

Jahrestagung der DBG, Kom. IV
Titel der Tagung: Böden - eine endliche
Ressource
Veranstalter: DBG, September 2009, Bonn
Berichte der DBG (nicht begutachtete online
Publikation) <http://www.dbges.de>

Biodiversität und Ökosystemfunktionen - Ergebnisse von Experimenten in den Tropen und den gemäßigten Breiten

Yvonne Oelmann¹ und Wolfgang Wilcke²

Zusammenfassung

Die Artenvielfalt beeinflusst den Nährstoffkreislauf und damit für den Menschen wichtige Ökosystemfunktionen, wie z.B. die Nährstoffretention. Ob dieses Ergebnis für komplexe Waldsysteme und längere Zeiträume gilt, blieb bisher ungeklärt. Wir untersuchten die oberirdischen N-Vorräte in Abhängigkeit von der pflanzlichen Diversität im Sardinilla-Projekt (Panama) und im Jena-Experiment (Deutschland). Außerdem verfolgten wir den zeitlichen Verlauf des Diversitätseffektes auf oberirdische N-Vorräte und N-Verfügbarkeit im Boden (Jena). Wir fanden effektivere Ressourcenausnutzung im Baumexperiment in Panama und im Grünlandexperiment in Jena. In Jena blieb der negative Zusammenhang zwischen N-Verfügbarkeit im Boden über die Zeit nicht bestehen. Der Grund waren positive Rückkopplungseffekte, die durch den Landnutzungswechsel von Acker zu Grünland induziert waren. Die Dauer des Experimentes muss bei der Betrachtung des Diversitätseinflusses auf Prozesse im Boden mit einbezogen werden.

Schlüsselworte: Stickstoff, Biodiversität, Nährstoffkreislauf

¹ Institut für Integrierte Naturwissenschaften, Geo-graphie, Universität Koblenz-Landau, Universitätsstr. 1, 56070 Koblenz, e-mail: yvonneoelmann@uni-koblenz.de

² Geographisches Institut, Universität Bern, Hallerstr. 12, 3012 Bern, Schweiz e-mail: wolfgang.wilcke@giub.unibe.ch

1. Einleitung

Der Verlust der Artenvielfalt, v.a. hervorgerufen durch intensivere landwirtschaftliche Nutzung, hat die Diskussion um die Auswirkungen unterschiedlicher Diversität auf Ökosystemfunktionen entfacht (Naeem et al., 1999; Loreau et al., 2001). Biomasseproduktion, Kohlenstoffspeicherung oder geschlossene Nährstoffkreisläufe werden als solche Ökosystemfunktionen angesehen. Diese Funktionen stellen für den Menschen z.T. wichtige „Dienstleistungen“ dar, wie z.B. Klimaschutz oder Nährstoffretention. Nährstoffausträge werden durch verschiedene Faktoren, wie Klima, Bodeneigenschaften und Art der landwirtschaftlichen Nutzung beeinflusst. Die Komplementaritätstheorie besagt, dass in Systemen mit hoher Artenzahl die Ressourcenausnutzung durch die Einnischung der einzelnen Arten effizienter ist als in weniger diversen Systemen (Tilman et al., 2001; Spehn et al., 2002). Folglich müsste mit steigender Artenzahl die oberirdische Nährstoffspeicherung steigen und dementsprechend die Nährstoffauswaschung aus dem Boden sinken. Um diese Hypothese zu prüfen, eignen sich Experimente, in denen die Biodiversität unter gleichen Standortbedingungen manipuliert wird. Der Zusammenhang zwischen oberirdischer Nährstoffspeicherung bzw. Nährstoffauswaschung und Biodiversität wurde bisher selten in derartigen Untersuchungen berücksichtigt (Hooper und Vitousek, 1998; Scherer-Lorenzen et al., 2003). Vor allem der Einfluss der Zeit seit Einrichtung des Experimentes auf Biodiversitätseffekte blieb bisher unberücksichtigt. In unserem Beitrag stellen wir Ergebnisse aus zwei Experimenten vor: dem Sardinilla-Projekt (Panama: Tropen) und dem Jena-Experiment (Deutschland: gemäßigte Breiten).

2. Standort und Methoden

In Panama beprobten wir im April 2007 Blätter, Zweige, Äste und Stamm von 60 Einzelbäumen in Monokulturen, 3- und 6-Artenmischungen von fünf Baumarten (*Luehea seemannii* Triana & Planch, *Anacardium excelsum* (Bert. & Balb. Ex Kunth) Skeels, *Hura crepitans* L., *Cedrela odorata* L., *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.

In den 82 Plots des Jena-Experimentes (Monokulturen, 2-, 4-, 8-, 16- und 60-Artenmischungen) wurde von 2003 bis 2007 jeweils im Frühjahr und Herbst die oberirdische Biomasse geerntet und im Boden die pflanzenverfügbaren N_{\min} -Gehalte (NH_4 , NO_3) bestimmt.

Die N-Gehalte im Pflanzenmaterial wurden nach Mahlen in einer Kugelmühle (Retsch, Deutschland) an einem Elementaranalysator (Elementar, Deutschland) bestimmt. Die N_{\min} -Gehalte im Boden wurden nach Extraktion mit 1M KCl fotometrisch an einer CFA (Bran&Luebbe, Deutschland) gemessen.

Die oberirdischen Nährstoffvorräte berechneten wir aus den Elementgehalten (Panama: in Blättern, Zweigen, Ästen und Stämmen; Jena: in geernteter Biomasse) und der Biomasse (Panama; allometrische Gleichungen, die den Anteil der Blätter, Zweige, Äste und Stamm berücksichtigen; Oelmann et al., in Druck; Jena: Masse geerntete Biomasse).

3. Ergebnisse und Diskussion

Anacardium excelsum weist signifikant geringere N-Vorräte in der oberirdischen Biomasse aus als die übrigen Baumarten (Abb. 1A; Games Howell, $p < 0,05$). In Übereinstimmung mit den Streufallabbauraten kann diese Art als nährstoffeffizienter als die übrigen vier Baumarten eingestuft werden (Vitousek 1982; Scherer-Lorenzen et al. 2007). Die N-Vorräte der 3-Artenmischungen sind signifikant höher als die der Monokulturen (Abb. 1B; Games Howell, $p < 0,05$). Wir vermuten effizientere Ressourcennutzung als Grund für die erhöhte, oberirdische N-Speicherung in 3-Artenmischung.

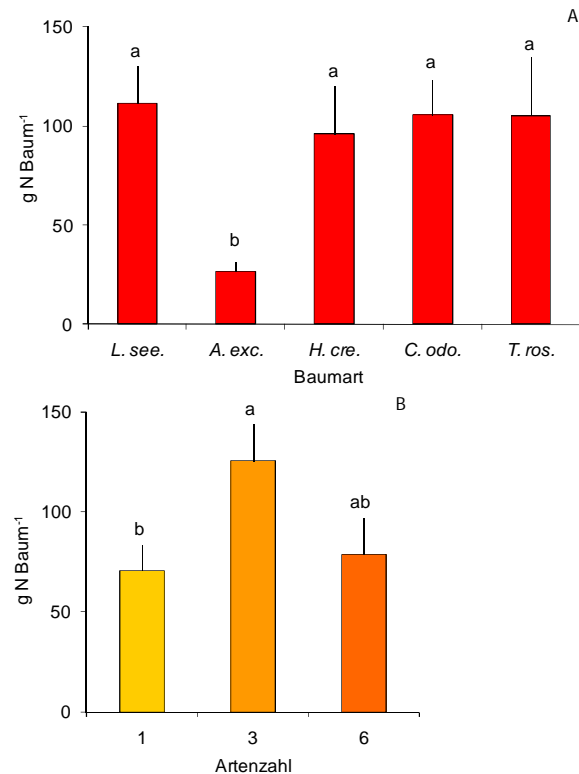


Abb. 1: Mittlere oberirdische N-Vorräte (A) der einzelnen Baumarten (gemittelt über die Diversitätsstufen) und (B) der Diversitätsstufen im Panama-Projekt. Fehlerbalken beziehen sich auf den Standardfehler, unterschiedliche Buchstaben weisen auf signifikante Unterschiede hin. A. exc. = *Anacardium excelsum*, C. odo. = *Cedrela odorata*, H. cre. = *Hura crepitans*, L. see. = *Luehea seemannii*, T. ros. = *Tabebuia rosea* (Oelmann et al., in Druck).

Im Jena-Experiment bestand von 2003 bis 2007 ein konsistent signifikanter Zusammenhang zwischen pflanzlicher Diversität und oberirdischer N-Speicherung (Abb. 2A, ANOVA Typ I, $p < 0,05$). Daraus lässt sich effektivere Ressourcennutzung ableiten, die über den höheren N-Entzug mit der Zeit zu geringerer Nährstoffverfügbarkeit in diversen Mischungen führen müsste. Die N_{\min} -Gehalte im Boden zeigen zwar zu Beginn des Experimentes einen negativen Zusammenhang zwischen pflanzlicher Diversität und Nitratverfügbarkeit im Boden (Abb. 2B), allerdings fanden wir 2006 und 2007 einen positiven Zusammenhang zwischen pflanzlicher Diversität und Ammoniumverfügbarkeit im Boden (Daten nicht gezeigt, ANOVA Typ I, $p < 0,05$). Dieser positive Zusammenhang wird sehr wahrscheinlich durch die erhöhten Boden-N-Vorräte (Steinbeiss et al. 2008) und die erhöhte mikrobielle

Aktivität im Boden vier Jahre nach Einrichtung des Experimentes hervorgerufen (Eisenhauer et al., in Druck). Die N-Vorräte und mikrobielle Aktivität im Boden veränderten sich während der Versuchsdauer, da mit der Einrichtung des Experimentes ein Landnutzungswandel einhergeht (Acker zu Grünland).

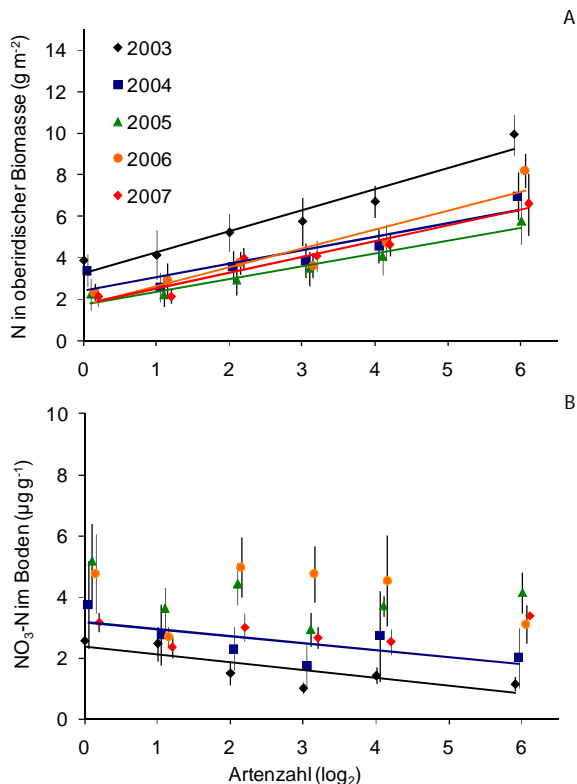


Abb. 2: Einfluss der pflanzlichen Diversität auf die (A) oberirdischen N-Vorräte und (B) die pflanzenverfügbaren Nitratgehalte im Boden jeweils im Herbst 2003 bis 2007. Trendlinien sind eingezeichnet, wenn der Zusammenhang mit der pflanzlichen Diversität in einer ANOVA (Typ I) signifikant war.

4. Schlussfolgerungen

Effiziente Ressourcennutzung in diversen Systemen konnte für Baum- und Grünlandmischungen in den Tropen und in den gemäßigten Breiten nachgewiesen werden. Im Jena-Experiment konnten wir zeigen, dass positive Rückkopplungseffekte (Boden-N-Vorräte und mikrobielle Aktivität) zu einer Überprägung des ursprünglich negativen Zusammenhanges zwischen pflanzlicher Diversität und Nitratverfügbarkeit im Boden führten.

Da die Einrichtung von Diversitätsexperimenten vielfach an Landnutzungs-

wechsel gekoppelt ist, muss die Dauer des Experimentes v.a. bei Betrachtung des Diversitätseinflusses auf Prozesse im Boden mit einbezogen werden. Erste Ergebnisse in etablierten Grünland-ökosystemen (siehe Alt et al., 2009) bestätigen effektivere Ressourcennutzung und damit geringere Nährstoffverluste in diversen Systemen, so dass positive Rückkopplungseffekte nur während der Übergangsphase des Landnutzungswechsels zu dominieren scheinen.

5. Danksagung

Wir danken der DFG für die finanzielle Unterstützung (DFG Wi1601/4-x).

6. Literatur

- Alt, F., Oelmann, Y. & W. Wilcke (2009): Berichte der DBG.
- Eisenhauer N., Milcu, A., Bessler, H., Engels, C., Gleixner, G., Habekost, M., Partsch, S., Sabais, A. C. W., Scherber, C., Steinbeiss, S., Weigelt, A., Weisser, W. W. & S. Scheu (in Druck): Ecology.
- Hooper, D.U. & P.M. Vitousek (1998): Ecol. Monogr. 68, 121-149.
- Loreau, M., Naeem, S., Inchausti, P., Bengtsson, J., Grime, J.P., Hector, A., Hooper, D.U., Huston, M.A., Raffaelli, D., Schmid, B., Tilman, D. & D.A. Wardle (2001): Science 294, 804-808.
- Naeem, S., Chapin III, F.S., Constanza, R., Ehrlich, P.R., Golley, F.B., Hooper, D.U., Lawton, J.H., O'Neill, R.V., Mooney, H.A., Sala, O.E., Symstad, A.J. & D. Tilman (1999): Issues in Ecology 4, 2-12.
- Oelmann, Y., Potvin, C., Mark, T., Werther, L., Tapernon, S. & W. Wilcke (in Druck): Plant and Soil, DOI: 10.1007/s11104-009-9997-x
- Scherer-Lorenzen, M., Palmberg, C., Prinz, A. & E.-D. Schulze (2003): Ecology 84, 1539-1552.
- Scherer-Lorenzen, M., Bonilla, J. L. & C. Potvin, (2007): Oikos 116:2108-2124.
- Spehn, E.M., Scherer-Lorenzen, M., Schmid, B., Hector, A., Caldeira, M.C., Dimitrakopoulos, P.G., Finn, J.A., Jumpponen, A., O'Donovan, G., Pereira, J.S., Schulze, E.-D., Troumbis, A.Y. & C. Körner (2002): Oikos 98, 205-218.
- Steinbeiss S., Bessler, H., Engels, C., Temperton, V. M., Buchmann, N., Roscher, C., Kreuziger, Y., Baade, J., Habekost, M. & G. Gleixner (2008): Global Change Biology 14:2937-2949.
- Tilman, D., Reich, P., Knops, J., Wedin, D., Mielke, T., Lehmann, C. (2001): Science 294, 843-845.
- Vitousek, P. M. (1982): American Naturalist 119:553-572.