

Auswirkungen von Beweidungsintensität auf Struktur und Artenzusammensetzung der Diasporenbank einer heterogenen Rinderstandweide

S. LANGNER, A. SCHMITZ, B. TONN, D. EBELING, J. ISSELSTEIN

Georg-August-Universität Göttingen, Department für Nutzpflanzenwissenschaften,
Abteilung Graslandwissenschaft, von-Siebold-Str. 8, 37075 Göttingen

sophie.langner@stud.uni-goettingen.de

Einleitung und Problemstellung

Diasporenbanken spielen hinsichtlich des Erhaltes und Schutzes artenreichen Grünlands eine besondere Rolle als potentielles Refugium für aus der Oberflächenvegetation verdrängte Arten (THOMPSON & GRIME 1979). Im Kontext der Bemühungen um den Erhalt von artenreichem Grünland ist daher die Kenntnis der komplexen Wirkungsmechanismen der Flächennutzung auf die Vegetation, ihre Reproduktion und demzufolge Ausprägungen der Diasporenbanken essentiell.

In beweidetem Grünland ist dem selektiven Verhalten der Weidetiere und seiner Wirkung auf die Vegetation besonderes Augenmerk zu schenken. Dem von ADLER *et al.* (2001) entwickelten *patch-grazing*-Modell zufolge führt selektives Fraßverhalten zu stabilen, heterogenen Mustern der Grasnarbe mit häufig beweideten Bereichen kurzer Narbenhöhe (*short patches*, SP) und selten entblätternen Bereichen hoher Narbenhöhe (*tall patches*, TP). Für diese weideinduzierten Patch-Muster konnte ein stärkerer Effekt auf die Vegetation gezeigt werden als für die übergeordnete Beweidungsintensität (z.B. WRAGE *et al.* 2012). Gleichzeitig hat die Besatzdichte einen maßgeblichen Einfluss auf den Anteil von kurzen und hohen Bereichen der Grasnarbe einer Weide (TONN *et al.* 2014). Trotz dieser bekannten Effekte fand das *patch-grazing*-Modell in Diasporenbankstudien bislang keine Berücksichtigung, obschon starke Unterschiede in den vorherrschenden Bedingungen der jeweiligen Bereiche (z.B. relativ größere Lichtverfügbarkeit und einen höheren Anteil an vegetationsfreien Bodenstellen in SP; WRAGE *et al.* 2012; DENNING *et al.* 2015) auch erhebliche Auswirkungen auf die Diasporenbank erwarten lassen.

Vor diesem Hintergrund wurde der Effekt verschiedener Beweidungsintensitäten, zwei verschiedener Grasnarbenhöhenklassen (SP vs. TP) und zwei verschiedener Bodentiefen auf die Struktur und Artenzusammensetzung der Diasporenbank eines extensiven Langzeit-Beweidungsexperimentes getestet. In Anlehnung an die Ergebnisse vorangegangener Studien wurde erwartet, dass die Diasporenbankdichte (Hypothese 1), der Anteil von Gräsern, Kräutern und Leguminosen (Hypothese 2) und die Artenkomposition (Hypothese 3) signifikante Unterschiede zwischen SP und TP zeigen, nicht aber zwischen verschiedenen Beweidungsintensitäten.

Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet ist ein mäßig artenreiches Grünland (*Lolio-Cynosuretum*) in Relliehausen, Niedersachsen (51°57'N, 9°42'E). Die Probenentnahme erfolgte auf Flächen des 2002 etablierten Langzeitversuches FORBIOBEN. Seit Versuchsbeginn erfolgte eine kontinuierliche Beweidung mit Mutterkühen (Standweide). Auf den Einsatz von Herbiziden oder zusätzlichen Düngemitteln wurde verzichtet (ISSELSTEIN *et al.* 2007). In einem randomisierten Blockversuch mit drei Wiederholungen wurden Effekte dreier verschiedener Beweidungsintensitäten getestet (9 Paddocks zu je 1 ha). Letztere waren dabei durch eine bestimmte Zielgrasnarbenhöhe definiert: Moderate Beweidung (6 cm), extensive Beweidung (12 cm) und sehr extensive Beweidung (18 cm). Kontrolliert wurden diese Zielgrasnarbenhöhen durch regelmäßige Messungen und entsprechende Anpassung der Besatzdichte (*put-and-take-system*).

Ende März 2015 wurden Bodenproben von je 18 Bereichen niedriger und hoher Narbenhöhenklasse gezogen. Die Beprobung erfolgte getrennt für einen oberen (0-5 cm) und einen unteren (5-10 cm) Bodenhorizont (227 cm³ pro Bodenprobe, n=72).

Die Proben wurden nach der *seedling emergence*-Methode (TER HEERDT *et al.* 1996) aufbereitet. Unter Gewächshausbedingungen wurden die im Boden enthaltenen, keimfähigen Diasporen zur Keimung gebracht. Aufgelaufene Diasporen wurden soweit möglich bis auf Artebene identifiziert.

Die Analyse der Effekte auf die Diasporenbankdichte, Artenabundanz, *seed longevity index* (siehe BEKKER et al. 1999) und die Anteile der funktionellen Gruppen Gräser, Kräuter, Leguminosen erfolgte mittels linearer gemischter Modelle (lme, in R 3.2.2). Effekte auf die Artenzusammensetzung wurden mithilfe Kanonischer Korrespondenzanalyse (CCA, in Canoco 4.5) untersucht.

Ergebnisse und Diskussion

Aus 72 Proben liefen insgesamt 2149 Keimlinge, zugehörig zu 59 Arten, auf (63 Individuen nicht identifiziert). Diasporenbank- und Artendichte ($p > 0,001$), *seed longevity index* ($p < 0,05$), wie auch die Anzahl gekeimter Kräuterdiasporen ($p < 0,05$) zeigten geringere Werte in 5-10 cm, verglichen mit 0-5 cm. Zudem unterschied sich die Artenkomposition signifikant zwischen den verschiedenen Beweidungsintensitäten und Narbenhöhenklassen im oberen Bodenhorizont. Für den Bereich von 5-10 cm konnten diesbezüglich keine Effekte festgestellt werden. Die Artenzusammensetzung tieferer Bodenhorizonte scheint unabhängig von Weidetier-induzierten Strukturen der Oberflächenvegetation zu sein. Diese Ergebnisse bestätigen bekannte Effekte der Bodenhorizonte: Ein schwächer werdender Einfluss oberirdischer Prozesse und zunehmende Persistenz der Diasporenbank mit steigender Profiltiefe (z.B. BEKKER et al. 1999).

Die Analyse funktioneller Gruppen (Gräser, Kräuter, Leguminosen) ergab eine deutliche Dominanz der Kräuter in der Gesamtzahl aufgelaufener Individuen und die Abwesenheit von Arten, die in der Oberflächenvegetation häufig vorkommen. Letzteres gilt vor allem für Gräser und steht in Einklang mit THOMPSON & GRIME (1979), die den meisten Gräsern transiente Diasporen zuschreiben, die kurz nach dem Verlassen der Mutterpflanze und noch vor dem Winter keimen.

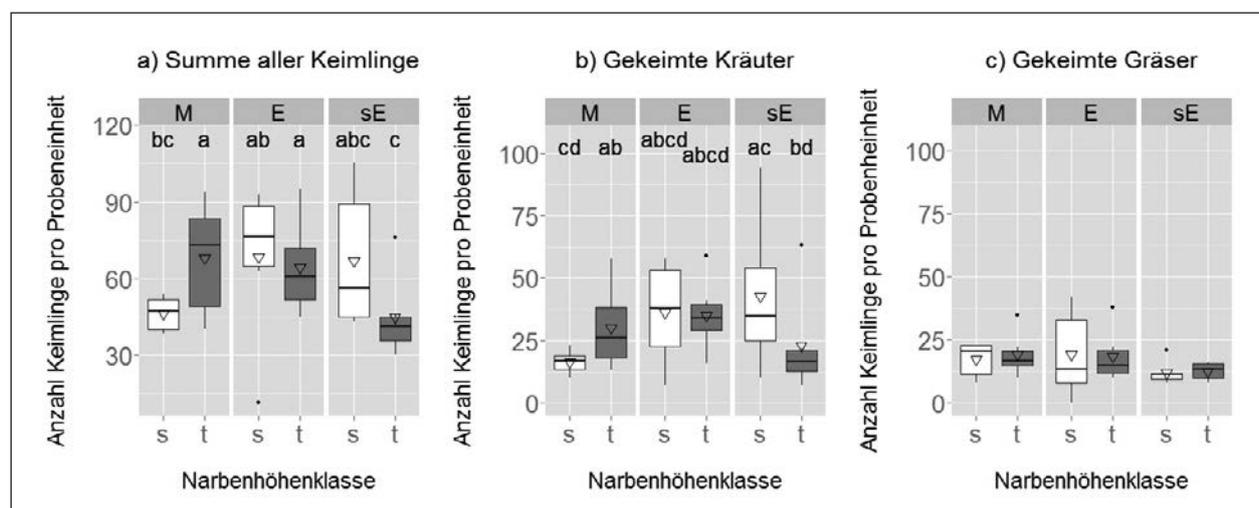


Abb. 1: Interaktionseffekt von Beweidungsintensität und Narbenhöhenklasse (Patch-Typ) auf die Anzahl aufgelaufener Keimlinge. Stufen der Beweidungsintensität: M = moderat, E = extensiv, sE = sehr extensiv; Stufen der Narbenhöhenklasse: s = short, t = tall. Boxplots mit Median (dicke horizontale Linie) und Patch-Mittelwerten (Dreieck). Die Werte sind über beide Bodenhorizonte (0 – 10 cm) akkumuliert. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen Interaktionen von Beweidungsintensität und Patch-Typ ($p < 0,05$).

Hinsichtlich der Diasporenbankdichte war der Interaktionseffekt der Beweidungsintensität und Narbenhöhenklasse signifikant ($p < 0,01$, Abb. 1a). Innerhalb der moderat beweideten Paddocks wiesen SP eine signifikant geringere Diasporenbankdichte auf, als TP. Beim Vergleich der funktionellen Gruppen fand sich dieses Muster jedoch allein in der Gruppe der Kräuter wieder ($p < 0,01$, Abb. 1b). Innerhalb der sehr extensiv beweideten Paddocks zeigte sich in dieser Gruppe zudem ein gegenteiliger Effekt: Höhere Kräuter-Diasporenbankdichten in SP, im Vergleich zu TP. Für die Gruppe der Gräser (Abb. 1c) und Leguminosen konnten diesbezüglich keine signifikanten Effekte nachgewiesen werden. Hypothese 1 und Hypothese 2 konnten damit nur teilweise bestätigt werden. Aufgrund der Ergebnisse bisheriger Studien ist zu vermuten, dass die in SP nachgewiesenen Kräuter der Oberflächenvegetation durch adaptive Mechanismen, wie geringe Wachstumshöhe und schnelles Regenerationsvermögen, von hoher Störungsfrequenz und intensiver Entblätterung profitieren (TONN et al. 2013; DENSING et al. 2015). Langjährige Beobachtungen im FORBIOBEN-Versuch unterstützen diese These intensiven generativen Wachstums verschiedener Arten (z.B. *Bellis perennis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Ranunculus repens*, *Taraxacum officinale*) in SP. Gleichzeitig ist - aufgrund der vorherrschenden Bedingungen hoher Störungsfrequenz, Licht- und Rohbodenverfügbarkeit - von guten Keimungsbedingungen in diesen Bereichen auszugehen (WRAGE et al. 2012). Diese

Zusammenhänge lassen darauf schließen, dass die Produktion von Kräuterdiasporen auf den untersuchten Flächen vor allem in intensiv entblätterten Bereichen stattfindet, ein Großteil der produzierten Kräuterdiasporen aber wieder aufläuft und somit nicht der Diasporenbank im Boden zugeführt wird. Zudem ist anzunehmen, dass Bedingungen von Lichtmangel und dichtem Bewuchs in TP eine Keimung der meisten Kräuterarten hemmen (WRAGE et al. 2012). Diasporenverbreitung durch verschiedene Vektoren könnte zu einem vorherrschenden Transport von Kräuterdiasporen aus SP (vornehmlich Produktion, Quelle) in TP (Senke) führen.

Für das Verständnis des inversen Patch-Effektes auf die Diasporendichte der Kräuter zwischen moderat und sehr extensiv beweideten Paddocks (siehe Abb. 1b) kann folgender Effekt herangezogen werden: Nach TONN et al. (2014) beeinflusst die Beweidungsintensität maßgeblich die Flächenanteile von SP und TP innerhalb eines Paddocks. Moderate Beweidung führte zu einem relativ größeren Anteil SP (52% der Fläche) gegenüber TP (15%). Sehr extensive Beweidung führte zu einem gegenteiligen Effekt (46 % TP, 22% SP). Der obigen Annahme einer dominanten Kräuter-Diasporenproduktion in SP folgend, resultiert dieser Zusammenhang in folgendem Bild: In moderat beweideten Paddocks steht einer vergleichsweise kleinen Senke für Kräuterdiasporen (TP) eine sehr große Quelle der Diasporenproduktion (SP) gegenüber. Dies äußert sich in einer höheren Diasporenbankdichte der Kräuter in TP, im Vergleich zu SP. In sehr extensiv beweideten Paddocks tritt ein gegenteiliger Effekt auf, mit entsprechend höheren Diasporenbankdichten in SP, im Vergleich zu TP.

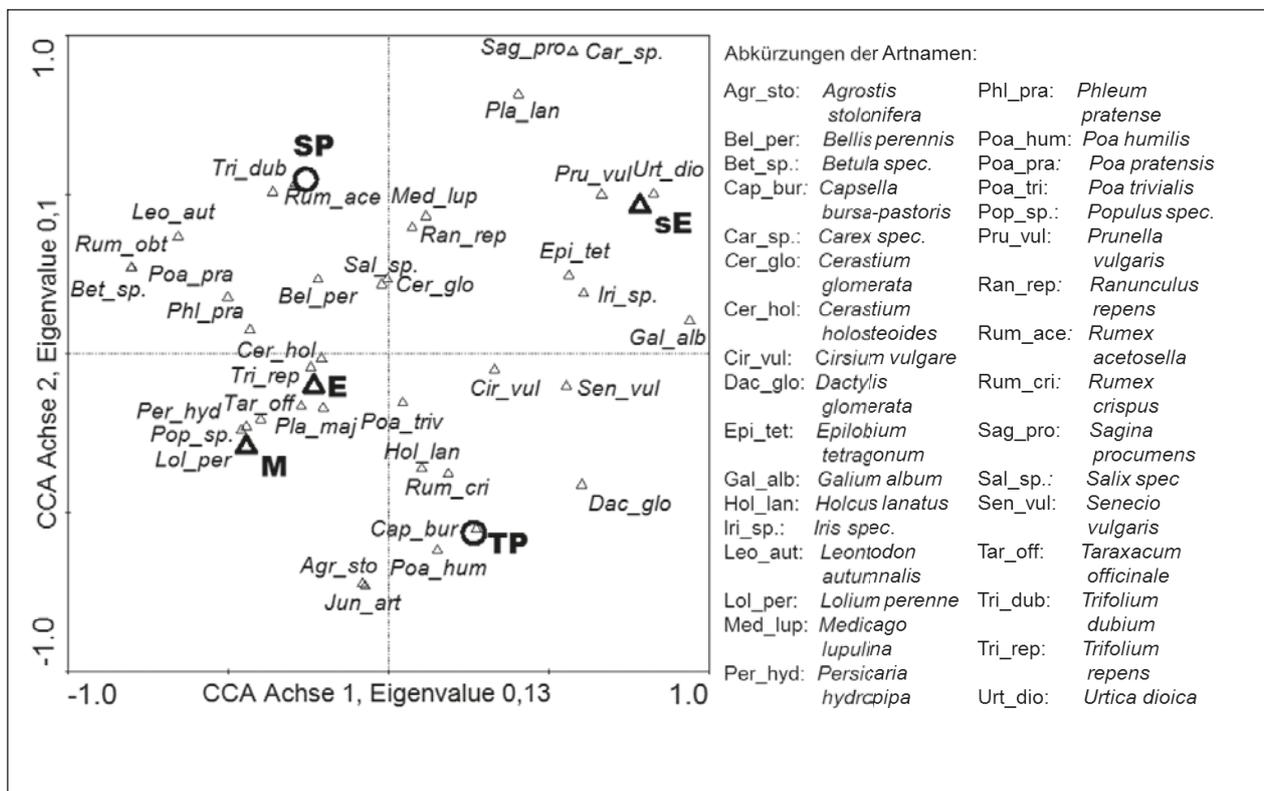


Abb. 2: Einfluss von Beweidungsintensität und Narbenhöhenklasse (Patch) auf die Artenzusammensetzung der Diasporen (0-5 cm). Der CCA-Biplot (best fitting species > 4%) zeigt die in Abhängigkeit der nominalen Umweltvariablen aufgetrennten Arten im Ordinationsraum.

Stufen der Beweidungsintensität: M = moderat, E = extensiv, sE = sehr extensiv; Stufen der Narbenhöhenklasse: SP = kurz, TP = tall.

Die Artenzusammensetzung zeigte signifikante Effekte von Beweidungsintensität ($p < 0,05$) und Narbenhöhenklasse ($p < 0,05$, Abb. 2). Damit kann auch Hypothese 3 nur teilweise bestätigt werden. Die Ergebnisse der CCA ergaben eine Gesamtvarianz von 2,76. Die Summe aller Eigenvalues war 0,115. Die erste CCA Achse erklärte 5,1 %, erste und zweite Achse zusammen 9% der Gesamtvariation der Artenzusammensetzung. Vor dem Hintergrund der obigen Erläuterungen führte die Positionierung der Arten im CCA-Diagramm zu zwei Schlussfolgerungen:

Erstens: Die Oberflächenvegetation hat großen Einfluss auf die Artenkomposition der untersuchten Diasporenbank. Arten wie *Trifolium dubium*, *Rumex acetosella* und *Bellis perennis* lassen durch gedrängtes

Auftreten nahe des SP-Zentroids im CCA-Diagramm auf eine hohe Diasporendichte der jeweiligen Arten in diesen Bereichen schließen. Präsenz und reproduktives Wachstum dieser Arten ist nach TONN *et al.* (2013) und EBELING (2016, persönliche Mitteilung) typisch für die Oberflächenvegetation kurzer Narbenhöhenklassen im FORBIOBEN-Versuch. Folglich kann in diesen Fällen von einem Schwerpunkt der Diasporenproduktion in SP, sowie einer Diasporenfreisetzung und Eintritt in die Boden-Diasporenbank nahe der Mutterpflanze ausgegangen werden. Für Arten wie *Dactylis glomerata* oder *Galium album* kann derselbe Zusammenhang für TP beschrieben werden.

Zweitens: Die Richtung der Diasporenverbreitung der gefundenen Arten vollzieht sich vornehmlich von SP in TP. Die Verortung einer weiteren Gruppe niedrig wachsender, lichtbedürftiger und charakteristischer SP-Arten (z.B. *Plantago mayor*, *Rumex crispus*, *Trifolium repens*, *Taraxacum officinale*; EBELING 2016, persönliche Mitteilung) ist indifferent zwischen, oder näher des TP-Zentroids im CCA-Diagramm verortet. Für diese Arten gilt die Vermutung einer dominanten Reproduktion in SP und anschließendem Transport in TP. Umgekehrt ergeben die CCA-Ergebnisse keine Hinweise auf hohe Diasporendichten typischer TP-Arten in SP.

Schlussfolgerungen

Weidetier induzierte Patch-Muster in der Oberflächenvegetation spiegeln sich in Diasporenbankstrukturen des Bodens wieder. Die Diasporenbank der Kräuter wird stark von der etablierten Vegetation beeinflusst. Dabei kommt es zu einem dominanten Diasporentransport von kurzrasigen Bereichen zu Bereichen mit hoher Grasnarbe. Ebenso ließen die Ergebnisse auf einen indirekten Einfluss der Beweidungsintensität, durch ihre Auswirkung auf die Anteile von SP und TP innerhalb eines Paddocks, auf die Diasporenbank schließen. Daher empfehlen wir kleinräumige Mosaikstrukturen beweideter Flächen in Diasporen-Untersuchungen im Kontext von Beweidung zukünftig unbedingt zu berücksichtigen.

Literatur

- ADLER, P., RAFF, D., & LAUENROTH, W. 2001: The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia* 128: 465–479.
- BEKKER, R.M., LAMMERTS, E.J., SCHUTTER, A., & GROOTJANS, A.P. 1999: Vegetation development in dune slacks: the role of persistent seed banks. *Journal of Vegetation Science* 10: 745–754.
- DENSING, E.M., GABLER, J., EBELING, D., TONN, B., & ISSELSTEIN, J. 2015: Einfluss der Grasnarbenstruktur auf die funktionelle Zusammensetzung der Vegetation bei unterschiedlichen Beweidungsintensitäten auf einer Rinderstandweide. Tagungsbeitrag AGGF 2015.
- 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: 145–158.
- TER HEERDT, G.N.J., VERWEIJ, G.L., BEKKER, R.M., & BAKKER, J.P. 1996: An Improved Method for Seed-Bank Analysis: Seedling Emergence After Removing the Soil by Sieving. *Functional Ecology* 10: 144–151.
- THOMPSON, K., & GRIME, J.P. 1979: Seasonal Variation in the Seed Banks of Herbaceous Species in Ten Contrasting Habitats. *Journal of Ecology* 67: 893–921.
- TONN, B., WIRSIG, A., KAYSER, M., WRAGE-MÖNNIG, N., & ISSELSTEIN, J. 2013: Patch-differentiation of vegetation and nutrient cycling in an extensive pasture system. In *Proceedings of the 22nd International Grassland Congress*, 15.-19. September 2013, Sydney, pp. 921–924.
- TONN, B., WRAGE-MÖNNIG, N., & ISSELSTEIN, J. 2014: Long-term stability of sward patch structure under different intensities of cattle grazing. In pp. 367–369. IBERS, Aberystwyth University.
- WRAGE, N., ŠAHIN DEMIRBAĞ, N., HOFMANN, M., & ISSELSTEIN, J. 2012: Vegetation height of patch more important for phyto-diversity than that of paddock. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 155: 111–116.