine weitere Probe wurde für die Bestimmung der Ertragsanteile der funktionellen Gruppen genutzt.

Der Versuch wurde als Blockversuch mit dreifacher Wiederholung angelegt. Entsprechend den Faktoren Pflanzendiversität und Düngung mit zwei und fünf Stufen sowie den drei Wiederholungen gab es insgesamt $2 \times 5 \times 3 = 30$ Untersuchungsflächen.

Die Daten wurden wie folgt statistisch verrechnet: Nach Prüfung der Voraussetzungen (Normalverteilung und Varianzhomogenität) wurde jeweils für beide Erntetermine ein gemischtes Modell mit den Faktoren Pflanzendiversität und Düngung sowie dem zufälligen Faktor Block gerechnet (R, Version 2.7.2 (2008-08-25), The R Foundation for Statistical Computing, ISBN 3-900051-07-

0). Bei sich nicht parametrisch verhaltenden Daten wurde ein Kruskal-Wallis-Test durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Der Einsatz von Herbiziden gegen Dikotyle führte zu einem im Durchschnitt 15% höheren Ertragsanteil der Gräser der Gras- im Vergleich zur diversen Variante (98% vs. 82%). In den diversen Flächen gab es außerdem einen variablen Anteil von 10-25% Kräutern bzw. 0-4% Leguminosen des diversen Aufwuchses, abhängig von der Behandlung der Flächen. Die diverse Grasnarbe enthielt im Durchschnitt vier Pflanzenarten mehr als die reine Grasvariante ($10,7 \pm 3,0$ s.d. vs. $6,9 \pm 1,4$ s.d. pro $2,5\text{m}^2$ -Fläche).

Die Flächen innerhalb der diversen bzw. Grasvariante unterschieden sich vor der Düngung nicht hinsichtlich ihrer Vegetationszusammensetzung, der metabolischen Energie des Aufwuchses und anderer Futterqualitätsmerkmale wie ADF-, Zucker- und Rohfettgehalt.

Die Höhe der Erträge wurde sowohl durch die Diversität, als auch durch die Düngebehandlung der Flächen signifikant beeinflusst (Abb. 1). Die Biomasse der Grasvarianten lag bei allen Behandlungen höher als die der diversen Flächen (im Durchschnitt um 27% bzw. 61 g/m^2 Trockenmasse), was auch beim Aufwuchs vor der Düngung schon als Tendenz zu erkennen war (mit im Mittel 17% geringeren Erträgen der diversen Flächen, nicht dargestellt).

Die Düngung hatte einen signifikanten Effekt auf den Ertrag, wobei die beiden Stickstoff-Düngestufen zu den höchsten Erträgen führten. Die N₂- Behandlung bewirkte eine signifikant höhere Biomasse ($p < 0.05$) als bei Kontrolle und den Phosphor-Behandlungen.

Der Energiegehalt des Futters, gemessen als metabolisierbare Energie, wurde weder durch die Diversität der Vegetation, noch durch unterschiedliche Düngung signifikant beeinflusst. Die metabolisierbare Energie der Biomasse diverser Flächen lag jedoch in der Tendenz durchgehend höher (im Durchschnitt um 0,2 MJ) als die der Grasvarianten, sowohl vor (nicht dargestellt) als auch nach erfolgter Düngung (Abb. 1a). Die Energiewerte der Grasvariante zur ersten Ernte (ungedüngt) entsprachen dem Erwartungswert von 9,4 MJ ME (grasreiche Aufwüchse, 1-2 Nutzungen, DLG 1997), diejenigen der zweiten Ernte (gedüngt) lagen, unabhängig von der Behandlung, mit 9 bis 10 MJ ME um etwa 1 bis 2 MJ höher als der Erwartungswert für eine zweite Nutzung grasreicher Aufwüchse (8,3 MJ ME, DLG 1997). Die diverse Variante lag zur ersten Ernte weitestgehend im Erwartungsbereich für klee- und kräuterreiche Aufwüchse (2-3 Nutzungen) von 9,7 MJ ME, nach der Düngung jedoch mit Ausnahme der N₂- Düngestufe knapp unter dem Erwartungswert von 10,0 MJ ME.

Hinsichtlich des Lignocellulose- (ADF) und Rohprotein- (XP) Gehalts zeigte die Düngung einen signifikanten Einfluss (Abb. 1 b und c), der Artenreichtum der Flächen nicht. Der ADF-Gehalt lag bei N₂ am niedrigsten, wobei bei K und N₁ die höchsten ADF-Werte zu messen waren (Abb. 1b). Die diverse Variante hatte vor und nach erfolgter Düngung tendenziell niedrigere ADF-Werte als die Grasvariante. Die Rohfaser-Werte (nicht dargestellt) gras- bzw. kräuterreicher Aufwüchse lagen in etwa im Rahmen der zu erwartenden 26% bzw. 25%

Rohfaser (DLG 1997) und waren ausreichend strukturreich (> 18%) für eine positive Wirkung auf die Verdauung (Steinwider, 2003).

Der Rohproteingehalt bei N2 lag mit etwa 18 g/kg Trockenmasse deutlich höher als bei den anderen Behandlungen (mit ~10-12,5 g XP/kg Trockenmasse, Abb. 1c). Hinsichtlich des Rohproteingehalts waren die Werte der Aufwüchse beider Diversitätsstufen um etwa 90 % geringer als die Erwartungswerte von 116 bzw. 181g für gras- bzw. kräuter- und leguminosenreiche Aufwüchse (gegenüber den gemessenen ~13g XP/kg Trockenmasse).

Diversität und Düngung zeigten keinen signifikanten Einfluss auf den Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydrate des Futters, lagen jedoch bei P1 und P2 im Vergleich etwas höher als bei K, N1 und N2 (Abb. 1d). Bei den N1 und N2 hingegen lag der Zuckergehalt der diversen über dem der Grasvariante (Differenz von 6 g/kg TM bzw. 14 g/kg TM bei N1 und N2). Die gemessenen XZ-Gehalte lagen zum Großteil im zu erwartenden Bereich (Steinwider 2003).

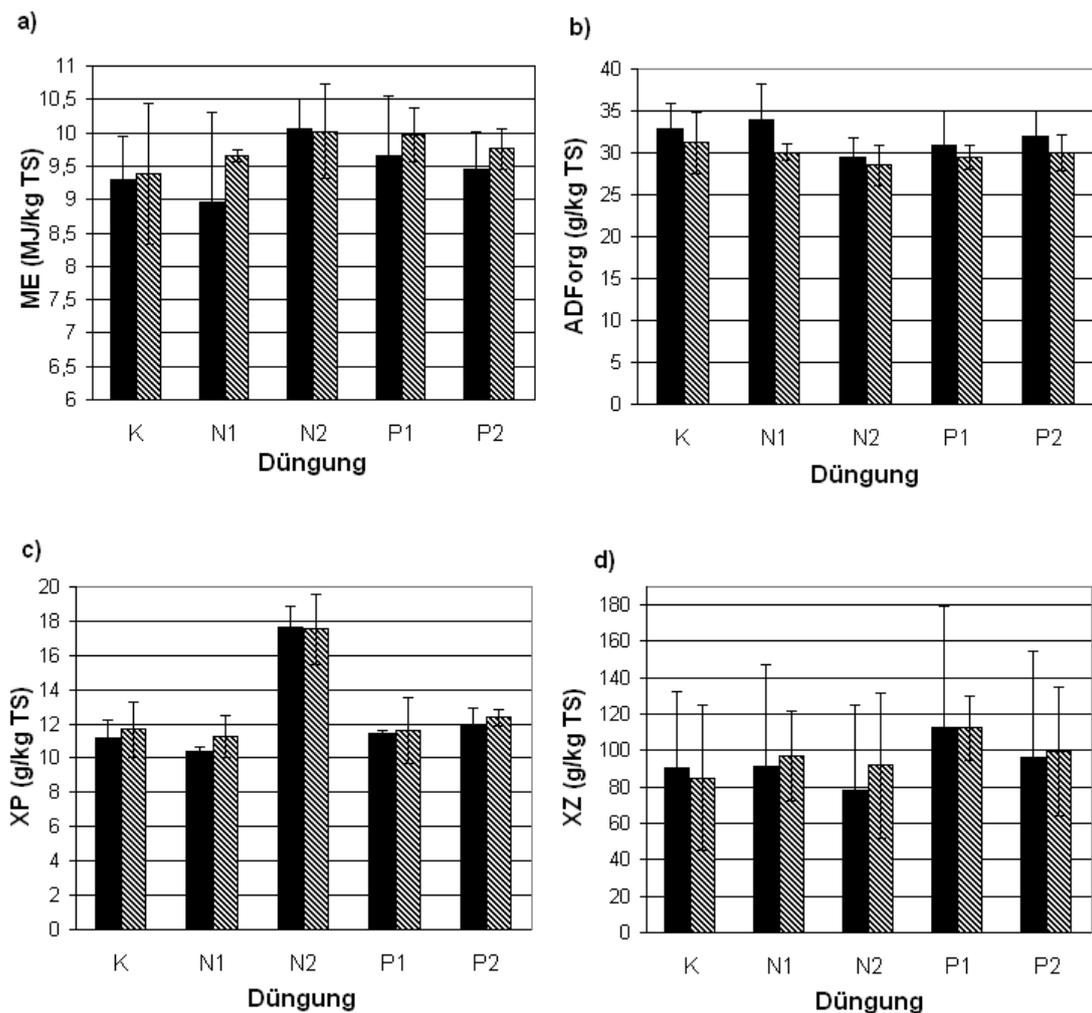


Abb. 1: Qualitätseigenschaften der Biomasse unterschiedlich gedüngter (K: Kontrolle, N1: 50kg N/ha, N2: 500 kg N/ha, P1: 20kg P/ha, P2: 100kg P/ha) diverser Bestände (schraffiert) und fast reiner Grasnarben (schwarz). a) Metabolisierbare Energie (ME): Diversität nicht signifikant (n.s.), Düngung n.s. b) Säurelösliche Faser (ADF): Diversität n.s., Düngung p<0.05 c) Rohprotein

(XP): Diversität n.s., Düngung $p < 0.001$ d) wasserlösliche Kohlenhydrate (XZ):
Diversität n.s., Düngung n.s..

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass für Dauergrünland artenreiche Grasnarben nicht in jedem Fall produktiver sind als artenärmere. Die Reduktion von Kräutern und Leguminosen innerhalb der Grasvariante ist zugunsten schnell wachsender, ertragreicher Gräserarten verlaufen. Die Qualität des Futters der unterschiedlich diversen Varianten war vergleichbar. Im Hinblick auf den Energiegehalt hatte die diverse Grasnarbe tendenziell höhere Werte. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um den Zusammenhang zwischen Vegetationszusammensetzung, Produktivität und Futterqualität von Dauergrünland besser zu verstehen.

Literatur

- DLG- Futterwerttabellen Wiederkäuer 1997, Herausgeber Universität Hohenheim- Dokumentationsstelle, 7. erweiterte und überarbeitete Auflage, DLG-Verlag Frankfurt.
- DODD et al. 2004: Plant diversity effects on herbage production and compositional changes in New Zealand hill country pastures, *Grass and Forage Science* 59, 29-40.
- HECTOR et al. 1999: Plant Diversity and Productivity Experiments in European Grasslands, *Science* 286, 1123-1127.
- ISSELSTEIN et al. 2005: Agronomic Aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe- a review, *Agronomy Research* 3, 139-151.
- REIDSMA et al. 2006: Impacts of land-use change on biodiversity: An assessment of agricultural biodiversity in the European Union. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 114, 86-102.
- STEINWIDDER 2003, Qualitäts-Rindermast im Grünland, Leopold Stocker Verlag.
- VAN RUIJVEN, J., BERENDSE, F., 2005: Diversity-productivity relationships: Initial effects, long-term patterns, and underlying mechanisms. *PNAS* 102, 695-700.