

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).

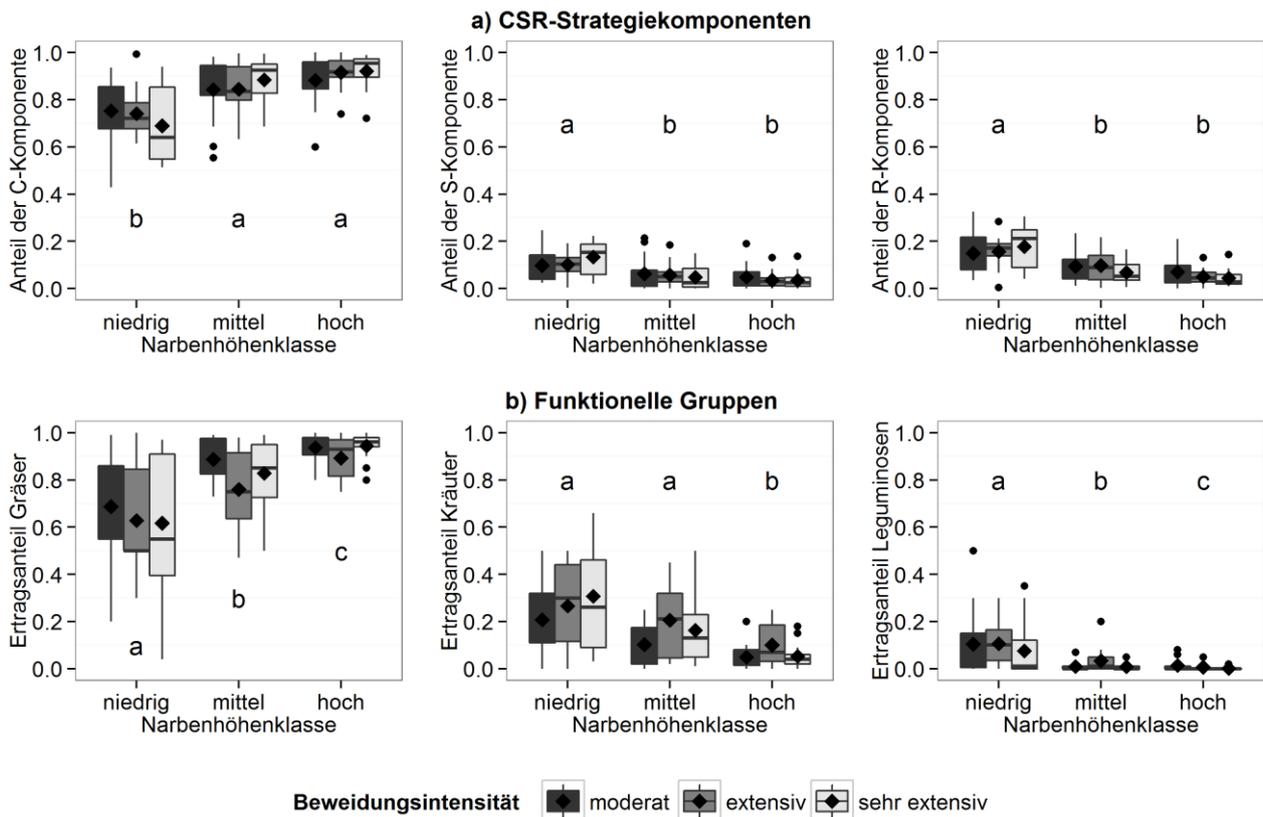


Abb. 1: Einfluss von Narbenhöhenklasse und Beweidungsintensität auf Parzellenebene a) auf die Anteile der CSR-Strategiekomponenten im gewichteten Bestandsmittel (C: Konkurrenz-Strategie, S: Stresstoleranz-Strategie, R: Ruderal-Strategie), sowie b) auf die Anteile der funktionellen Gruppen Gräser, Kräuter 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 heterogeneous 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.